



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN DE UNA ZONA DE EXCLUSIÓN  
PESQUERA EN AKUMAL, QUINTANA ROO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
LICENCIADO EN MANEJO SUSTENTABLE  
DE ZONAS COSTERAS**

**P R E S E N T A:**

**ADÁN ARANDA FRAGOSO**



**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. JOAQUÍN RODRIGO GARZA PÉREZ  
2016**



**Datos del alumno**

Adán Aranda Fragoso  
Tel. (99) 91 19 09 38  
puma3693@hotmail.com  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Sisal  
Lic. en Manejo Sustentable de Zonas Costeras  
309070289

---

**Datos del Jurado**

---

**Presidente**

**M. en C. Héctor Benjamín Cisneros Reyes**  
Universidad Nacional Autónoma de México

**Secretario**

**Dr. Joaquín Rodrigo Garza Pérez**  
Universidad Nacional Autónoma de México

**Vocal**

**Dr. Rodolfo Rioja Nieto**  
Universidad Nacional Autónoma de México

**Suplente**

**Dra. Laura Elena Vidal Hernández**  
Universidad Nacional Autónoma de México

**Suplente**

**M. en C. Iván Penié Rodríguez**  
Centro Ecológico Akumal



## **Agradecimientos**

A CONACYT por la beca para realización de tesis de licenciatura otorgada dentro del proyecto: “Desarrollo de mapas arrecifales de alta resolución espacial como precursores para modelación dinámica espacialmente explícita” con clave 0165791.

Agradezco al Programa de Investigación Espacial en Ambientes Costeros y Marinos de la UMDI Sisal, F. Ciencias, UNAM, por el apoyo y capacitación.

Gracias al CEA por su hospitalidad, su disposición a compartir información y por las entrevistas otorgadas. En especial Iván Penié por su apoyo.

Gracias a todo el staff de Akumal Dive Center, en especial a Gerardo Orozco por su apoyo en los buceos y las facilidades brindadas en Akumal. También debo agradecer por la información compartida.

Al Dr. Rodrigo Garza por darme la oportunidad de trabajar en su equipo colaborando con una tesis un poco fuera de su línea. Por aconsejarme, guiarme y compartir su tiempo.

A mis amigas y colegas del equipo PIESACOM Ana, Julia y Ara que entre campo y laboratorio, compartimos risas y buenas anécdotas. Siempre será una *Bonita Costumbre*.

Agradezco al comité de evaluación de tesis: a la Dra. Laura Elena Vidal, al Mto. en C. Héctor Cisneros, al Dr. Rodolfo Rioja y al Mto en C. Iván Penié por su interés, sugerencias y consejos.

---

## **Agradecimientos personales**

Comenzaré diciéndole gracias a mi querida Universidad. La UNAM no solo es una escuela, es una forma de vida llena de satisfacciones como de reveses. Mi corazón azul y mi piel dorada, siempre.

Al mar. Vivir en la costa es lo mejor que pude haber hecho, después de esto sé que jamás podré estar alejado del infinito finito mar. Afuera o dentro de él, soy de ahí y me hace pensar en lo diminuto que soy. Gracias por ser.

A mi familia. A mi madre y padre que me siguen apoyando a pesar de todo, sin ellos no pudiera no solo estudiar, sino estudiar para bien. A mis abuelos, los cuatro. Que compartan conmigo sus vidas llenas de buenas historias me da combustible para seguir, ni hablar de las sonrisas que me salen al escucharlos. A primos y tíos por el apoyo brindado siempre. Mención honorífica a mi hermano: eres tan inteligente y diferente a mí, tu gran personalidad hace de mí una mejor persona, gracias por ser mi hermano.

Claro, no puede faltar Yaáku'na'j. Es un latoso que hace de mi vida algo muy alegre y diferente, gracias por ser mi "roomie", perdón por ser tu captor. También quisiera agradecerle a mis tortugas pero no soy de su agrado, además es ilegal.

"Bendito entre mujeres", todos los años alguien me lo decía. El haber estado en un grupo lleno de las mujeres más inteligentes que haya conocido me enseñó muchas cosas. Rox, Dani, Eve y Perita, gracias por todo el tiempo juntos. Me aguantaron demasiado.

Personas van y vienen en todos los momentos de la vida y algunos se quedan para siempre pues vale la pena recordarlos. En esta parte, debo agradecerles su compañía y amistad a Liz, a Manuel, a Yaz, a Pera, a Vale Marín alias "La china", a Ele, a Melissa, a Migue, a Misha, a Pedro, a "los chavo rucos" y los que me faltan... Con ustedes la vida ha sido más chévere, llena de alegrías y borracheras; hacen que mi vida tenga un poco de sentido.

Y cuando dije que algunos se quedan para siempre, es neta. Toledo, gracias por las charlas sin fin, por esos momentos salón corona. Gracias por tu amistad y camaradería. Hermano, tú y Dani me han regalado una de las mejores cosas que se pudiera recibir, Regina.

Doc, gracias por todo. Tienes muy buena vibra. En campo, laboratorio o tu casa, siempre me recibiste con gusto. Gracias por brindarme la oportunidad de ser tu estudiante, te aprendí mucho, sé que el contacto seguirá constante. Eres una persona muy capaz de lograr muchísimas más cosas de lo que has hecho.

Y por último y no menos importante quiero agradecerle a Liz que indudablemente gracias al tiempo y espacio compartido, hizo de mi vida un momento muy Frenchy. Sus consejos, pensamientos, inquietudes y venturas siempre me mantuvieron en constante asombro. Gracias.

## Resumen

Las zonas de exclusión pesquera son herramientas de manejo cuyo objetivo es restaurar poblaciones de peces para conservar la integridad del ecosistema. Este término, aceptado mundialmente, no está contemplado en el marco legal mexicano, pero existen diversas opciones legales con este mismo enfoque. De estas opciones de manejo disponibles legalmente, se seleccionó la herramienta de “Zona de Refugio Pesquero” para su implementación en el arrecife de Akumal, Quintana Roo, México. Con una cobertura baja de coral, una alta cobertura de macroalgas, una disminución de 50% en biomasa de especies económicamente importantes en los últimos 7 años y una herbivoría con niveles bajos, el estado de condición de este arrecife ha sido definido como crítico, afectado principalmente por contaminación y sobrepesca. El proceso de implementación del refugio pesquero se llevó a cabo a través de la gestión de una alianza de ONG’s (Alianza Kanan Kay y Centro Ecológico Akumal) en conjunto con algunos de los usuarios locales (Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Tulum y prestadores de servicio de pesca recreativa). Este proceso de implementación fue evaluado por medio entrevistas y cuestionarios aplicados a los usuarios y las ONG’s. Los resultados muestran por una parte la disposición de la población a participar en este tipo de ejercicios, y la efectiva coordinación entre gestores y usuarios directos, pero por otra parte, se identificó la falta de acciones coordinadas para una participación efectiva de la población en general por parte de los gestores, y la falta de acciones enfocadas a la apropiación cultural de las estrategias de manejo por y para beneficio de la población. De las herramientas legales existentes en México se realizó la figura legal de Zona de Refugio Pesquero como la más apropiada, sin embargo se consideraron potencialmente efectivas las herramientas Hábitat crítico para la conservación de vida silvestre y Área de refugio para la protección de especies acuáticas.

# Tabla de contenido

<b>CAPÍTULO I Planteamiento del problema</b> .....	<b>1</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>1</b>
<b>Marco teórico</b> .....	<b>3</b>
Zona de exclusión pesquera.....	3
Zonas de exclusión pesqueras en el mundo y en México.....	4
<b>Área de estudio</b> .....	<b>7</b>
<b>Justificación</b> .....	<b>9</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>10</b>
Objetivo general.....	10
Objetivos particulares.....	10
<b>CAPÍTULO II Diagnóstico ambiental</b> .....	<b>11</b>
<b>Marco Teórico</b> .....	<b>11</b>
Caracterización de comunidades arrecifales y estado de condición arrecifal. ....	<b>11</b>
<b>Antecedentes</b> .....	<b>12</b>
Estado de condición arrecifal de Akumal .....	12
Índice de estructura arrecifal (IEA) .....	13
<b>Metodología</b> .....	<b>14</b>
Actualización del diagnóstico ambiental del arrecife de Akumal.....	14
<b>Resultados</b> .....	<b>19</b>
Abundancia relativa de colonias arrecifales por zona .....	20
Coberturas de los grupos funcionales y sustratos.....	22
IPPEC e IEA .....	24
Peces arrecifales.....	24
Estado de condición arrecifal .....	29
<b>Discusión</b> .....	<b>30</b>
Coberturas .....	30
Peces .....	32
IEA .....	34
Estado de condición .....	35
<b>CAPÍTULO III Diagnóstico Social</b> .....	<b>38</b>
<b>Marco Teórico</b> .....	<b>38</b>
Participación social en el manejo de recursos .....	38
Participación social en ZEP .....	39
Identidad territorial .....	40
<b>Antecedentes</b> .....	<b>40</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>42</b>
Caracterización las condiciones socioeconómicas de la zona de Akumal Pueblo.....	42
Percepción de los pobladores de Akumal ante la existencia de una ZEP .....	43
Relación del proceso de gestión del RP .....	43
<b>Resultados</b> .....	<b>44</b>
Condiciones socioeconómicas de la zona de Akumal Pueblo .....	44
Datos generales .....	44
Apropiación de los recursos .....	47
Principales problemáticas de Akumal.....	48
Toma de decisiones.....	49

Pesca en Akumal.....	50
Percepción de los pobladores de Akumal ante la existencia de una ZEP .....	52
Estado arrecifal y beneficios.....	52
Disponibilidad para conservar .....	54
Proceso de gestión de la ZRP .....	56
<b>Discusión .....</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO IV Análisis jurídico.....</b>	<b>67</b>
<b>Marco teórico .....</b>	<b>67</b>
Derecho en la zona costera.....	67
Marco jurídico mexicano en materia de ZEP.....	68
<b>Metodología.....</b>	<b>74</b>
Análisis Jurídico .....	74
<b>Resultados.....</b>	<b>75</b>
Características generales de los instrumentos .....	75
Fichas técnicas y análisis de los instrumentos.....	77
<b>Discusión .....</b>	<b>94</b>
<b>CAPÍTULO V Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>100</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>100</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>103</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo 1.....</b>	<b>106</b>
<b>Anexo 2.....</b>	<b>107</b>
<b>Anexo 3.....</b>	<b>111</b>
Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Tulum (SCPPPT).....	111
Centro Ecológico Akumal (CEA).....	113
Alianza Kanan Kay (AAK).....	114
<b>Anexo 4.....</b>	<b>115</b>
<b>Anexo 5.....</b>	<b>116</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>117</b>

## Índice de Figuras

**Figura 1.1:** Localización de Akumal, Quintana Roo, México.

**Figura 2.1:** Esquema de definición del estado de condición de comunidades coralinas. Indicadores positivos y negativos.

**Figura 2.2:** Ilustración de la técnica de filmación de videotransectos, un buzo ha extendido la cinta de 50 m sobre el sustrato coralino y otro buzo lo sigue, filmando el sustrato perpendicularmente.

**Figura 2.3:** Mapa de las estaciones de muestreo, agosto 2014.

**Figura 2.4:** Ejemplo de arreglo de ventanas de software para el análisis de los videos y el registro de los datos (MS Excel 2011).

**Figura 2.5:** Abundancia relativa de especies de la laguna arrecifal de Akumal, Quintana Roo, mayo 2014

**Figura 2.6:** Abundancia relativa de especies del Frente arrecifal de Akumal, Quintana Roo, febrero 2015.

**Figura 2.7:** Abundancia relativa de especies de la pendiente arrecifal de Akumal, Quintana Roo, febrero 2015.

**Figura 2.8:** Porcentajes de las coberturas de los grupos funcionales y sustratos en la Laguna arrecifal de Akumal, agosto 2014

**Figura 2.9:** Porcentajes de las coberturas de los grupos funcionales y sustratos en el frente arrecifal de Akumal, agosto 2014

**Figura 2.10:** Porcentajes de las coberturas de los grupos funcionales y sustratos en la pendiente arrecifal de Akumal, agosto 2014.

**Figura 2.11:** Abundancia promedio de grupos funcionales de peces arrecifales de la laguna arrecifal de Akumal, agosto 2014

**Figura 2.12:** Biomasa promedio de la estructura comunitaria de acuerdo a los grupos tróficos de peces arrecifales de la laguna arrecifal de Akumal, agosto 2014

**Figura 2.13:** Abundancia promedio de grupos funcionales de peces arrecifales del frente arrecifal de Akumal, agosto 2014

**Figura 2.14:** Biomasa promedio de la estructura comunitaria de acuerdo a los grupos tróficos de peces arrecifales del frente arrecifal de Akumal, agosto 2014

**Figura 2.15:** Abundancia promedio de grupos funcionales de peces arrecifales de la Pendiente Arrecifal de Akumal, agosto 2014

**Figura 2.16:** Biomasa promedio de la estructura comunitaria de acuerdo a los grupos tróficos de peces arrecifales de la Pendiente Arrecifal de Akumal, agosto 2014

**Figura 2. 17:** Porcentajes de coberturas de coral y macroalgas (1995-2010).

**Figura 3.1:** Sexo de los encuestados

**Figura 3.2:** Procedencia de los encuestados

**Figura 3.3:** Ocupación de los encuestados

**Figura 3.4:** Recursos utilizados por los pobladores según los encuestados

**Figura 3.5:** Principales problemas y preocupaciones de la comunidad identificados por los encuestados

**Figura 3.6:** Tomadores de decisiones según los encuestados

**Figura 3.7:** Percepción de los encuestados respecto a ser tomados en cuenta

**Figura 3.8:** Percepción de una toma de decisiones adecuada según los encuestados

**Figura 3.9:** Percepción de los encuestados con relación al estado del arrecife de Akumal

**Figura 3.10:** Funciones arrecifales según los encuestados

**Figura 3.11:** Evolución de los recursos pesqueros según los encuestados

**Figura 3.12:** Beneficios adquiridos

**Figura 3.13:** Porcentaje de aprobación de ciertas reglas pesqueras

**Figura 3.14:** Consentimiento de los encuestados para una zona de exclusión pesquera

**Figura 3.15:** Cartel de difusión para la charla informativa impartida por el CEA

**Figura 3.16:** Conocimiento del proceso

**Figura 3.17:** Participación en el proceso

**Figura 3.18:** Interés por participar

**Figura 4.1:** Ficha técnica de Área Natural Protegida.

**Figura 4.2:** Ficha técnica de Programa de Ordenamiento Ecológico Marino

**Figura 4.3:** Ficha técnica de Hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre

**Figura 4.4:** Ficha técnica de Área de refugio para proteger especies acuáticas

**Figura 4.5:** Ficha técnica de Programa de Ordenamiento Pesquero.

**Figura 4.6:** Ficha técnica de Planes de Manejo.

**Figura 4.7:** Cuadro sinóptico de las estrategias generales para los ordenamientos pesqueros y acuícolas.

**Figura 4.8:** Ficha técnica de Vedas

**Figura 4.9:** Ficha técnica de Zonas de refugio

**Figura 5.1:** Foto del Croquis del pueblo de Akumal.

**Figura 5.2:** Concesión de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Tulum

**Figura 5.3:** Producción de peso vivo de langosta por la SCPPT

**Figura 5.4:** Producción de peso vivo de mero por miembros de la SCPPT

**Figura 5.5:** Área que abarca la ZRP. Imagen tomada del acuerdo por el que se establece una ZRP en Akumal.

**Figura 5.6:** Tríptico de difusión de la Zona de Refugio Pesquero de Akumal

## Índice de Tablas

**Tabla 2.1:** Lista del índice potencial de preservación de estructura coralina (IPPEC) por especie de corales escleractinios

**Tabla 2.2:** Indicadores y valores para el estado de condición arrecifal.

**Tabla 2.3:** Estado de condición arrecifal según promedio

**Tabla 2.4:** IPPEC promedio e IEA promedio para cada zona arrecifal.

**Tabla 2.5:** Indicadores y valores para el estado de condición arrecifal por zona, Akumal, agosto 2014. El color rojo representa el estado crítico; el naranja malo; y el amarillo regular

**Tabla 2.6:** Registro histórico del IEA para Akumal

**Tabla 3.1:** Resultados ITER Akumal 2010 (datos sociodemográficos).

**Tabla 3.2:** Resultados ITER Akumal 2010 (datos socioeconómicos)

**Tabla 4.1:** Caracterización de los instrumentos legales que pueden llegar a tener la misma función de una ZEP

## Lista de Abreviaturas

AKK	Alianza Kanan Kay
AGRRA	Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment
AMP	Área Marina Protegida
ANP	Área Natural Protegida
ARPEA	Área de Refugio para la Protección de Especies Acuáticas
CC	Cobertura coralina
CCDSRN	Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable de la Región Noroeste
CEA	Centro Ecológico Akumal
CEMDA	Centro Mexicano de Derecho Ambiental
CIMARES	Comisión Intersecretarial para el Manejo sustentable de Mares y Costas
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAPESCA	Comisión Nacional de Pesca
CT	Complejidad topográfica
DOF	Diario Oficial de la Federación
FIDECARIBE	Fideicomiso Caleta Xel-Há y del Caribe

<b>HCCVS</b>	Hábitat Crítico para la Conservación de Vida Silvestre
<b>IAS</b>	Iniciativa Arrecifes Saludables
<b>IEA</b>	Índice de Estructura Arrecifal
<b>INAPESCA</b>	Instituto Nacional de Pesca
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
<b>INFONAVIT</b>	Fondo Nacional de Fomento a la Vivienda de los Trabajadores
<b>IPPEC</b>	Índice Potencial de Preservación de Estructura Coralina
<b>ITER</b>	Los Principales resultados por localidad del INEGI
<b>LGEEPA</b>	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
<b>LGPAS</b>	Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable
<b>LGVS</b>	Ley General de Vida Silvestre
<b>MAB</b>	Man and Biosphera
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>NTZ</b>	No Take Zone
<b>OE</b>	Ordenamiento Ecológico
<b>OEA</b>	Organización de los Estados Americanos
<b>OEM</b>	Ordenamiento Ecológico Marino
<b>ONG</b>	Organización No Gubernamental
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PROFEPA</b>	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
<b>PMP</b>	Plan de Manejo Pesquero
<b>POP</b>	Programa de Ordenamiento Pesquero
<b>PS</b>	Participación Social
<b>RLGEEPA</b>	Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
<b>RLGPAS</b>	Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable
<b>RLGVS</b>	Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre
<b>RMCP</b>	Reservas Marinas Completamente Protegidas
<b>RMHC</b>	Reserva Marina de Hol Chan
<b>RP</b>	Refugio Pesquero
<b>SAGARPA</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca
<b>SAM</b>	Sistema Arrecifal Mesoamericano
<b>SEMAR</b>	Secretaría de Marina
<b>SEMARNAP</b>	Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>UNESCO</b>	Organización de las Naciones para la Educación, la Ciencia y la Cultura
<b>ZEP</b>	Zona de Exclusión Pesquera
<b>ZRP</b>	Zona de Refugio Pesquero

## Estructura del documento

Para un mejor entendimiento del presente estudio, éste está estructurado de la siguiente manera:

- Capítulo I: Planteamiento del problema
- Capítulo II: Diagnóstico ambiental
- Capítulo III: Diagnóstico social
- Capítulo IV: Análisis jurídico
- Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones

El primer capítulo servirá como antecedente para la formalización del problema a nivel mundial en los arrecifes de coral y la implementación de Zonas de Exclusión Pesquera (ZEP) en el mundo y México como posible solución. Así mismo se particulariza en el problema existente en Akumal en torno a su arrecife coralino pues en este apartado se encuentra la justificación y los objetivos de este estudio.

El segundo capítulo es el diagnóstico ambiental de la zona. En este apartado se encuentran los antecedentes e importancia de la caracterización de los sistemas arrecifales como preámbulo de su manejo. Se encuentra la metodología utilizada para la caracterización del sistema arrecifal de Akumal, los resultados y la discusión.

El capítulo 3 aborda un diagnóstico social del pueblo de Akumal con énfasis en torno a la conformidad en la implementación de una ZEP en su bahía y en la pesca de Akumal. Se aborda la discusión de los resultados hallados.

En el cuarto capítulo se aborda el problema de la implementación de ZEP's en México desde el ámbito jurídico. En este capítulo se realizó un cuadro comparativo de los instrumentos legales que existen en México y que pueden fungir como zona de exclusión pesquera. Se realizó un análisis de qué instrumentos pueden ser implementados en Akumal.

Por último, en el capítulo 5 se encuentran las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I

## Planteamiento del problema

---

### Introducción

Un arrecife coralino es una estructura geológica resultado de los esqueletos de carbonato de calcio que depositan los corales (Buddemeir *et al.*, 2004). La unidad viviente del coral es el pólipo, un animal que puede ser observado viviendo individualmente o formando colonias (Cifuentes, *et al.*, 1995). Según Verón (2013), existen aproximadamente 790 especies de corales escleractínios.

Las estimaciones del rango de cobertura de los arrecifes en el mundo es aproximadamente de 0.1-0.5% del total de la superficie oceánica (Spalding y Grenfell, 1997) y están repartidos en poco más de 100 países con línea costera (Moberg y Folke, 1999). A pesar de su escasa cobertura, los arrecifes de coral son de los hábitats mas diversos de la tierra (Stehli *et al.*, 1979 citado en Bellwood y Hughes, 2001) y tienen tasas de producción primaria más altas en comparación a otros. Es, probablemente, el sistema más productivo del mundo en términos de biomasa (Hughes, 1989; Polovina, 1984).

El ecosistema arrecifal mantiene una estrecha relación con los pastos marinos y los bosques de manglar. Entre estos ecosistemas se llevan a cabo tres tipos de interacciones: las del tipo biológicas, los flujos de materia orgánica y energía y las interacciones de tipo físicas (González Ferrer, *et al.*, 2006). Por ejemplo, estos tres ecosistemas tienen en común la presencia de especies capaces de edificar estructuras colindantes que sirven de refugio, alimento o substrato a otras especies, de forma transitoria o permanente. (González Ferrer, *et al.*, 2006). Además, muchos organismos acuáticos emprenden migraciones ontogenéticas de un hábitat a otro durante su ciclo de vida (Mumby, 2006).

Así mismo, los manglares al tolerar un nivel relativamente más alto de nutrientes disueltos, generan un ambiente productivo que provee hábitat a un amplio rango de organismos. El

consumo de nutrientes por estos organismos ocasiona una denitrificación en el agua, acción que se vuelve de gran ayuda para los arrecifes los cuales necesitan de ambientes oligotróficos para desarrollarse (MacKenzie, 2001, citado en Mata Lara 2012).

Según Moberg y Folke (1999) y Wilkinson, (2004) la importancia de los arrecifes coralinos, desde la perspectiva humana, radica en que mantienen a cerca de 500 millones de personas a través de bienes y servicios como: 1) provisión de comida: según McAllister (1991), citado en Moberg y Folke (1999), la tercera parte de las especies pesqueras del mundo habitan en los arrecifes; 2) protección costera: debido a sus características físicas y ecológicas, entre los arrecifes y los manglares se disipa entre el 70% y 90% de la energía proveniente de las olas creadas por viento de tormenta (UNEP-WCMC, 2006); y 3) satisfacción de necesidades recreacionales, estéticas y culturales.

A pesar de lo importante que son los arrecifes para el humano, a nivel mundial los arrecifes de coral están en declive (Pollock, *et al.*, 2011; Wilkinson, 2002). Específicamente para el Caribe, se estima que en promedio el 80% de la cobertura coralina se ha perdido en un periodo de 30 años (Gardner *et al.*, 2003). La contaminación del agua, la destrucción del hábitat, la sobrepesca, la introducción de especies invasoras y el cambio climático global son las causas más relacionadas a éste (Pollock, *et al.*, 2011; Bellwood, *et al.*, 2004; Bryant, *et al.*, 1998).

Además, en el Caribe se ha observado una disminución en la biomasa de peces herbívoros tanto en zonas relacionadas a actividades pesqueras como en zonas fuertemente modificadas por actividades antrópicas (Hughes, T. P., 1994; Jackson, J., *et al.*, 2014). Esta situación contribuye a una mayor cobertura de algas y a una disminución de cubierta coralina y por lo tanto una continua degradación del ecosistema (Norström *et al.*, 2009; Klomp y Kooistra, 2003).

Dado el alto valor del ecosistema arrecifal y la alta vulnerabilidad que éste enfrenta, se vuelve urgente la búsqueda de mecanismos eficaces para reducir los efectos negativos y al mismo tiempo propiciar la salud y resiliencia de océanos (Lubchenco *et al.*, 2003). Así, se plantea con mayor frecuencia la necesidad de designar áreas protegidas completamente cerradas a la pesca y a todo tipo de explotación o uso dañino (Roberts y Hawkins, 2000;

PISCO, 2008).

Este tipo de herramientas son un esfuerzo dirigido a restituir los ecosistemas marinos y aunque la demanda es ambiental, el proceso de selección se ve influenciado predominantemente por los criterios socioeconómicos (Roberts & Hawkins, 2000; CEDMMR, 2001).

Akumal, Quintana Roo, se encuentra dentro del municipio de Tulum en el estado de Quintana Roo, México. La Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) contempla a Akumal como un área marina prioritaria para la conservación, la investigación y una cultura de protección y de educación ambiental basada en la valoración de sus recursos naturales, y como un patrimonio natural que podría redundar de manera positiva en el desarrollo científico, social, económico y cultural del país. Además, según el Centro Ecológico Akumal (CEA) (2008), “la economía del poblado depende de la conservación de los recursos naturales pues un alto porcentaje de la población se dedica principalmente al turismo y a la pesca”.

Aún en este contexto en donde se prioriza la conservación ambiental y la economía del lugar depende de la subsistencia de los recursos, el crecimiento poblacional, la contaminación del agua del manto freático, el incremento en la intensidad de uso por actividades náuticas turísticas y la sobrepesca figuran como problemas ambientales potenciales en la zona. (CEA, 2008).

## **Marco teórico**

### **Zona de exclusión pesquera**

Las actividades humanas constituyen serias amenazas a la diversidad biológica de los océanos y a su capacidad de sostener una pesca productiva (Roberts y Hawkins, 2000). Es por ello que son necesarios nuevos enfoques para gestionar los océanos y mejoras en las herramientas de conservación y manejo pesquero (CEMDA, 2010).

En este sentido, ha surgido la idea de que por medio de las Reservas Marinas Completamente Protegidas (RMCP), “No Take Zone” (NTZ), o en el caso de este trabajo

zona de exclusión pesquera (ZEP), se logrará conservar la diversidad biológica marina, restaurar las poblaciones de peces, promover el turismo sustentable y salvaguardar la integridad de los ecosistemas (Roberts y Hawkins, 2000).

Una reserva marina es una herramienta de conservación y manejo pesquero con enfoque de ecosistema que se está impulsando como una de las soluciones para contrarrestar la crisis ambiental en los océanos (Gell y Roberts, 2003). En todos los lugares en los que se ha establecido una reserva marina de modo adecuado y que han existido durante algunos años con una protección total, se ha alcanzado los objetivos de conservación (mantenimiento de la diversidad biológica marina y la protección de los hábitats marinos), y además han traído beneficios sociales y económicos a la población local a través del incremento de sus recursos naturales (Roberts y Hawkins, 2000; Alison L., *et al.*, 2014). Este instrumento se está impulsando en el mundo como una de las herramientas que guiarán los esfuerzos para conservar los ecosistemas marinos, preservar sus funciones ecológicas y mejorar la calidad de las pesquerías (Kelleher *et al.* 1995; Hughes *et al.* 2003; Fernandes, *et al.* 2005).

Algunos autores han ofrecido orientación sobre la implementación de redes de reservas marinas (Sala et al. 2002; Lubchenco et al., 2003; Roberts and Hawkins, 2000; Sladek y Alan, 2004). Aunque en México se han establecido áreas que indirecta o directamente llegan a tener la misma función que las reservas marinas, aún no se ha desarrollado un reglamento para diseñar, establecer, evaluar y vigilar las reservas marinas como una unidad de manejo pues el término no existe de manera explícita en la normatividad ambiental ni pesquera mexicana.

### **Zonas de exclusión pesqueras en el mundo y en México**

Hasta el año 2006, existían al menos 4500 Áreas Marinas Protegidas (AMP) en el mundo, aproximadamente equivalentes al 0.6% de los océanos. De este porcentaje, menos de 0.01% de los océanos está protegido por ZEP's (PISCO, 2008). El SAM conserva su posición global como líder en la declaración de AMP's. Los cuatro países involucrados (México, Belice, Guatemala y Honduras) han logrado el objetivo de proteger el 20% de su mar

territorial. Son 45 AMP's en el SAM y protegen 23,492 km<sup>2</sup> de área marina pero sólo 7% de esa superficie se encuentra bajo el ZEP's (IAS, 2015).

Según el Reporte de Salud del Arrecife Mesoamericano del 2015 lanzado por la "Iniciativa Arrecifes Saludables (IAS), los beneficios que se obtienen con la protección total son mucho mayores que aquellos obtenidos con niveles menores de protección. Los sitios donde los arrecifes coralinos estaban protegidos bajo ZEP's tuvieron en promedio 10 veces más biomasa de pargos y meros que los arrecifes protegidos solamente bajo AMP's.

PISCO (2008) en una evaluación de 124 reservas marinas, reportó que en promedio, la biomasa de flora y fauna incrementó 446%; la densidad incrementó 166%; el tamaño de los animales se incrementó un 28%; y la diversidad incrementó 21%. Sin embargo, en otro estudio que abarcaba 255 reservas marinas en el mundo, PISCO reveló que tan sólo 12 son patrulladas periódicamente para prevenir la pesca ilegal.

Probablemente el caso de estudio más representativo a nivel mundial es el del Parque Marino de la Gran Barrera de Coral, creado en 1975, con una zonificación que no protegía toda la diversidad biológica. Al percatar esto, las autoridades competentes decidieron realizar cambios entre los que figuró la identificación de 70 biorregiones. Al final del proceso, se aprobó un plan final que incluía reservas marinas que cubrían más del 33% del Parque Marino. Las directrices científicas bien definidas y la cuidadosa y amplia consideración de los intereses públicos, contribuyeron al éxito del proceso de planificación (PISCO, 2008; Fernandes, *et al.*, 2005).

La "Reserva Marina Hol Chan" (RMHC), una isla en la barrera de arrecifes de Belice, se estableció en 1987 porque la sobrepesca había causado un colapso de varias pesquerías y el impacto en los ecosistemas adyacentes por el incremento de actividades urbanas y turísticas era evidente (Roberts y Hawkins, 2000). La RMHC abarca el arrecife de coral, los pastos marinos y los manglares. Se determinó su zonificación para distintos usos y aunque las actividades de pesca sólo están prohibidas en un área de 2,6 km<sup>2</sup>, el aumento de la biomasa de los peces comercialmente importantes asociados a los arrecifes fue de 50% en solamente 4 años. Además, en promedio, 25% de las especies de peces mostró una mayor abundancia, y biomasa en la zona totalmente protegida.

Por esta razón, muchos pescadores se convirtieron en prestadores de servicio turísticos, sin embargo surgieron problemas por el exceso de los impactos de los turistas. (Roberts y Hawkins, 2000). El cambio de actividad económica ayuda al ecosistema de una manera directa pues la extracción ya no es una opción. Sin embargo, debemos percatar que en este caso, el trabajo de gestión de la ZEP no dimensionó la magnitud del cambio cultural que se vivió en la zona y los posibles efectos que llegó a tener la zona protegida.

Específicamente para México, PISCO (2008) reporta el caso de Puerto Peñasco, Sonora. En 2002, los pescadores de la zona crearon una red de reservas marinas para ayudar a la recuperación de vieiras (moluscos bivalvos). La información científica contribuyó a la selección de los sitios para su protección permanente. En sólo 2 años, la abundancia de vieiras aumentó más de 40% dentro de las ZEP's y el 80% de los pescadores reportó un aumento en zonas donde antes se habían agotado.

La población local patrulló las reservas pero no había base jurídica para la vigilancia. En pocos años los pescadores de otros lugares iniciaron pesca furtiva y como resultado, la comunidad decidió reabrir las áreas a la pesca, los caracoles y vieiras se agotaron rápidamente. En 2007, el gobierno Mexicano concedió a la cooperativa pesquera local derechos exclusivos y a partir de esto, se inició el proceso de restablecer la red de reservas marinas (PISCO, 2008). Este ejemplo demuestra la importancia del apoyo de la comunidad local y del gobierno para lograr el éxito en la implementación de las reservas marinas.

En la región del SAM en México, los casos de Banco Chinchorro y Bahía Espíritu Santo en Sian Ka'an son los más sobresalientes. Ambos casos iniciativas de Alianza Kanan Kay (AKK) con el propósito por convertir el 20% de las aguas territoriales de Quintana Roo en refugios pesqueros en el año 2015 (Alianza Kanan Kay, 2013).

En septiembre del 2013, se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) los refugios de Banco Chinchorro y Punta Herrero. En noviembre del 2012 los de Sian Ka'an.

Por una parte, la justificación de los refugios en Banco Chinchorro fue que las pesquerías tienden a la baja o están al máximo de aprovechamiento, principalmente la de caracol rosado (Alonzo Ruíz, 2007). Los pescadores, con sus propias iniciativas, intentaron en 1997/8 implementar una veda permanente para la captura de caracol rosado. Como no

funcionó debido a la continua pesca furtiva en la zona, en 2012 se propuso formalmente a las autoridades una veda por cinco años que permita controlar la pesca furtiva y ésta se decretó junto con la red de refugios pesqueros (Alianza Kanan Kay, 2012a).

Por otra parte, la justificación de tener un refugio pesquero en Bahía Espíritu Santo se basó en que existían problemas como la escasa vigilancia, la pesca ilegal y las deficiencias en la aplicación de la ley (Sosa Cordero y Ramírez, 2011 citado en Alianza Kanan Kay, 2012b). Ante este escenario, los pescadores de la zona se dedicaron a patrullar sus áreas de pesca con apoyo de las autoridades de gobierno. Sin embargo, los patrullajes eran insuficientes debido a la extensión de la zona y a que los recursos destinados a vigilancia eran limitados. Por ello en 2012 se propuso la creación de zonas de refugios pesqueros, con vigilancia eficiente.

En ciertas situaciones, el efecto de las reservas marinas sobre los indicadores de abundancia, tamaño, biomasa o diversidad puede tardar décadas en reflejarse (PISCO 2008). A tres años del decreto de estos refugios, aún no se cuenta con una evaluación representativa de la implementación de las herramientas de manejo.

Dada la situación de la alta modificación a los ambientes costeros y marinos, la tendencia del desarrollo antropogénico de la zona, las tendencias registradas de declive en la condición arrecifal tanto a nivel local (Akumal) como regional (SAM) y la necesidad de establecer medidas de manejo para la gestión adecuada de los recursos, surge la interrogante: ¿Se presentan las condiciones adecuadas (biológicas, socioeconómicas y legales) para que exista una zona de exclusión pesquera (ZEP) en el área marina de Akumal?

Este estudio presenta una evaluación del proceso de implementación de una ZEP impulsado por actores locales con el apoyo de la ONG, Alianza Kanan Kay, en Akumal Q. Roo. El proceso de evaluación se llevó a cabo desde tres perspectivas, la ambiental, la social y la legal.

## **Área de estudio**

Akumal es un poblado que se encuentra localizado en las coordenadas geográficas 20°26' N, 87°18' O y 20°17' N 87°20' O. El poblado se localiza en el municipio de Tulum en el estado

de Quintana Roo, México y que cuenta con una población de 1310 habitantes (INEGI, 2010) (Figura 1).

En Akumal existen 2 lagunas arrecifales someras, una al sur, llamada Bahía de Akumal y otra al norte, Bahía de Media Luna. El desarrollo turístico se concentra alrededor de la Bahía de Akumal, en la orilla de la Bahía de Media Luna y en la franja de tierra entre las 2 lagunas (Garza Pérez 1999).

El arrecife de Akumal, en Quintana Roo, México, es parte del sistema de arrecifes bordeantes del Mesoamerican Reef, y tiene una alta riqueza biológica y un alto valor estético, con presencia conspicua de especies carismáticas (tortugas marinas), proporcionando un atractivo muy importante para el turismo. La actividad turística en Akumal se comenzó a desarrollar en 1958, cuando se adquirieron las tierras usadas como rancho cocotero para establecer un club de yates. Akumal fue el primer resort turístico en la parte continental de Quintana Roo y ahora forma parte de una de las zonas turísticas mas visitadas del mundo, la Riviera Maya.

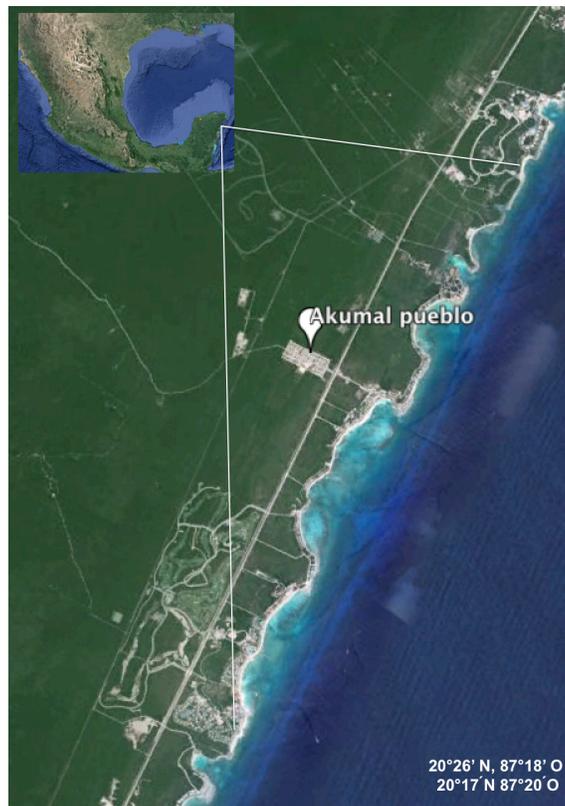


Figura 1.1 Localización de Akumal, Quintana Roo, México. Imágenes tomadas de Google Earth® 2016

## Justificación

El ecosistema arrecifal de Akumal se ve afectado por el crecimiento poblacional, la contaminación del agua del manto freático, el incremento en la intensidad de uso por actividades náuticas turísticas y la sobrepesca (CEA, 2008). Además, el estado de condición del arrecife se ha definido como “crítico” debido a la baja cobertura de corales y la dominancia de macroalgas, entre otras cosas (Garza Pérez 2004, Garza Pérez, *et al.*, 2011 y; López Patoni, 2014).

Teniendo en cuenta que el Manejo Integral de la Zona Costera (MIZC) debe considerar las necesidades ecosistémicas, sociales y económicas a nivel regional y local incorporando las diferentes interacciones que surgen entre las personas que viven en o usan el recurso, el ambiente costero bajo una visión ecosistémica, y los tomadores de decisiones y creadores de políticas públicas, el desarrollo de la economía local y regional en Quintana Roo debe resolver los actuales problemas ambientales presentes en su costa mediante estrategias de manejo integrales. Estas estrategias de manejo deberán ser una aproximación holística, sinóptica y multidisciplinaria que integre aspectos biológicos, físicos, económicos, culturales, legales, tecnológicos y humanos de tal forma que conduzca a una planeación sostenible de sus recursos promoviendo una mayor participación de la sociedad civil con de verdaderos procesos de participación local en las tomas de decisión (SEMARNAT, 2005; Carabias 2008; Breton y Blais 2008; ELI, 2009; Cicin Saint y Knecht, 1998; Euán, *et al.*, 2004).

Con el fin de aliviar la degradación de la diversidad marina, una herramienta de manejo que ha sido utilizada por gestores y usuarios de los recursos costeros y marinos, es el uso de reservas marinas completamente protegidas (CEMDA, 2010). Cuando se establece una reserva marina completamente protegida, el objetivo fundamental consiste en incrementar la abundancia y diversidad de organismos marinos dentro de sus límites (PISCO, 2008). Desde que se establecieron las primeras reservas totalmente protegidas, hace más de dos décadas, se ha generado evidencia científica que indica que las reservas no sólo son herramientas para la conservación, sino que también pueden ofrecer un gran apoyo a las

pesquerías (Roberts y Hawkins, 2000). En general, en los sitios donde se han establecido una ZEP, la biomasa, la densidad, el tamaño y la diversidad incrementa (PISCO, 2008).

Sabiendo que en el proceso de designar ZEP influyen más los criterios socioeconómicos, y por lo tanto que el proceso de implementación de las reservas se convierte en un proceso social y no ecológico, los resultados de esta investigación serán de utilidad dando certeza a la pertinencia de las estrategias de manejo que hoy en día se están llevando en Akumal. Tener un estudio de factibilidad de este instrumento proporcionará a los diferentes grupos sociales interesados en el manejo de los recursos de Akumal, una gama de aciertos y errores de las acciones llevadas a cabo en Akumal.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar el proceso de implementación de una zona de exclusión pesquera en las bahías de Akumal

### **Objetivos particulares**

- Actualizar el diagnóstico ambiental del arrecife de Akumal.
- Caracterizar las condiciones socio-económicas de la zona de Akumal
- Conocer la percepción y nivel de aceptación de la población para que en Akumal exista una zona de exclusión pesquera
- Describir el proceso de implementación del RP
- Determinar la figura legal óptima para que en Akumal exista una ZEP
- Emitir recomendaciones acerca de la implementación de una ZEP en Akumal

# CAPÍTULO II

## Diagnóstico ambiental

---

### Marco Teórico

Caracterización de comunidades arrecifales y estado de condición arrecifal.

La caracterización de la condición de un recurso es un paso imprescindible para la elaboración de estrategias de conservación y aprovechamiento. En general, un programa de caracterización tiene como objetivo hacer un inventario para describir el estado inicial del ecosistema y así, alertar sobre cambios en los hábitats (Citrón et al., 1994, en García y Nava, 2007).

En específico para el arrecife, la caracterización se puede llevar a cabo por diferentes métodos (López Patoni, 2014). La técnica de videotransecto es una técnica de resolución media, no destructiva y que tiene las ventajas de proporcionar registros permanentes, ser fácilmente implementada en campo y ser de fácil procesamiento en laboratorio (RealReefs, 2012).

La comunidad bentónica arrecifal se caracteriza a través de los indicadores de estructura y función a lo largo y ancho del arrecife estudiado, y la integración de la información que estos proporcionan. En términos generales, para definir un estado de condición arrecifal se contrastan los valores de los indicadores obtenidos con valores de los indicadores en los que idealmente se espera que sean altos o bajos respectivamente (RealReefs, 2012) (Figura 2.1).

Por ejemplo, se espera que un arrecife con un buen estado de condición presente, entre otras: 1) coberturas por encima de 50%; 2) altas densidades de colonias de coral; 3) altos valores de diversidad y equidad de especies coralinas; 4) una distribución normal de tamaños de colonias de coral duro; 5) una complejidad topográfica por encima de 0.25; 6) cobertura de macroalgas de >5%; 7) incidencia nula de enfermedades; 8) bajo porcentaje de coral muerto reciente (>0.1%); 9) baja densidad de organismos bioerosionadores; 10) baja

incidencia de colonias coralinas muertas en pie; 11) (RealReefs, 2012).

Por el contrario, cuando las tendencias mencionadas comienzan a invertirse, el estado de condición del arrecife comienza a degradarse, modificando su estructura y perdiendo funcionalidad. Es ahí cuando se puede hablar de arrecifes en riesgo o arrecifes en estado crítico por tener una estructura y función limitada que disminuye drásticamente su resiliencia y resistencia como ecosistema (RealReefs, 2012).

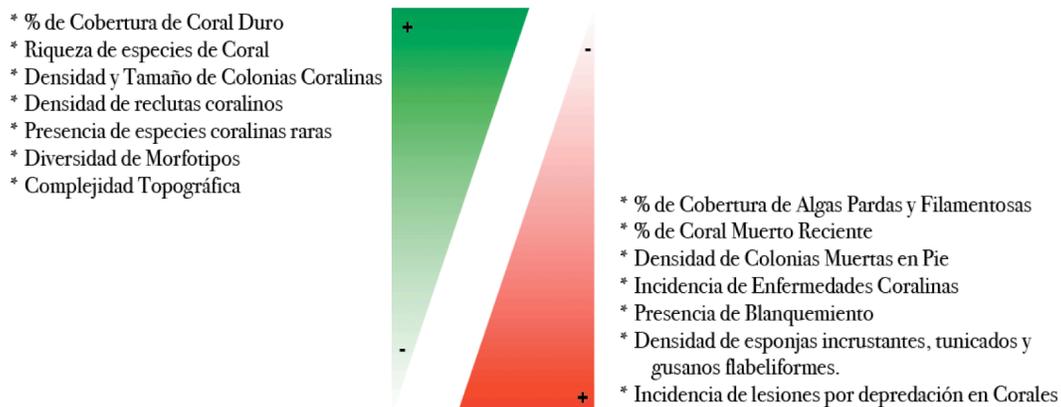


Figura 2.1. Esquema de definición del estado de condición de comunidades coralinas. Indicadores positivos y negativos. Tomada de RealReefs (2012)

## Antecedentes

### Estado de condición arrecifal de Akumal

En el caso del arrecife de Akumal, Garza Pérez 1999, Garza Pérez (2004), Garza Pérez, *et al.*, (2011) y López Patoni, (2014), obtuvieron el estado de condición del coral a través de la caracterización y evaluación de la estructura de la comunidad arrecifal.

Gutiérrez Carbonell *et al.* (1995), reportaron una alta incidencia de macroalgas en la zona del frente arrecifal (36.1% del total de la cobertura), una cobertura de corales escleractíneos de aproximadamente 30% y 5.5% de octocoral.

En 1998, Garza Pérez (1999) evaluó el estado de condición de la comunidad coralina de Akumal y estimó que para el frente arrecifal se presentaban altos valores de cobertura algal (28.14%); 23.3% de corales escleractíneos y 12.18% de octocorales. Según Garza Pérez (1999), estos porcentajes pudieran ser indicadores de un desequilibrio en el sistema.

Desde 1998 Akumal era considerado un claro ejemplo de un arrecife perturbado, con alta influencia antropogénica, principalmente por la baja cobertura coralina que presenta y por el efecto del cambio en la calidad del agua en el arrecife. Se consideró al estado de condición del arrecife de Akumal como “estresado y proclive a la degradación” (Garza Pérez, 1999).

Garza Pérez (2004) realizó una caracterización arrecifal de Akumal en el 2000. Según sus reportes, la cobertura de algas fue el grupo funcional que tuvo mayor cobertura en el arrecife,  $31\% \pm 18$  en el frente y  $32\% \pm 14$  en la pendiente. La cobertura coralina fue de  $19\% \pm 7$  y los octocorales presentaron una cobertura de  $10\% \pm 7$ .

Garza Pérez *et al.* (2011), determinaron en el 2010 para el frente arrecifal un 44.7% de cobertura de macroalgas; 11.3% de octocoral y; 13.6% de coral escleratíneo.

Respecto a la ictiofauna, el reporte de Iniciativa Arrecifes Saludables (IAS) de 2012, mostró que la biomasa de peces herbívoros en Quintana Roo estaba en mal estado y era inferior que en otros países conformantes del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM). Sin embargo los peces de interés comercial mostraron valores más altos que otros países.

Específicamente para Akumal el reporte de resultados del programa de monitoreo arrecifal del Centro Ecológico Akumal (CEA) 2006-2012 menciona que hay un decremento del 50% en la biomasa de especies de peces con valor comercial; las estimaciones son específicas para meros y pargos. Garza *et al.* 2011 reportan biomásas respecto a las diferentes categorías tróficas en todo el arrecife, aunque las biomásas que mostraron mayor cantidad fueron los peces con alimentación a base de plantas y detritus, los carnívoros generalizados y los que se alimentan de invertebrados con concha, las biomásas no son altas en comparación a otros arrecifes.

### *Índice de estructura arrecifal (IEA)*

El IEA (Garza-Pérez *et al.* –en prep.–) es un índice que sirve para describir y comparar la estructura arrecifal. Utiliza los indicadores de porcentaje cobertura de coral, complejidad topográfica ó rugosidad y la densidad de colonias coralinas por especie ponderada por el aporte en calcificación y cremiento de cada especie, y los integra en un solo número.

García Guzmán (2013) realizó una primera implementación en la que se describe la utilidad de este índice como herramienta de manejo, y ejemplifica gráficamente una escala de los valores reales que pueden ser alcanzados por el IEA. López Patoni (2014) implementó una modificación a García Guzmán (2013) y comparó dos arrecifes en el tiempo.

## Metodología

### Actualización del diagnóstico ambiental del arrecife de Akumal

La actualización del diagnóstico ambiental del arrecife de Akumal se realizó por una parte a través de la evaluación de las comunidades bentónicas por medio de videotransectos basándose en el Manual de RealReefs (2012). Éste consistió en filmar transectos de 50 x 0.6m del sustrato arrecifal con una cámara de video digital de alta resolución GoPro Hero3+ con luces BigBlue VT1800 en cada una de las estaciones (Figura 2.2). En mayo del 2014 se visitaron 12, 42 en agosto del 2014 y 33 en febrero 2015. Éstas fueron seleccionadas a partir de un diseño muestral estratificado definido previamente (Garza-Pérez, 2004) sobre imágenes satelitales de alta resolución para 3 zonas arrecifales (laguna, frente y pendiente, en rangos de profundidad de 0-3m, 5-12m y de 18-23m respectivamente) (Figura 2.3).



Figura 2.2. Ilustración de la técnica de filmación de videotransectos, un buzo ha extendido la cinta de 50 m sobre el sustrato coralino y otro buzo lo sigue, filmando el sustrato perpendicularmente. Tomada de RealReefs, 2012



Figura 2.3. Mapa de las estaciones de muestreo, agosto 2014.

El análisis de videotransectos consistió en analizar 40 cuadros (pausas) a intervalos regulares en cada transecto y en cada uno de ellos identificar los tipos de sustrato y organismos bajo 13 puntos repartidos sistemáticamente en la pantalla (Figura 2.4), con el fin de determinar la cobertura bentónica de grandes grupos funcionales.

Las categorías de cobertura se realizaron incluyendo los taxas de corales escleractinios, octocorales, algas bentónicas, esponjas, octocorales, zoántidos y la cobertura del sustrato por componentes no vivos, arena, roca, padecería, así como de las condiciones de las colonias. Posterior a ello, se realizó un promedio de coberturas para cada zona arrecifal.

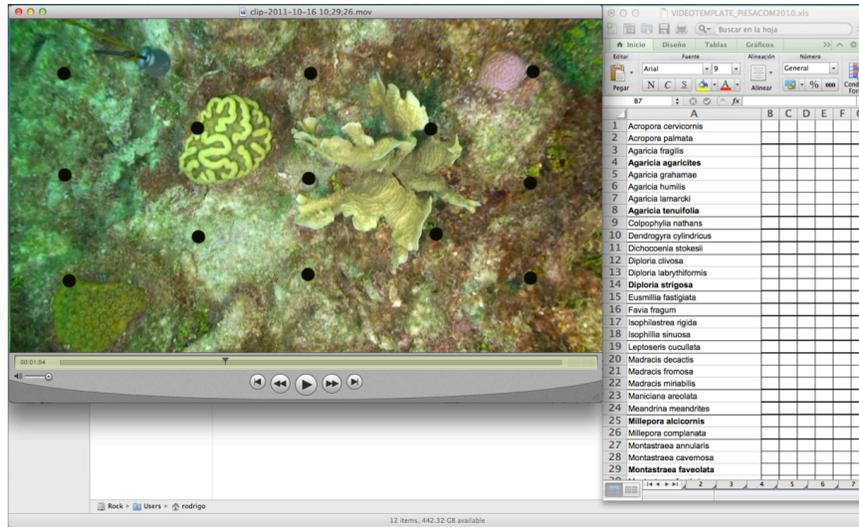


Figura 2.4. Ejemplo de arreglo de ventanas de software para el análisis de los videos y el registro de los datos (MS Excel 2011). En la ventana de video se puede observar el patrón de puntos repartidos sistemáticamente en el cuadro de video. Imagen tomada de RealReefs 2012

Además, en cada uno de los transectos se realizó un conteo del número de colonias coralinas por especie para establecer su densidad y el porcentaje de abundancia. La densidad corresponde al conteo de colonias coralinas por especie por transecto, divididas entre  $30\text{m}^2$  (área total que cubre transecto de  $50 \times 0.6\text{m}$ ). Posteriormente se calculó el promedio de la densidad por zona arrecifal.

$$\frac{\text{No. De colonias por especie}}{30\text{m}^2}$$

Para comparar la estructura de las diferentes zonas arrecifales de Akumal, se calculó el Índice de Estructura Arrecifal (IEA) propuesto por García Guzmán (2013) y modificado en López Patoni (2014) y Garza Pérez *et al.* (en preparación) para cada transecto. Para la obtención de este índice se utilizó la cobertura coralina (CC), la complejidad topográfica (CT), y un Índice Potencial de Preservación de Estructura Coralina (IPPEC), este último corresponde a los valores asignados a los corales escleractinios dependiendo de su estructura y funcionamiento, así como su contribución a la rugosidad y complejidad topográfica.

Posteriormente se calculó el promedio del IEA por zona arrecifal.

$$\text{IEA} = (\text{IPPEC}) * (\text{CC}) * (\text{CT})$$

$$\text{IPPEC} = (a^1 \dots a^n * 1) + (b^1 \dots b^n * 0.55) + (c^1 \dots c^n * 0.3) + (d^1 \dots d^n * 0.15) + (e^1 \dots e^n * 0.05)$$

En donde:

CC= Cobertura coralina

CT= Complejidad topográfica

Tabla 2.1. Lista del índice potencial de preservación de estructura coralina (IPPEC) por especie de corales escleractinios. Tomada de Garza Pérez *et al.* (en preparación).

Tipo spp	1	2	3	4	5
Peso	1	0.55	0.3	0.15	0.05
<i>Acropora cervicornis</i>	<i>Orbicella annularis</i>	<i>Colpophylia natans</i>	<i>Agaricia grabmae</i>	<i>Agaricia Fragilis</i>	
<i>Acropora palmata</i>	<i>Orbicella faveolata</i>	<i>Dendrogyra cylindrus</i>	<i>Agarici undata</i>	<i>Dichocoenia stokesi</i>	
<i>Acropora prolifera</i>		<i>Diploria labyrinthiformis</i>	<i>Agaricia lamarcki</i>	<i>Favia fragum</i>	
		<i>Pseudodiploria divosa</i>	<i>Eusmilia fastigiata</i>	<i>Helioseris cucullata</i>	
		<i>Orbicella franksi</i>	<i>Isophyllastrea rigida</i>	<i>Manicina areolata</i>	
		<i>Siderastrea Sidera</i>	<i>Isophyllastrea sinuosa</i>	<i>Millepora alcicornis</i>	
		<i>Millepora complanata</i>	<i>Madracis aurentenra</i>	<i>Mussa angulosa</i>	
			<i>Madracis decactis</i>	<i>Mycetophyllia lamarckiana</i>	
			<i>Madracis Formosa</i>	<i>Mycetophyllia ferox</i>	
			<i>Madracis mirabilis</i>	<i>Scolymia spp</i>	
			<i>Meandrina meandrites</i>	<i>Siderastrea radians</i>	
			<i>Meandrina jacksoni</i>	<i>Undaria humillis</i>	
			<i>Porites porites</i>		
			<i>Porites divaricata</i>		
			<i>Porites furcata</i>		
			<i>Porites astreoides</i>		
			<i>Pseudodiploria strigosa</i>		
			<i>Solenastrea spp</i>		
			<i>Stephanocoenia intersepta</i>		
			<i>Undaria tenuifolia</i>		
			<i>Undaria agaricites</i>		

La estimación de la complejidad topográfica se llevó a cabo con la ayuda de una cadena de 20m. La cadena se coloca en el fondo siguiendo el contorno del sustrato y se mide la longitud alcanzada por la ésta. El valor de la longitud alcanzada por la cadena es dividido por la longitud de la cadena, la relación obtenida, a la inversa, se toma como un valor de complejidad topográfica (CT), siendo 0 completamente plano y 1 máxima complejidad topográfica (Garza Pérez, 2004).

$$CT = 1 - d/Lc$$

En donde:

d = longitud alcanzada por cadena sobre sustrato.

Lc = longitud de la cadena

Para evaluar las comunidades de peces se realizaron censos visuales (transectos en banda de 100m<sup>2</sup>) en agosto del 2014 y se realizaron en las mismas estaciones donde se evaluaron las comunidades bentónicas. Los datos de abundancia y biomasa de peces arrecifales clasificados por tipo de alimentación, peces herbívoros y comercialmente importantes, fueron proporcionados por Molina Hernández (en preparación).

El estado de condición se obtuvo a partir de la propuesta de IAS (2015). Los indicadores a considerar fueron: el porcentaje de cobertura de corales, el porcentaje de cobertura de algas, biomasa de peces herbívoros (loros y cirujanos) y biomasa de peces comerciales (pargos y meros). Se les otorgó valores de 1 (crítico) a 5 (muy bien) de acuerdo al estado que este porcentaje representa (IAS, 2015) (Tabla 2.2).

Para determinar el estado de condición se obtuvo un promedio de los valores correspondientes a cada indicador (Tabla 2.3). Además se comparó el valor obtenido en cada zona arrecifal.

Tabla 2.2 Indicadores y valores para el estado de condición arrecifal. Tabla tomada de IAS, 2015.

Indicadores	Muy bien (5)	Bien (4)	Regular (3)	Mal (2)	Critico (1)
Cobertura de Coral (%)	>40	20 - 39.9	10 - 19.9	5 - 9.9	<5
Cobertura de Macroalgas (%)	0 - 0.9	1 - 5	5.1 - 12	12.1 - 25	>25
Biomasa de peces herbívoros (gr/100m <sup>2</sup> )	≥3480	2880-3479	1920-2879	960-1919	<960
Biomasa de peces comerciales (gr/100m <sup>2</sup> )	≥1680	1260-1679	840-1259	420-839	<420

Tabla 2.3. Estado de condición arrecifal según promedio.  
Tabla copiada de Iniciativa Arrecifes Saludables (IAS, 2015).

Muy bien	<4.2 - 5
Bien	>3.4 - 4.2
Regular	>2.6 - 3.4
Mal	>1.8 - 2.6
Critico	1 - 1.8

## Resultados

De las 45 estaciones muestreadas para el conteo de las colonias coralinas, 12 corresponden a la laguna arrecifal (datos tomados en mayo 2014 y proporcionados por Molina Hernández); 18 al Frente (datos de febrero 2015); y 15 corresponden a la Pendiente arrecifal (datos de febrero 2015).

Para la cobertura de los grupos funcionales se muestrearon 42 estaciones, 12 correspondientes a la laguna, 16 al frente y 14 a la pendiente, todos los datos fueron tomados en agosto del 2014.

### Abundancia relativa de colonias arrecifales por zona

Para la laguna arrecifal, con una densidad de  $3.13 \text{ D.E.} \pm 1.38 / \text{m}^2$ , el total de colonias encontradas fue de 1125. Se determinó que la especie más abundante fue *Orbicella annularis* (25% del total) seguida de *Porites astreoides* (23% del total) y *Porites porites* (12%). Se encontraron 20 especies de coral escleractíneo (Figura 2.5).

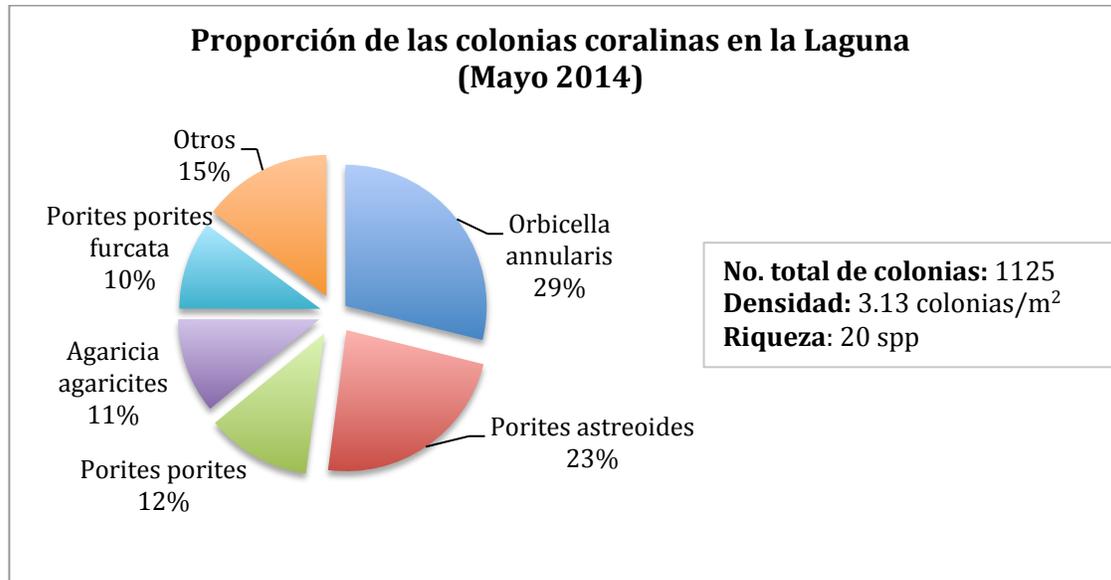


Figura 2.5. Abundancia relativa de especies de la laguna arrecifal de Akumal, Quintana Roo, mayo 2014.

Para el frente arrecifal, con una densidad de  $6.47 \text{ D.E.} \pm 2.35$  colonias por  $\text{m}^2$ , el total de colonias encontradas fue de 3497. Se encontró que la especie más abundante fue *Agaricia agaricites* (35%) seguida de *Porites astreoides* (12%) y *Siderastrea siderea* (12%). La riqueza de coral escleractíneo fue de 34 especies. (Ver Figura 2.6).

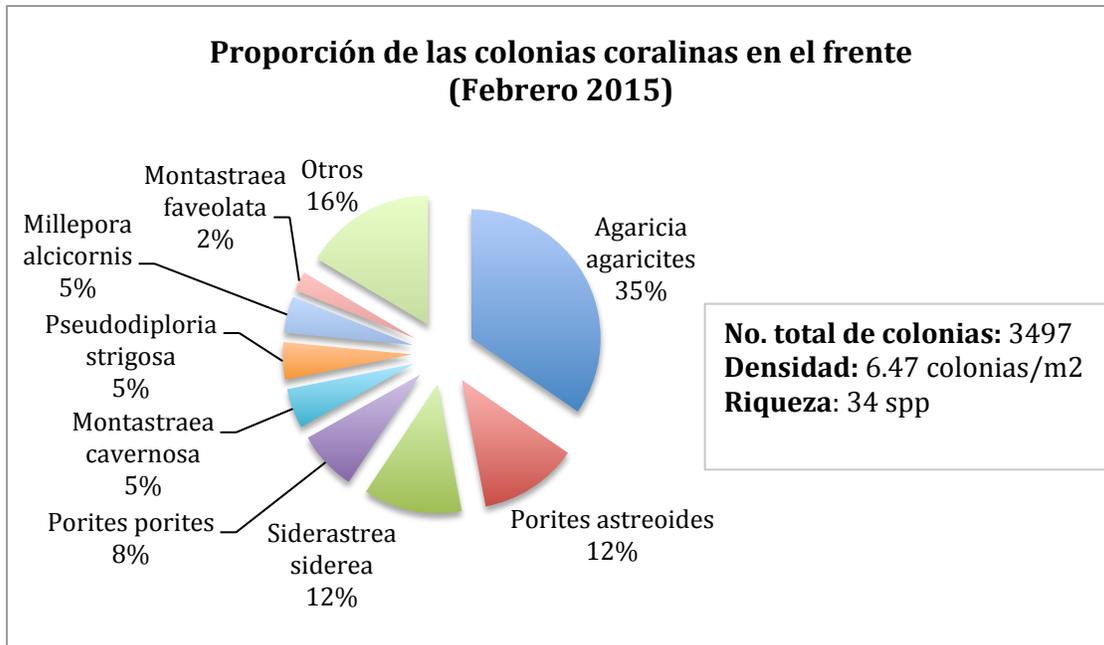


Figura 2.6. Abundancia relativa de especies del Frente arrecifal de Akumal, Quintana Roo, febrero 2015.

Para la pendiente arrecifal, con una densidad de 7.06 D.E.±2.24 /m<sup>2</sup>, el total de colonias encontradas fue de 3177. Se halló que la especie más abundante fue *Agaricia agaricites* (31%) seguida de *Porites porites* (23% del total) y *Porites astrreoides* (16%). La riqueza de coral duro mas alta se encontró en esta zona con un total de 35 especies (Figura 2.7).

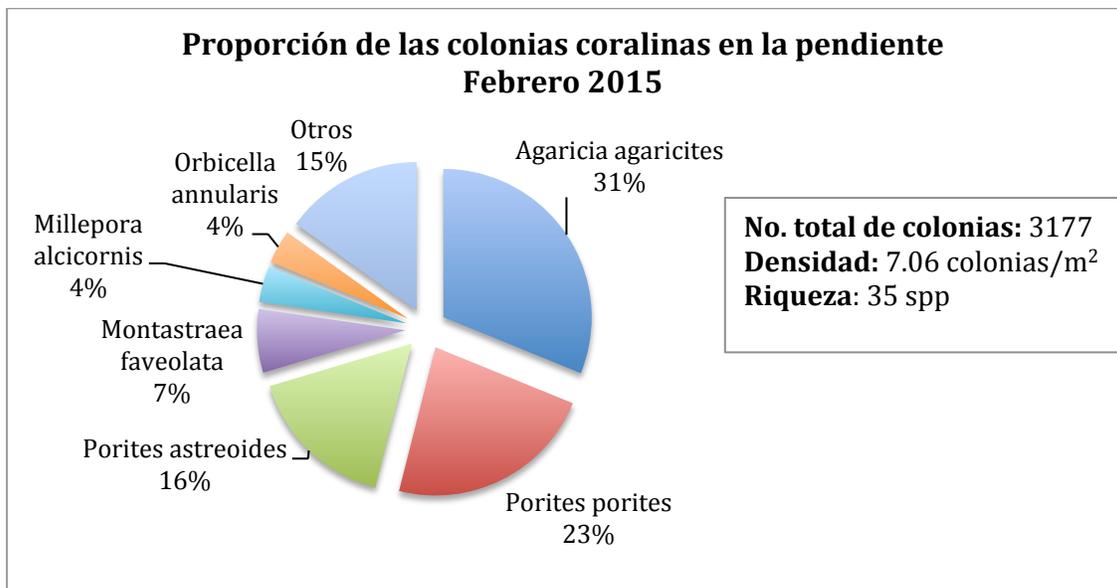


Figura 2.7. Abundancia relativa de especies de la pendiente arrecifal de Akumal, Quintana Roo, febrero 2015.

### Coberturas de los grupos funcionales y sustratos

En las tres zonas arrecifales, las algas pardas fue el grupo dominante con un 32% para la laguna, un 31% para el frente y un 55% en la pendiente. El promedio de cobertura de coral duro para la laguna arrecifal fue de 4.05% D.E. $\pm$ 4.01, para el frente 7.54% D.E. $\pm$ 2.74, y para la pendiente 8.26% D.E. $\pm$ 4.09. El octocoral presente en la laguna alcanzó el 15% mientras que en el frente y la pendiente solo un 12% y 11% respectivamente (Figuras 2.8, 2.9 y 2.10).

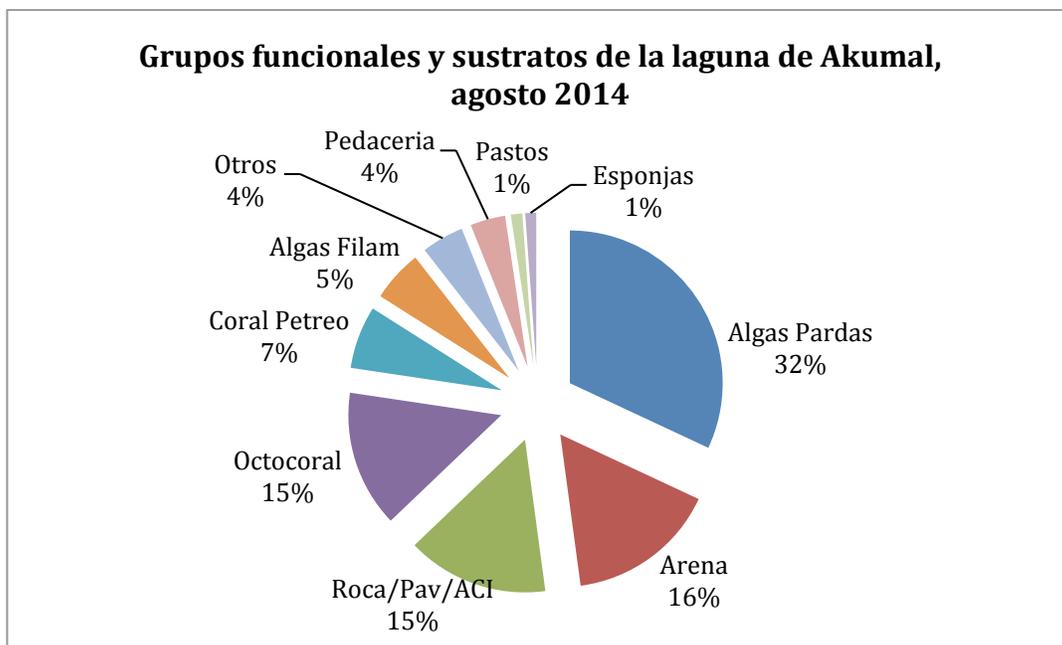


Figura 2.8. Porcentajes de las coberturas de los grupos funcionales y sustratos en la Laguna arrecifal de Akumal, agosto 2014.

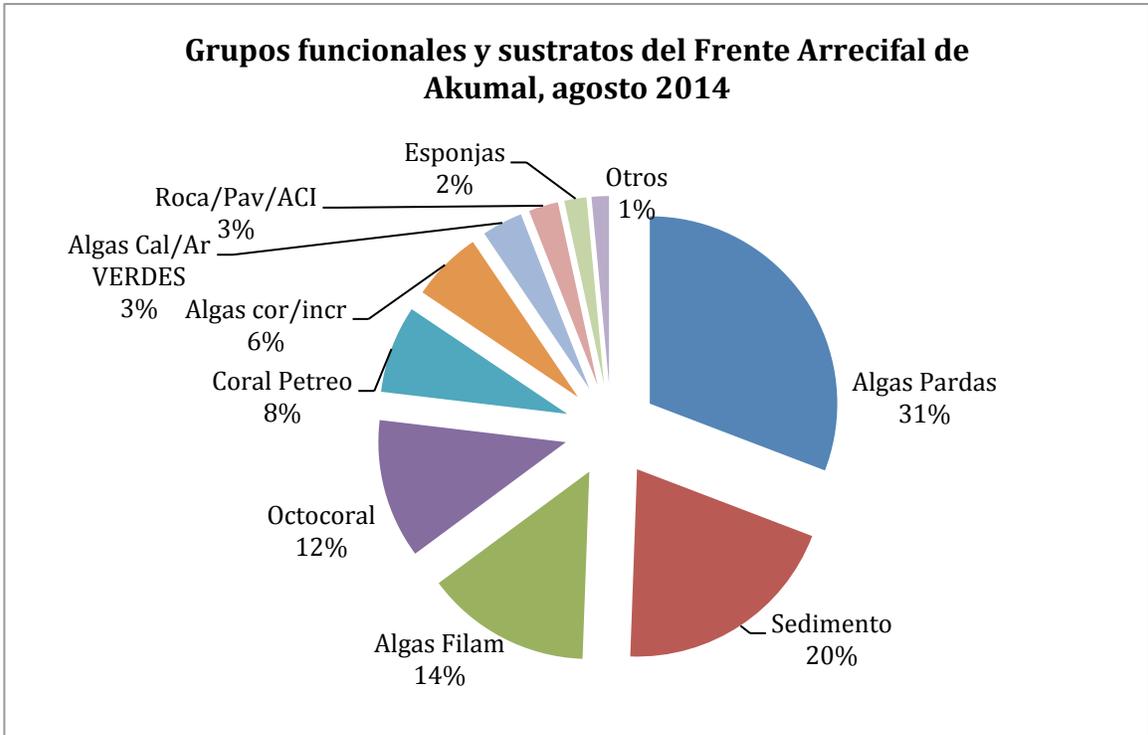


Figura 2.9. Porcentajes de las coberturas de los grupos funcionales y sustratos en el frente arrecifal de Akumal, agosto 2014.

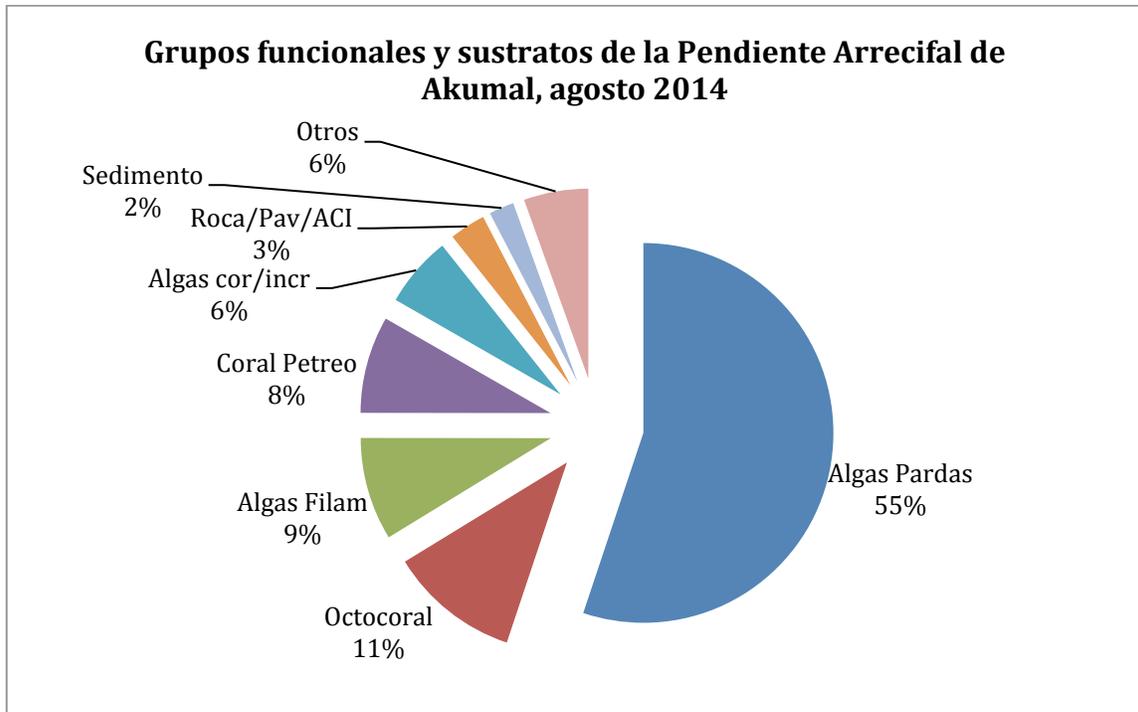


Figura 2.10. Porcentajes de las coberturas de los grupos funcionales y sustratos en la pendiente arrecifal de Akumal, agosto 2014.

## IPPEC e IEA

En la Laguna arrecifal se obtuvo un IPPEC promedio de 0.86 D.E.  $\pm 0.53$ ; en el Frente 1.43 D.E.  $\pm 0.4$ ) y en la pendiente 1.70 D.E.  $\pm 0.38$ ). Respecto al IEA y su promedio para cada zona arrecifal, el valor más grande se obtuvo en la Pendiente con 3.92 D.E.  $\pm 2.63$ , seguido del frente con 2.22 D.E.  $\pm 1.27$  y por último la laguna con un valor de 1.12 D.E.  $\pm 1.82$  (Tabla 2.4).

Tabla 2.4. IPPEC promedio e IEA promedio para cada zona arrecifal.

	Laguna	Frente	Pendiente
IPPEC	0.862	1.473	1.701
IEA	1.121	2.228	3.92

## Peces arrecifales

Molina Hernández (en preparación), determinó que para la laguna arrecifal, en agosto del 2014, los peces que se alimentaban de plantas y detritus eran los de mayor abundancia con un promedio de 74.25 peces D.E.  $\pm 21.64$  por transecto (100m<sup>2</sup>). En promedio, este grupo funcional abarcaba el 60.1% del total de los peces censados por transecto, seguidos de los carnívoros en general (15.12%) y los que se alimentan de zooplancton (14 %) (Figura 2.11).

En cuestión a la biomasa de la misma zona arrecifal, el total fue de 4999.08 D.E.  $\pm 6275.08$  gr/100m<sup>2</sup>, de la cual el 66.7% (3338.89 gr/100m<sup>2</sup>) pertenece a los peces que se alimentan de plantas y detritus, el 26% (1322.95 gr/100m<sup>2</sup>) a los carnívoros en general y el 3.71% (185.83 gr/100m<sup>2</sup>) a los peces que se alimentan de invertebrados con concha (Figura 2.12).

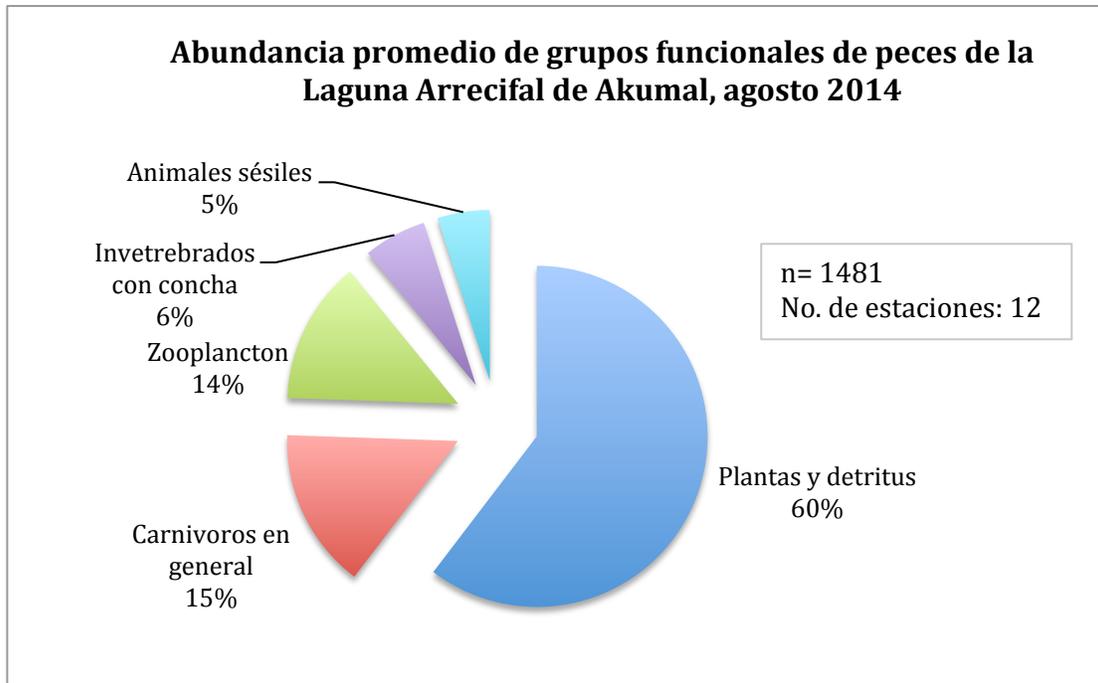


Figura 2.11. Abundancia promedio de grupos funcionales de peces arrecifales de la laguna arrecifal de Akumal, agosto 2014

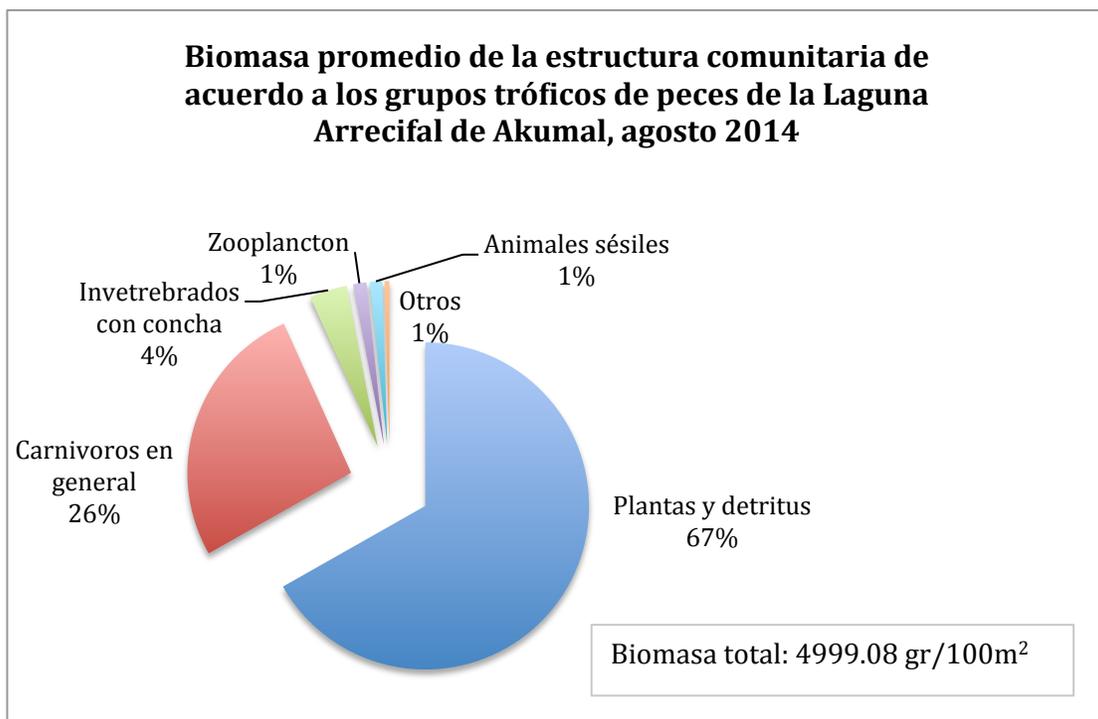


Figura 2.12. Biomasa promedio de la estructura comunitaria de acuerdo a los grupos tróficos de peces arrecifales de la laguna arrecifal de Akumal, agosto 2014

Respecto al frente arrecifal, Molina Hernández (en preparación), halló que los peces que se alimentaban de zooplancton tenían la mayor abundancia con 49.5 D.E.  $\pm 38.64$  individuos por transecto equivalente al 31.3% del total, seguidos de los que se alimentaban de plantas y detritus (27.4%) y los que se alimentan de invertebrados con concha (16%) (Figura 2.13).

La biomasa total del frente arrecifal fue de 5441.07 D.E.  $\pm 2494.22$  gr/100m<sup>2</sup> de la cual 54% (2927.43 gr/100m<sup>2</sup>) pertenece a los peces que se alimentan de plantas y detritus, 20% (1105.93 gr/100m<sup>2</sup>) carnívoros en general y 14% (738.06 gr/100m<sup>2</sup>) de los que se alimentan de invertebrados con concha (Figura 2.14).

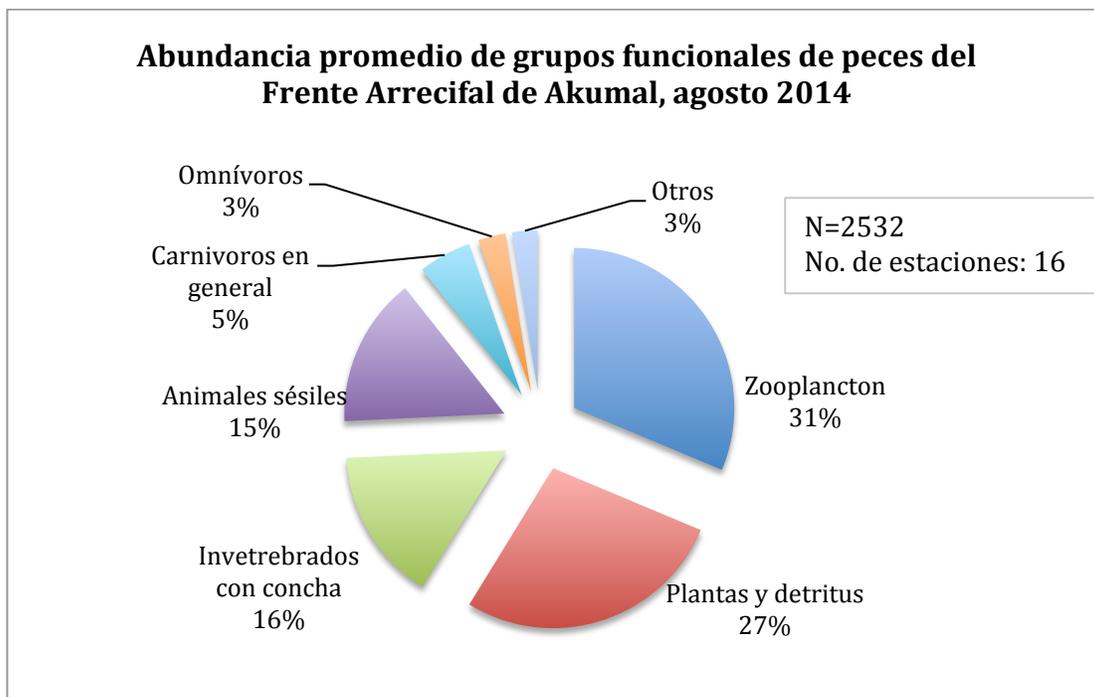


Figura 2.13. Abundancia promedio de grupos funcionales de peces arrecifales del frente arrecifal de Akumal, agosto 2014

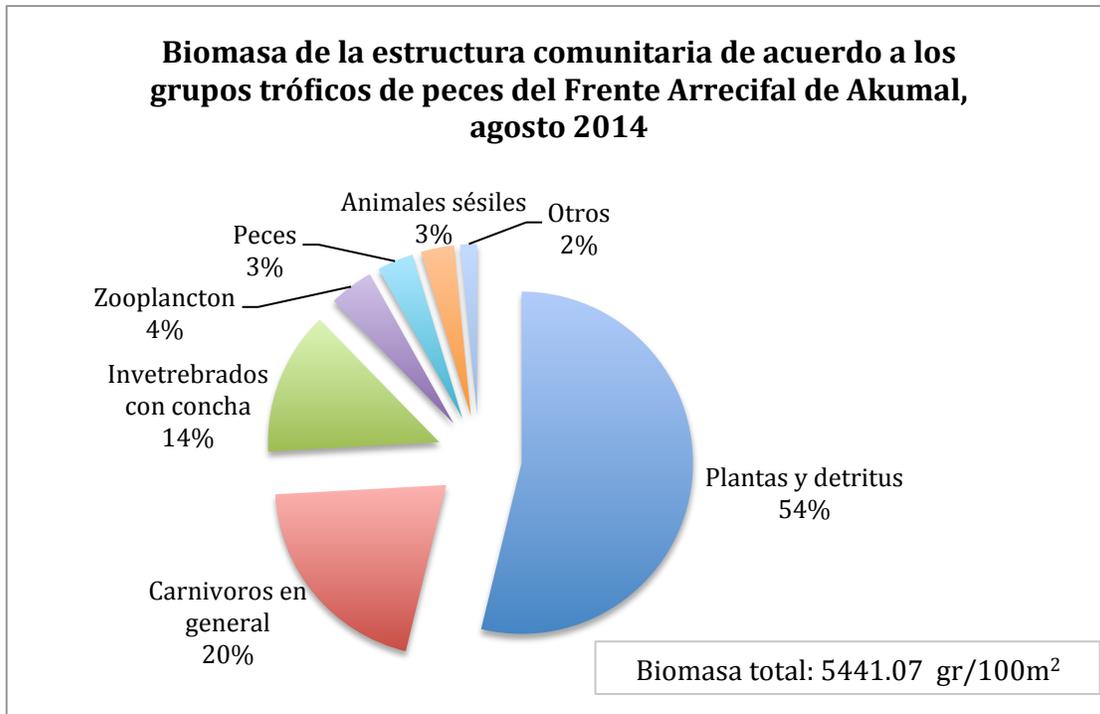


Figura 2.14. Biomasa promedio de la estructura comunitaria de acuerdo a los grupos tróficos de peces arrecifales del frente arrecifal de Akumal, agosto 2014

Para la pendiente arrecifal, Molina Hernández (en preparación), encontró que los peces que se alimentaban de zooplankton tenían la mayor abundancia con 103.23 D.E.  $\pm 71.16$  individuos por transecto equivalente al 59% del total. Son seguidos de los que se alimentan de plantas y detritus (19%) y los que se alimentan de animales sésiles (10%) (Figura 2.15).

La biomasa total la pendiente arrecifal fue de 5126.42 D.E.  $\pm 4644.72$  gr/100m<sup>2</sup> de la cual el grupo funcional que más aportó fue el de los peces que se alimentan de plantas y detritus con un 49% (2526.19 gr/100m<sup>2</sup>), después los carnívoros en general con un, 30% (1512.46 gr/100m<sup>2</sup>) y 12% (623.81 gr/100m<sup>2</sup>) los que se alimentan de invertebrados con concha (Figura 2.16).

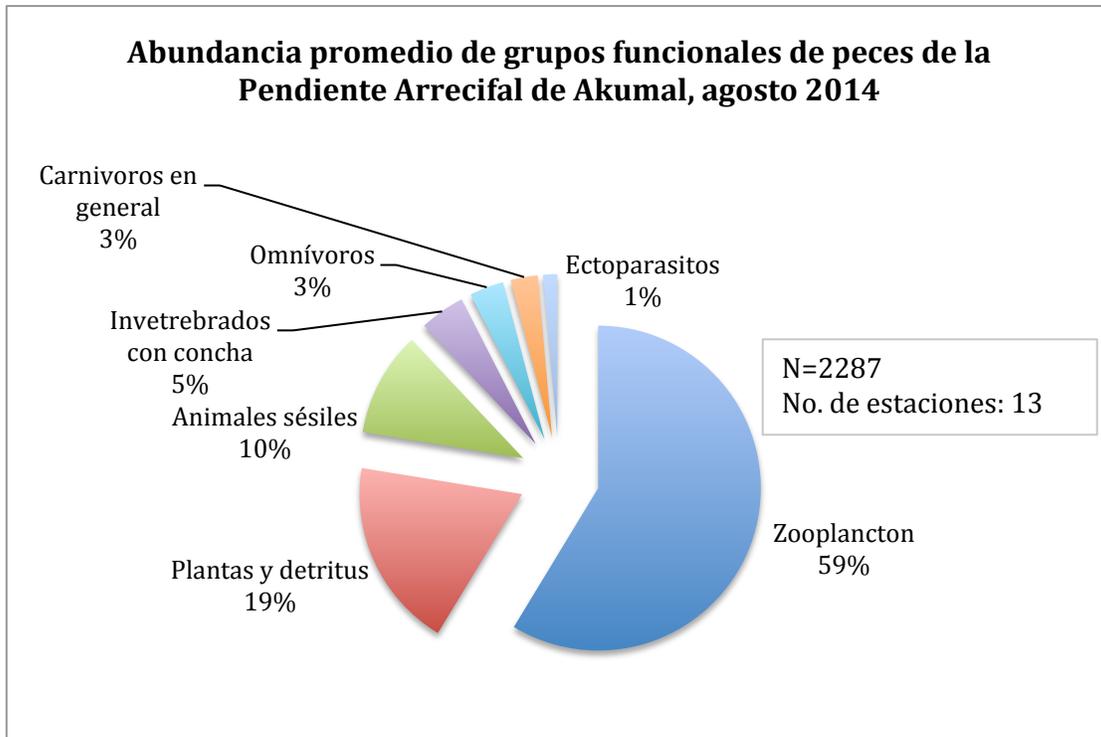


Figura 2.15. Abundancia de grupos funcionales de peces arrecifales de la Pendiente Arrecifal de Akumal, agosto 2014

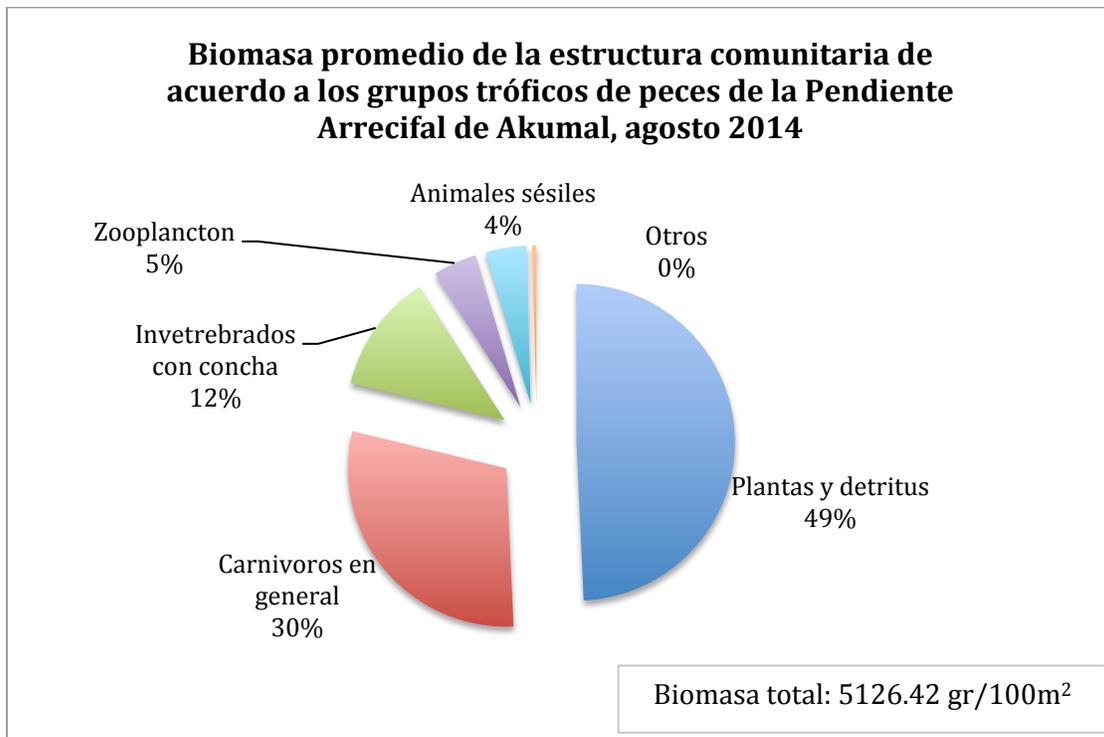


Figura 2.16. Biomasa de la estructura comunitaria de acuerdo a los grupos tróficos de peces arrecifales de la Pendiente Arrecifal de Akumal, agosto 2014

### Estado de condición arrecifal

De acuerdo al promedio de los indicadores del estado de condición arrecifal IAS (2015), éste fue clasificado en **laguna arrecifal** de Akumal en agosto del 2014 como crítico con un valor promedio de 1.5 D.E.  $\pm$  0.57 determinado por una cobertura coralina crítica (4.05% D.E.  $\pm$  4.01), una cobertura de macroalgas (21.82% D.E.  $\pm$  7.99) y biomasa de peces herbívoros (1475.7 gr/100m<sup>2</sup>) clasificados como malos y una biomasa de peces comerciales (105.9 gr/100m<sup>2</sup>) clasificada como mala (Tabla 2.5).

El **frente arrecifal** de Akumal (agosto del 2014), fue clasificado como malo con un valor promedio de 2 D.E.  $\pm$ 0.8. Se obtuvo una cobertura coralina con una clasificación mala (7.54 % D.E.  $\pm$ 2.74), una cobertura de macroalgas clasificada como crítica (35.26% D.E.  $\pm$ 8.81), una biomasa de peces herbívoros (2646.2 gr/100m<sup>2</sup>) clasificados como regulares y una biomasa de peces comerciales (523.7 gr/100m<sup>2</sup>) clasificados como crítica (Tabla 2.5).

Respecto a la **pendiente arrecifal**, éste fue clasificado como malo con un valor promedio de 2 D.E.  $\pm$ 0.8. Se obtuvo la cobertura coralina con mayor porcentaje (8.26% D.E.  $\pm$  4.09), sin embargo con clasificación mala, de igual manera se presentó la mayor cobertura de macroalgas (58.73% D.E.  $\pm$  6.28) clasificada como crítica; se obtuvo una biomasa de peces herbívoros (2293.4 gr/100m<sup>2</sup>) clasificados como regulares y una biomasa de peces comerciales (728.3 gr/100m<sup>2</sup>) clasificados como mal (2.6) (Tabla 2.5).

Tabla 2.5. Indicadores y valores para el estado de condición arrecifal por zona, Akumal, agosto 2014. El color rojo representa el estado crítico; el naranja malo; y el amarillo regular.

	Laguna	Frente	Pendiente	Promedios
Cobertura de Coral (%)	4.05	7.54	8.26	6.61
Cobertura de Macroalgas (%)	21.82	35.26	58.73	38.60
Biomasa de peces herbívoros (gr/100m <sup>2</sup> )	1475.7	2646.2	2293.4	2138.43
Biomasa de peces comerciales (gr/100m <sup>2</sup> )	105.9	523.7	728.3	452.63
Categoría	Crítico	Malo	Malo	Malo

## Discusión

Respecto a la diferencia temporal (9 meses) existente entre los muestreos de las estaciones, ésta no se consideró como una limitante al momento del análisis pues debido el lento crecimiento coralino en general, no habría cambios significativos en el número de colonias en un lapso menor a un año a menos que ocurriera un evento (natural o antrópico) que modificara altamente la estructura arrecifal.

## Coberturas

La cobertura coralina y la cobertura de macroalgas, son los dos principales indicadores del estado de condición de las comunidades arrecifales. La cobertura coralina es el atributo más usado e importante para describir el estado de un arrecife y su pérdida es considerada como crítica en el mantenimiento y función de la comunidad coralina y del arrecife como un todo (Martínez y Acosta, 2005; Jackson, et al., 2014).

La tendencia general a nivel mundial de los ecosistemas arrecifales señala que la cobertura de coral disminuye (Wilkinson, 2002, 2004, 2008; Gardner *et al.*, 2003). De manera similar en el arrecife de Akumal se observa una disminución de corales escleractinios. De 1995 (Gutiérrez Carbonell, *et al.*, 1995) al 2014 (presente estudio) la cobertura coralina ha disminuido en un 77.97% (de 30% a 6.61% de cobertura), muy similar a lo reportado por Gardner *et al.* (2003) que estimaron una pérdida del 80% de la cobertura de coral para el Caribe en un lapso de 30 años (Figura 2.17).

Además, en términos generales se puede establecer que en décadas pasadas las especies que predominaban en el arrecife de Akumal, eran especies constructoras de gran tamaño de formas ramosas y masivas (*A. palmata*, *M. faveolata*, *O. annularis*, *O. faveolata*) y actualmente hay una mayor abundancia de especies con formas de crecimiento de domo e incrustantes, de menor tamaño, entre las que destacan *A. agaricites*, *S. siderea* y *P. astreoides* (García Guzmán, 2013). En este estudio también se encontró gran presencia de formas digitiformes como *Porites porites*.

La pérdida de cobertura de especies constructoras conlleva a la pérdida de hábitat y refugio para muchos organismos que residen en el arrecife y consecuentemente, el desgaste de las interacciones entre las especies y sus funciones ecológicas (Itzkowitz, 1977; Gladfelter y Gladfelter, 1978; y Lirman, 1999 en CONANP, s.f.).

Akumal muestra una tendencia clara de disminución en la cobertura coralina. En términos de manejo de los recursos, esta pérdida constituye una llamada de atención hacia la totalidad de los usuarios del ecosistema. Esta disminución en la cobertura coralina refleja un cambio significativo en la estructura de la comunidad hacia un estado de mayor deterioro, y la consecuente alteración de la función del arrecife.

En cuestión de la cobertura de macroalgas, la tendencia general en los arrecifes es de incremento (Wilkinson, 2002, 2004, 2008; Gardner *et al.*, 2003). En Akumal la cobertura de macroalgas ha aumentado un 52.6% (de 38.6% a 55.12% de cobertura) en el frente arrecifal desde lo reportado por Gutiérrez Carbonell en 1995 hasta el 2014 (presente estudio) (Figura 2.17). Respecto a esto, López Patoni (2014) menciona que este grupo es uno de los más importantes en el cambio de estructura comunitaria bentónica y su aumento en el tiempo es reflejo de la degradación del sistema arrecifal.

Generalmente, el aumento en la cobertura de macroalgas en el Caribe se ha asociado a perturbaciones de origen humano como la eutrofización y la sobrepesca, pues generan mortalidad coralina, y por consecuencia oportunidad de espacio que favorece el crecimiento de las algas, lo que a su vez tiene efectos deletéreos sobre el coral vivo (Steneck, 1988; Littler *et al.*, 1992; McCook *et al.*, 1997; Te, 1997 en Márquez y Díaz, 2005).

Álvarez Filip (2013) y otros autores (Jackson *et al.*, 2014) mencionan que la baja abundancia de peces herbívoros por la sobrepesca, coadyuva al cambio de dominancia coralina a algal. Sin embargo, la entrada de nutrientes es el factor más fuerte de la degradación de hábitats marinos (Fabricius, 2005) y éstos fungen como controlador de las floraciones de macroalgas en los arrecifes de coral (Lapointe, 1999). En este sentido, Naranjo García (2016) halló que en Akumal la concentración de nutrientes superó 32 veces más el límite permitido por las normas nacionales e internacionales para la protección de la vida acuática (CNA, 2003 y EPA, 2008). Esto conduce que el aumento de cobertura de macroalgas en Akumal es

consecuencia de una correlación de múltiples factores entre los que destaca la presencia de nutrientes.

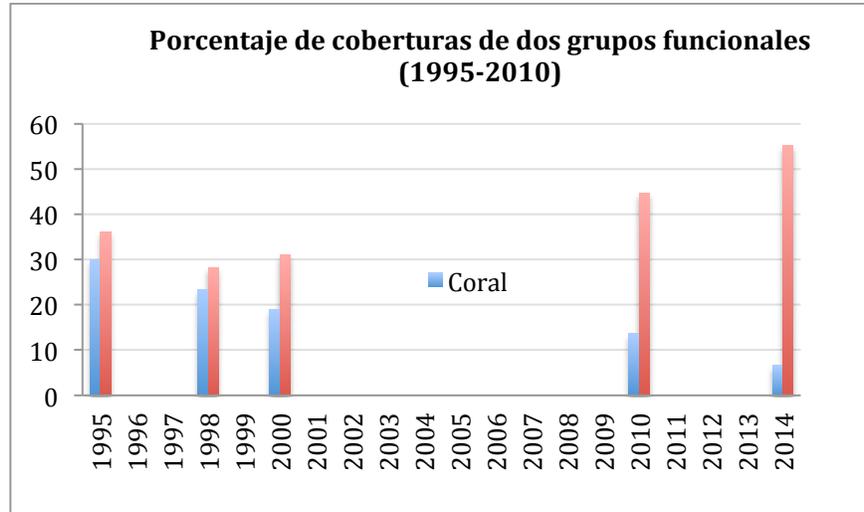


Figura 2.17. Porcentajes de coberturas promedio de coral y macroalgas (1995-2010). Elaborada a partir de Gutiérrez Carbonell 1995; Garza-Pérez 1999; Garza Pérez, *et al.*, 2011; Garza Pérez, 2004; López Patoni, 2014 y presente estudio.

## Peces

El IAS (2015) afirma que los arrecifes de coral con ZEP tenían 10 veces más biomasa de pargos y meros que las AMP's y los arrecifes sin protección. Esto coincide con lo hallado en Akumal pues al compararlo con los dos sitios mejores preservados del SAM, se encontró que por un lado, Roatán presenta 3.3 veces más biomasa de peces herbívoros (7250.92 g/100m<sup>2</sup>) que Akumal (2138.43 g/100m<sup>2</sup>) y 11.3 veces más de peces de importancia comercial (Roatán: 5153.25 g/100m<sup>2</sup>; Akumal: 452.63 g/100m<sup>2</sup>); y por otro Cozumel que posee 2.7 veces más biomasa de peces herbívoros (5788.31 g/100m<sup>2</sup>) y 8 veces más que peces de importancia comercial (3666.02 g/100m<sup>2</sup>) (IAS 2015).

Lo anterior, indica que las biomásas de peces herbívoros y comerciales en Akumal se encuentran en niveles bajos, en comparación con los dos lugares reportados con mejor estado arrecifal. Además, esto sugiere que las áreas totalmente protegidas podrían ser más eficaces para ayudar no solo en el aumento de las poblaciones de peces altamente explotadas

(IAS, 2015; PISCO, 2008; Roberts y Hawkins., 2000).

La salud de los arrecifes de coral requiere un equilibrio ecológico entre los corales y las algas en el que la herbivoría es un elemento clave. La sobrepesca de peces herbívoros asociados al arrecife coralino junto con la entrada de nutrientes, son los principales factores que propician la proliferación de algas. La población de algas puede ser controlada, por una parte, a través de la herbivoría de los peces (y otros organismos como los erizos) asociados al arrecife impidiendo un bloom de algas y así, proporcionar condiciones para que las especies coralinas dominen, y por otra parte, controlando la entrada de nutrientes al sistema (Hixon, 1999, Jackson, *et al.*, 2014).

Sabiendo que las poblaciones de peces loro son una especie clave en la herbivoría, especialmente desde el declive de erizos *Diadema* en los 80's, Jackson, *et al.* (2014) identifican que la sobrepesca de herbívoros de la familia *Scaridae*, es uno de los principales causantes de deterioro de los arrecifes en el Caribe, desde los 80's hasta la fecha. Por ello, proteger los herbívoros clave puede ayudar a la recuperación del ecosistema arrecifal. La protección de herbívoros puede aumentar la intensidad de forrajeo a niveles que pueden inclinar la balanza hacia los arrecifes mayormente dominados por corales (IAS, 2015). Respecto a la protección de herbívoros en el SAM, Guatemala en Abril del 2015 prohibió la pesca de peces loro; Belice prohibió la pesca de todos los peces loro y cirujanos en 2009; Honduras protege los peces herbívoros en el Parque Nacional Marino Islas de la Bahía; y México a penas ha comenzado una campaña de concientización para proteger los peces loro (IAS, 2015).

En términos del beneficio ambiental de la implementación de la ZEP en Akumal, se espera que aumenten las biomásas y abundancias de peces en general, pero sobre todo de herbívoros y especies económicamente importantes, ya que hay evidencia que demuestra que la protección de áreas de la pesca conduce al rápido aumento de la abundancia, tamaño, biomasa y diversidad de los animales, independientemente de la ubicación de las reservas (Roberts y Hawkins., 2000). Por ejemplo, en Dry tortugas, Florida, E.U.A., Ault, *et al.* (2007; 2013) evaluaron antes y 3 y 10 años después de la implementación de una ZEP en el Parque Marino. En la primera evaluación (3 años después) solo no se detectó alguna

disminución de las especies explotadas en la reserva. En la segunda evaluación (10 años después) se halló cambios significativos en el tamaño de las poblaciones, la densidad y la abundancia de peces dentro de las ZEP's. En contraste, a las zonas de Dry tortugas que no tenían protección total, se reportó una disminución en la densidad de especies explotadas. Así, Ault, *et al.*, 2013 sugieren que las ZEP's, en conjunción con otras estrategias de manejo, pueden proteger la dinámica ecológica de los ecosistemas arrecifales y así conducir a una pesca sostenible.

## IEA

Para Akumal en agosto del 2014 (presente estudio), el IEA promedio fue de 2.42 (1.12 para la laguna; 2.22 para el frente; y 3.92 para la pendiente). López Patoni (2014), para el frente y pendiente de Akumal en el 2000, calculó un IEA de 4.0 y de 8.9 respectivamente. En el 2010 existen dos evaluaciones del IEA. Por un lado García Guzmán (2013) obtuvo valores para el frente y la pendiente de 3.63 y de 7.71 respectivamente y por otro lado López Patoni (2014) que obtuvo valores de 2 y de 3.6 respectivamente (Tabla 2.6).

Tabla 2.6. Registro histórico del IEA para Akumal.

	Laguna	Frente	Pendiente
2000 (López Patoni, 2014)	ND	4	8.9
2010 (García Guzmán, 2013)	ND	3.63	7.71
2010 (López Patoni, 2014)	ND	2	3.6
2014 (Presente estudio)	1.12	2.22	3.92

A mayor cobertura coralina, complejidad topográfica y alto valor IPPEC, mayor es el IEA (García Guzmán, 2013). Un arrecife altamente complejo (y por lo tanto con un valor alto

en el IEA) es ecológicamente más funcional: proporciona mayor diversidad de peces arrecifales y mayor superficie para la fijación de corales, algas y diversos invertebrados sésiles (Rooney, 1993; Mumby, 2006; y Zainul, 2010 en García Guzmán 2013).

En la evaluación de 2010 de López Patoni y de este estudio (2014), los valores ponderados del IPPEC (necesarios para medir el IEA) son diferentes debido a que el calculó el IPPEC propuesto por García Guzmán (2013) sufrió una primera modificación en López Patoni (2014) y una segunda en Garza Pérez *et al.* (en preparación). En este contexto, comparando la estimación de López Patoni (2014) y el presente estudio, un aumento en el IEA del 2010 al 2014 de 0.22 en el frente arrecifal y de 0.32 para la pendiente refleja la última modificación en las ponderaciones utilizadas para el cálculo del IPPEC y no un aumento real del IEA en Akumal.

En el período de 2000 (López Patoni, 2014) al 2014 (presente estudio), sin considerar el error asociado a las modificaciones en el IPPEC, el IEA ha disminuido un 45.5% en el frente arrecifal y un 66% en la pendiente. La disminución del IEA se podría interpretar como el decremento en la disponibilidad de refugio para las especies asociadas al arrecife y por tanto una pérdida en la abundancia y biomasa de peces arrecifales.

García Guzmán (2013) menciona que muy probablemente los valores arrojados del IEA en 2010 para Akumal son bajos en comparación a otros arrecifes con mejor estado de condición arrecifal debido a la dominancia de especies coralinas con formas de crecimiento en domo e incrustantes y no constructoras de arrecife. Siguiendo esta lógica y considerando la tendencia de disminución en la cobertura coralina de Akumal, el decremento del IEA en Akumal continuará si no se revierten las condiciones que favorecen la disminución de la cobertura coralina y el aumento de cobertura de macroalgas. La implementación de una estrategia integral de manejo en Akumal que regule la disposición de aguas residuales, en conjunto con la implementación de la ZEP, podría llevar a la mejora del IEA en Akumal.

### **Estado de condición**

Se han llevado a cabo 4 evaluaciones del estado arrecifal de Akumal a través de la

caracterización y evaluación de la estructura de la comunidad arrecifal (Garza Pérez 1999; Garza Pérez (2004); Garza Pérez, *et al.*, 2011; y López Patoni, 2014). El diagnóstico del estado de condición a lo largo de los últimos 17 años (1997-2014) en Akumal ha fluctuado de perturbado y propenso al declive a malo y crítico.

En 1997-1998, Garza Pérez (1999) establece que Akumal es un ejemplo de un arrecife perturbado, con alta influencia antropogénica, con baja cobertura coralina y una alta cobertura de algas. Garza Pérez (1999) define al arrecife de Akumal como perturbado y propenso al declive.

Garza Pérez (2004) definió el estado de condición arrecifal de Akumal como en degradación y bajo estrés, principalmente por la proporción de coral muerto reciente, la cantidad de pedacería coralina y la cantidad de macroalgas.

López Patoni (2014) realizó una modificación a la metodología IAS y utilizó como indicadores del estado de condición el porcentaje de cobertura de corales, la incidencia de enfermedades y el porcentaje de cobertura de algas. Definió el estado de condición en el año 2000 para el frente arrecifal como regular; con una cobertura coralina con una clasificación regular, una evaluación de la cobertura de macroalgas como bien, y una incidencia de enfermedades de coral clasificado como crítica. La zona de pendiente de Akumal para el mismo año (2000) obtuvo una clasificación de mal con un porcentaje de cobertura de coral fue clasificado como regular y la incidencia de enfermedades coralinas fue definida como mal.

En base a la comparación de los trabajos ya mencionados y siguiendo los indicadores propuestos por el protocolo Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) (Lang *et al.* 2003) y de Hernández Delgado (2000), Garza Pérez *et al.* (2010) establecieron que el estado del arrecife de Akumal es crítico debido a la baja riqueza de especies, la baja cobertura de corales, la dominancia de macroalgas, la ausencia casi total de corales raros, la poca existencia de corales grandes, y la alta mortalidad de tejidos y especies oportunistas dominantes.

La evaluación del estado arrecifal del presente trabajo toma relevancia al ser la primera estimación del estado arrecifal de Akumal que toma en cuenta la biomasa de peces

herbívoros y comerciales. Al tener esto en cuenta, se entiende que la comparación entre los estados de condición arrecifal calculados en los años anteriores y este, tendrá un sesgo pues no se consideraron los mismos indicadores.

Sin embargo, independientemente de los métodos utilizados y las categorías definidas en las previas evaluaciones del estado de condición arrecifal, la tendencia a la degradación del sistema es clara y todos los estudios coinciden en esta situación. Por ejemplo, al no tomar en cuenta los mismos indicadores se tiene como resultado que el estado arrecifal de Akumal del 2014 es clasificado como malo y no crítico como se esperaría dada la evaluación del 2010 de López Patoni y las tendencias de los indicadores antes descritos. Sin embargo, vale la pena mencionar que el valor obtenido en esta evaluación fue el valor mínimo en términos de la escala propuesta por IAS (2015) para ser clasificado como malo (2), esto podría interpretarse que en general, el estado de condición arrecifal de Akumal sigue disminuyendo.

La baja cobertura coralina, el aumento de la cobertura de macroalgas y la baja biomasa de peces herbívoros y comerciales que presenta Akumal son unos de los factores que determinan su mal estado de condición arrecifal. Estos indicadores y su tendencia, son consecuencia del aumento de presión antropogénica en la zona en sinergia con los problemas ambientales a escala regional y global.

En términos de manejo de recursos, la implementación de una ZEP en Akumal podría aumentar la herbivoría a un nivel funcional óptimo. Sin embargo la herbivoría solo es un componente más del ecosistema arrecifal. En el caso de Akumal la contaminación y eutrofización (Naranjo García, 2016) y la modificación paisajística del 192% en un lapso de 13 años (2000-2013) de los ambientes costeros y ecosistemas adyacentes (López Patoni, 2015), son la causa directa de la degradación del sistema arrecifal. Por tanto la aproximación al manejo de los recursos y la conservación del ecosistema arrecifal en Akumal debe contemplar los múltiples factores que influyen en el ecosistema.

# CAPÍTULO III

## Diagnóstico Social

---

### Marco Teórico

#### Participación social en el manejo de recursos

El esquema de conservación biologicista, que cada vez más intenta contemplar la dimensión humana, habla de la relación entre conservación y participación como una estrategia de manejo que aseguraría la provisión de servicios ambientales y, al mismo tiempo, beneficios a los pobladores (Paz Salinas, 2008). Hoy se dice que la participación ciudadana es una nueva forma de hacer política, donde la sociedad no solo estaría presente a través del voto sino en la propia toma de decisiones (Merino 1995 en Paz Salinas, 2008).

Las reservas marinas representan un fenómeno biológico y social muy complejo (Sladek N. y Alan, 2004). Definir las prioridades entre los criterios que presenta la implementación de una ZEP es difícil, y a menudo el proceso de selección de reservas se ve influenciado predominantemente por los criterios socioeconómicos (Roberts y Hawkins, 2000). Debido a que estos criterios a menudo tienen mayor influencia, el proceso de implementación de las reservas se convierte en un proceso social y no ecológico. Esta noción corresponde al concepto de que “...con la participación de la comunidad viene la comprensión, con la comprensión viene el soporte público, y con el soporte público, el compromiso gubernamental...” (Kaza, 1988).

Sabiendo que la pesca es una actividad económica importante, la percepción de los usuarios de los recursos pesqueros ante el establecimiento de una ZEP se asocia a impactos negativos sobre su modo de vida y estos cambios pueden ocasionar reacciones negativas por parte de la comunidad hacia las autoridades involucradas (Ramos Esplá, *et al.* 2004).

Quizá la peor forma de tratar de implementar una reserva es que un organismo gubernamental produzca un plan y lo lleve a las comunidades locales para obtener sus comentarios antes de la implementación; y sin embargo, este es el modelo que se ha venido usando con mayor frecuencia (Roberts y Hawkins, 2000). En estos casos, las propuestas para restringir el uso del mar siempre serán controversiales pues las propuestas de regulación son propuestas unilaterales en la interacción autoridades-usuarios. Es necesario que la propuesta de una ZEP provenga bilateralmente de las autoridades (locales, regionales, federales) y los usuarios del recurso.

Es por ello que involucrar a la comunidad en la gestión desde el inicio del proceso puede reducir los posibles conflictos que a menudo se producen. Sin esto, dicho proceso, que podría llevar a reservas con mandato legal y con fronteras claramente delimitadas, es muy poco probable que resulte en una protección real. Si se desea que las reservas tengan una oportunidad de éxito, las comunidades locales deben formar parte integral del proceso desde su inicio. El conocer lo que la gente quiere o necesita y de qué forma participa, minimiza la probabilidad de que los proyectos fracasen. El identificar los problemas y buscar las posibles soluciones en conjunto, permite conocer una realidad dada y los motivos que generan un estado determinado (Ramos Esplá, *et al.* 2004; Roberts and Hawkins, 2000; Aguilar Cordero y Sosa Escalante, 2008).

### **Participación social en ZEP**

Durante el proceso de integración de la población en la toma de decisiones, resulta relativamente fácil identificar a los grupos interesados, sin embargo la dificultad reside en representar eficazmente sus puntos de vista en las negociaciones. El público a menudo está mal representado en las discusiones y es necesario lograr su participación activa para generar su apoyo. Una buena alternativa para producir la participación social son los grupos de gestión participativa, que consisten en la formación de un grupo de personas que representen diferentes grupos sociales y que negocie simbolizando de manera apropiada los intereses de cada grupo; se recomienda que el representante sea elegido por el grupo de manera democrática (Roberts y Hawkins, 2000).

## **Identidad territorial**

La identidad es resultado de un proceso social que surge y se desarrolla de la vida cotidiana; ésta nace de la interacción entre el individuo y la sociedad y es dependiente de las diferentes situaciones dadas en el proceso. Es así que la identidad tiene un carácter procesal y está sujeta a una constante negociación o dinamismo (Berger y Luckmann, 1991 en Jasso Martínez, 2011).

El espacio es considerado la materia prima a partir de la cual se construye el territorio. Territorio es la relación que establecemos con el ecosistema, la forma de habitar, las sinergias que conforman nuestra vida y que a su vez generan marcas y huellas que plasman la historia y la cultura de un espacio. Es importante señalar que estas relaciones son las que configuran el territorio, porque en el momento en que no podamos establecerlas se pierde la pertenencia a un lugar (Giménez, G., 2005).

Si bien no existe una definición del concepto de identidad territorial ampliamente aceptada, la identidad territorial es en la medida en que le damos sentido y nos apropiamos de un lugar o de un espacio (Giménez, G., 2005; Herner, 2009).

## **Antecedentes**

En los cayos de Florida se consideró que la participación *activa* de los usuarios de los recursos es uno de los aspectos más importantes y a la vez más difíciles en la creación de las reservas. Los grupos interesados podían participar en la designación de las reservas a través de reuniones abiertas, encuestas, respuestas a las propuestas que han sido circuladas, etc. Al final, los enfoques resultaron demasiado engorrosos y no lograron motivar a los grupos interesados. Además, grupos minoritarios bien organizados que se expresaban activamente tendían a acaparar las reuniones públicas (Roberts y Hawkins, 2000).

En dos casos de estudio presentados por Fiske (1992) se argumenta que la conservación de los recursos no es sólo un proceso bioecológico sino sociocultural también. Los casos de estudios son del establecimiento de dos reservas marinas estadounidenses: La Parguera, Puerto Rico (intento fracasado) y Fagatele Bay, Samoa Americana (caso de éxito).

En el caso de la Parguera los usuarios de los recursos sintieron que no fueron consultados adecuadamente en el proceso. Los pescadores declararon que los representantes a favor de la reserva se habían reunido con ellos, pero los pescadores no estaban satisfechos con las explicaciones sobre por qué de la reserva y las posibles consecuencias de su implementación. Su resistencia ilustra la importancia de las percepciones de la gente en la planificación de los cambios en el manejo de los recursos.

En el caso contrario (Fagatele Bay), un territorio estadounidense ubicado al sur de Ecuador, la integración de cultura tradicional de Samoa y la organización social fueron críticos en el proceso de planificación y designación de la ZEP. Se tuvieron reuniones con el consejo de la aldea más cercana al área y con el gobernador de Samoa. El plan de manejo fue diseñado frente a las preocupaciones de los ancianos de Samoa.

Específicamente para la región del SAM, algunos refugios pesqueros han sido establecidos y el procedimiento para establecerlos involucró la total participación de las cooperativas de pescadores interesadas y varios ciclos de comunicación y retroalimentación con la población local, organizaciones de la sociedad civil y autoridades en materia de conservación.

En el caso de Banco Chinchorro, en 2010 se inició el proceso de comunicación con las cooperativas pesqueras del sitio. En general, las cooperativas pesqueras aceptaron la idea de cerrar algunas zonas a la pesca por intervalos largos de tiempo para permitir la recuperación de las especies y reducir la pesca ilegal. Sin embargo, les tomó tiempo definir el área que destinarían para los campos pesqueros concesionados a su poder, al igual que la definición de los términos de restricción pesquera, las especies focales y tiempo de restricción en su pesca (Alianza Kanan Kay, 2012a)

El caso de Sian Ka'an era un proyecto que tenía la finalidad de lograr la protección de zonas de agregación reproductiva de peces arrecifales que inició en noviembre de 2008. Se trabajó con la SCPP J.M. Azcorra y la SCPP Cozumel, en conjunto con las organizaciones Comunidad y Biodiversidad (COBI), Amigos de Sian Ka'an, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (Alianza Kanan Kay, 2012b).

Sin embargo, algunos sitios de agregación de peces han desaparecido por la presión histórica pesquera, o el tamaño de las agregaciones se ha reducido al grado que ya es difícil localizarlos. Por ello luego de dos años, se cambió el enfoque del proyecto y lo convirtieron en un proyecto de aprovechamiento en vez de conservación y se definieron áreas completamente protegidas para ayudar a la recuperación de los recursos para su futura explotación. Las zonas destinadas como refugios pesqueros fueron propuestas con la total participación de los pescadores, organizaciones de la sociedad civil y autoridades en materia de conservación. Durante el desarrollo del proyecto, se reporta una serie de capacitaciones, cursos y monitoreos con los miembros de las cooperativas (Alianza Kanan Kay, 2012b).

Invariablemente del éxito o fracaso de las ZEP's, cada caso hace una declaración sobre la importancia de las variables culturales y cómo influyen en el manejo de los recursos. Después de examinar los casos de estudio, el trabajo de Fiske (1992) concluye que las experiencias de cambio social son útiles para la designación de áreas marinas a cualquier régimen de protección y que la introducción exitosa de cualquier estrategia de manejo es más eficaz cuando existe una estrecha articulación con grupos locales y sus variables socioculturales.

## **Metodología**

### **Caracterización las condiciones socioeconómicas de la zona de Akumal Pueblo**

Para describir las condiciones socioeconómicas presentes en Akumal Pueblo se revisó la base de datos del censo 2010 llevado a cabo por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Se obtuvo información de los servicios con los que cuenta la comunidad, su calidad y el acceso a los mismos.

Además, para enfocar la descripción de las condiciones socioeconómicas a la percepción de los pobladores respecto a las condiciones socioambientales que los rodean (dirigida específicamente al arrecife coralino), se realizaron encuestas a la población.

Las encuestas fueron de tipo personal con preguntas abiertas, semicerradas y cerradas. El esfuerzo muestral fue de 32 encuestas en total y éste se obtuvo de manera aleatoria. Se

aplicó un mínimo de 2 encuestas por cuadra para ser homogéneos con la muestra (Anexo 1). Todas las encuestas se llevaron a cabo entre el 15 y el 17 de octubre del 2014, y con ellas se obtuvo adicionalmente un perfil demográfico de la muestra que incluye datos como lugar de procedencia, escolaridad, edad y sexo.

En la primera parte de la encuesta (preguntas 1-7) se identificaron los problemas socioambientales percibidos por los informantes, sus principales ocupaciones, su percepción en el uso de los recursos para la realización de éstas y su conocimiento en torno a la toma de decisiones para el manejo de los recursos de Akumal (Anexo 2).

Para completar la descripción y orientarla hacia la pesca en Akumal, se realizaron entrevistas a informantes clave. Todas las entrevistas se llevaron a cabo entre las fechas 15 y 18 de octubre del 2014.

### **Percepción de los pobladores de Akumal ante la existencia de una ZEP**

Para este objetivo se utilizaron las partes segunda y tercera de la encuesta (preguntas 8-18). En la segunda parte de la encuesta (preguntas 8-15) se identificó la percepción de los informantes hacia el estado de condición actual del arrecife de Akumal, su conocimiento acerca de los servicios ecosistémicos que el arrecife puede prestar y el beneficio o perjuicio que éste puede tener hacia con la comunidad. Esto principalmente enfocado a recursos pesqueros.

La tercera parte (preguntas 16-18) estuvo orientada a conocer la disponibilidad de la población para conservar los recursos pesqueros de Akumal. Así mismo se conoció la posible conformidad de la comunidad ante la implementación de una zona de exclusión pesquera en Akumal.

### **Relación del proceso de gestión del RP**

Para este objetivo se realizaron entrevistas semiestructuradas a informantes clave. Estas entrevistas sirvieron para describir el proceso de gestión del RP en Akumal desde las

diferentes perspectivas de los entrevistados. Las entrevistas buscaron conocer las experiencias que tuvo cada uno durante el proceso de gestión de la ZRP. Tres de las cuatro las entrevistas se llevaron a cabo entre las fechas 15 y 18 de octubre del 2014 y otra en mayo del 2014.

Para completar la descripción del proceso de gestión e implementación del RP en Akumal y conocer la apreciación de éste por parte de los habitantes de Akumal Pueblo, se realizaron 3 preguntas (preguntas 19-21) enfocadas a conocer su conocimiento o desconocimiento e inclusión o exclusión del proceso.

## Resultados

### Condiciones socioeconómicas de la zona de Akumal Pueblo

Los resultados en relación a las condiciones socioeconómicas de la zona están seccionados en 5 apartados: 1) Datos generales; 2) Apropiación de los recursos; 3) problemáticas identificadas por los encuestados; 4) Toma de decisiones; y 5) La pesca en Akumal

#### *Datos generales*

El INEGI presenta un conjunto de indicadores de población y vivienda a nivel localidad. Los Principales resultados por localidad (ITER) más actuales para Akumal son los que se obtuvieron en el año 2010 (último censo llevado a cabo por INEGI) (Tablas 3.1 y 3.2).

Tabla 3.1. Resultados ITER Akumal 2010 (datos sociodemográficos).  
Datos tomados de INEGI (2010)

Población total	1310
Población +18	837
Relación mujer/hombre	1.1761
Akumalenses	384
Inmigrantes	873

La población total de Akumal pueblo es de 1310 habitantes y un 64% de población es mayor de edad. Akumal es un poblado cuya población es predominantemente inmigrante pues de las 1257 personas censadas por el INEGI, 69.4% no es oriunda del lugar.

En la tabla 3.2 se muestra el total de hogares censados por INEGI (363) así como el total de viviendas presentes en Akumal (370). Del total de viviendas censadas 96% de éstas contaban, para el 2010, con todos los servicios básicos (agua entubada, electricidad y drenaje). Las casas en Akumal tienen un promedio de 3.55 habitantes por vivienda.

Tabla 3.2. Resultados ITER Akumal 2010 (datos socioeconómicos).  
Datos tomados de INEGI (2010)

Hogares censados	363
Viviendas habitadas	370
Personas por vivienda	3.55
Viviendas electricidad	359
Viviendas agua entubada	359
Viviendas drenaje	350
Viviendas con todos los servicios	350

En la Figura 3.1 se muestra el género de las personas encuestadas. El género dominante resultó ser el masculino con 72% de los encuestados mientras que el femenino alcanzó solo un 28%.

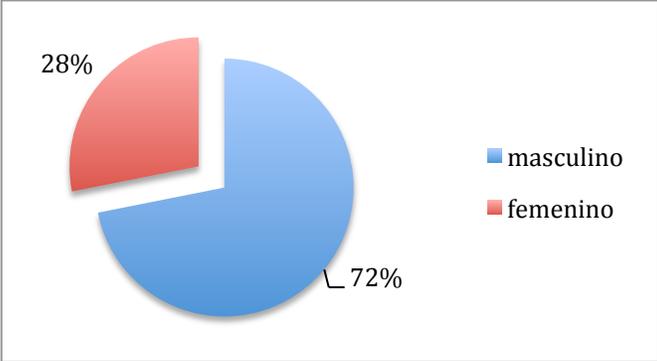


Figura 3.1. Género de los encuestados

Todas las personas encuestadas resultaron ser inmigrantes. 75% provenientes del estado de Yucatán, México; 13% de algún otro lado del estado de Quintana Roo, México; y el 3% de

Veracruz, México; 9% no contestó. En la Figura 3.2 se desglosa el lugar específico de su procedencia. Destacan pueblos del estado de Yucatán: Sotuta y Valladolid.

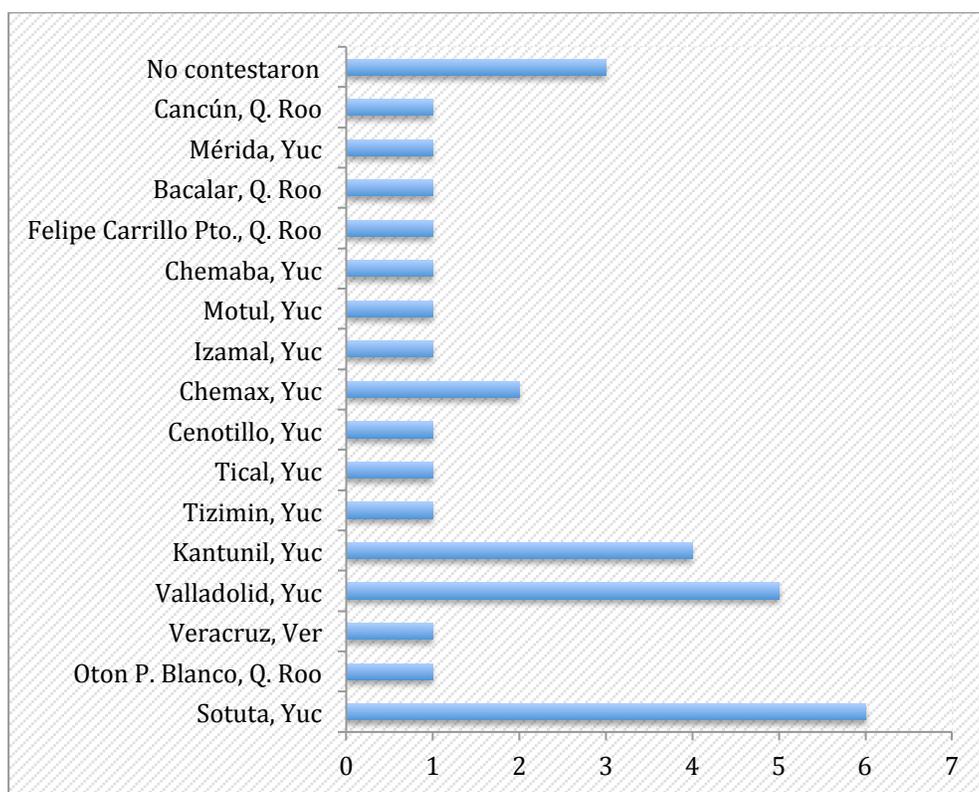


Figura 3.2. Procedencia de los encuestados. El eje x representa el número de personas

Las ocupaciones de los encuestados varían. Guía turístico fue la dominante con 8 de las 32 personas encuestadas; comerciante en segundo (6); empleado y ama de casa coincidieron en tercero (4 cada uno). Cabe destacar que se encuestó al Delegado Municipal de Akumal, a una de las primeras personas que habitaron en Akumal y los gerentes de 3 de las 6 tiendas que prestan el servicio de pesca recreativa en Akumal (Figura 3.3).



Figura 3.3. Ocupación de los encuestado. El eje x representa el numero de personas

### *Apropiación de los recursos*

El 66% de los encuestados identificaron el uso directo de algún recurso natural de Akumal. En cuanto a los recursos naturales identificados por este 66% se señala primeramente, el uso de la Bahía, el mar y el arrecife en general con 17 menciones. El manglar, las tortugas y los peces están en segundo lugar con 5 menciones; el agua con 3; y por último la laguna, la madera y las piedras con 1 mención cada una (Figura 3.4).

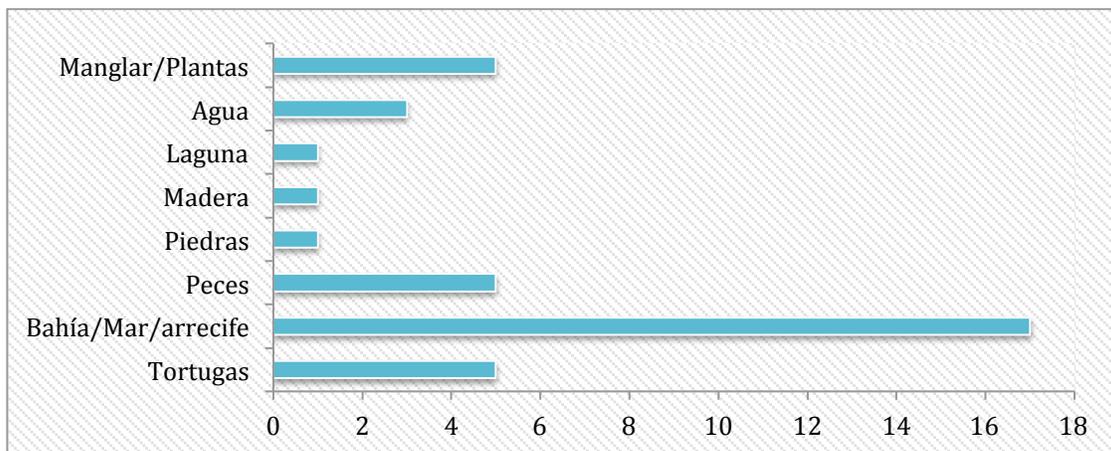


Figura 3.4. Recursos utilizados por los pobladores según los encuestados

### *Principales problemáticas de Akumal*

La deficiencia de servicios en general (seguridad, salud, drenaje, pavimentación y educación) fue identificada como el problema principal (32 menciones) que enfrentan los habitantes de Akumal. La ineficiencia del servicio de recolección de basura o la presencia de demasiada basura en el pueblo y en la bahía como segundo problema (26 menciones). Con 14 menciones se encuentra una “mala economía”, entendida como el alza en los precios por ser una zona turística, la falta de trabajo o la pelea entre pobladores por los mismos. 9 individuos identifican la sobreexplotación de los recursos de la zona como un problema. Así mismo se señalan otros problemas como el presente conflicto por el acceso a la playa (5 menciones); el CEA y sus acciones con 4 menciones; la mala disposición de aguas residuales y la contaminación del agua (4 menciones) y la inexistencia de un reglamento eficiente que ordene la bahía de Akumal (2 menciones) (Figura 3.5).

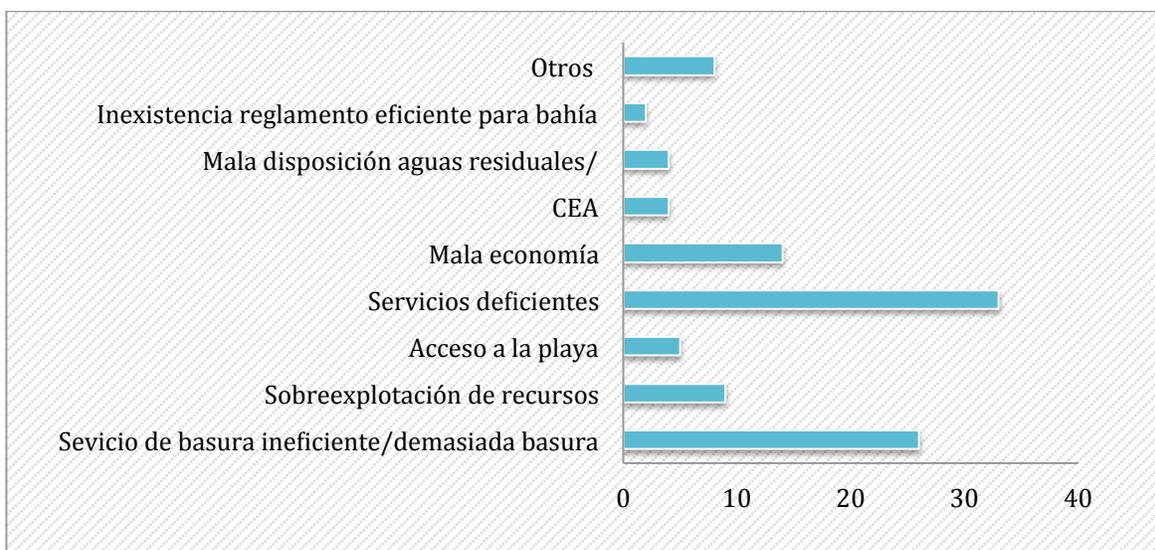


Figura 3.5. Principales problemas y preocupaciones de la comunidad identificados por los encuestados. La gráfica está basada en el número de menciones dado que los encuestados podían dar más de una respuesta

La categoría *Otros* se refiere a la existencia de perros callejeros, la falla de servicios de televisión de paga, la falta de organización comunitaria, falta de terrenos para viviendas y la construcción sin medida y sin control (8 menciones por todos).

### *Toma de decisiones*

Al preguntar a los encuestados respecto a quiénes tomaban las decisiones en torno a los recursos naturales en Akumal, el 9% respondió que no sabía. El 91% restante respondió que 4 diferentes actores. El CEA y las autoridades en general (3 niveles de gobierno) en primer lugar (16 menciones cada uno); privados y empresarios (10 menciones) y al último la población (4 menciones) (Figura 3.6).

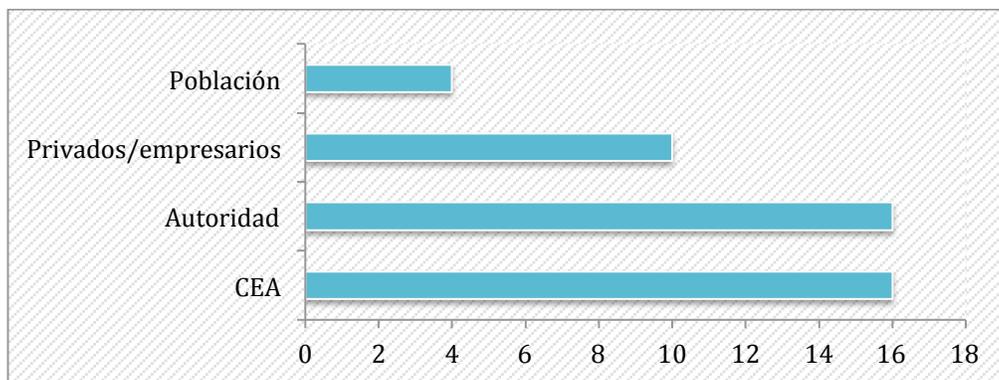


Figura 3.6. Tomadores de decisiones según los encuestados. La gráfica está basada en el número de menciones dado que los encuestados podían dar más de una respuesta

En cuanto a la percepción de los encuestados respecto al ser considerados en la toma de decisiones, el 71% mencionó que no sentía que tomaban en cuenta su opinión, el 23% que sí y el resto (6%) no contestó (Figura 3.7).

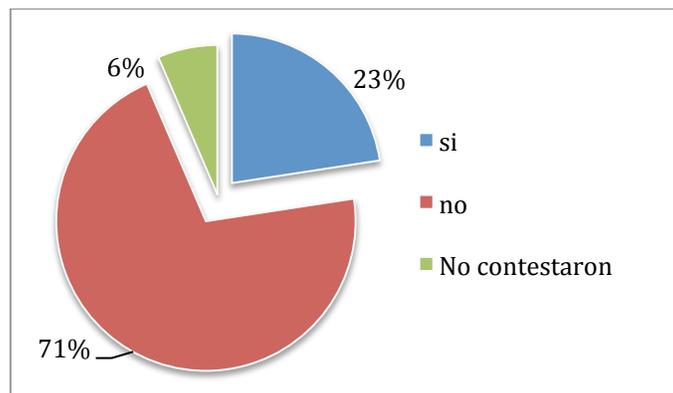


Figura 3.7. Percepción de los encuestados respecto a ser tomados en cuenta

En la Figura 3.8 se observa a quiénes deberían, según los encuestados, tomar las decisiones respecto al uso y conservación de los recursos naturales de Akumal, estos contestaron: en primer lugar la población (19 menciones); seguido de las autoridades (16 menciones); todos (2 menciones); y el CEA y los privados o empresarios con 1 mención cada uno.

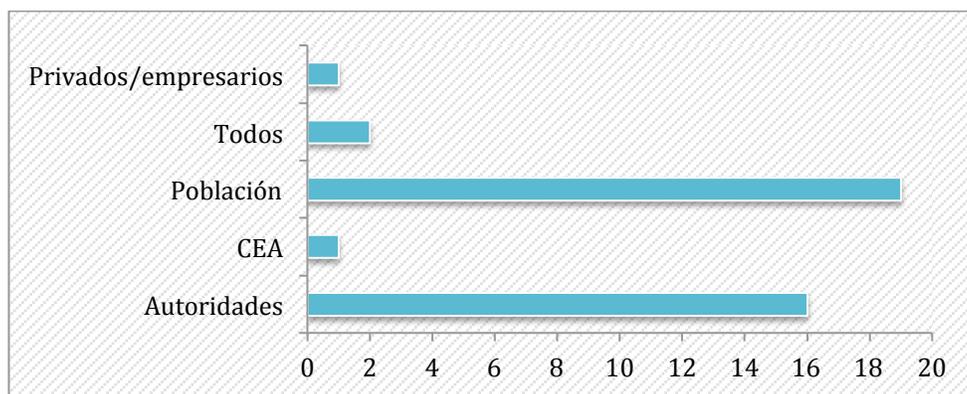


Figura 3.8. Percepción de una toma de decisiones adecuada según los encuestados La gráfica está representada por el número de menciones puesto que los encuestados tenían la oportunidad de dar mas de una respuesta o ejemplo.

### *Pesca en Akumal*

La concesión de la pesca comercial de langosta en Akumal pertenece a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Tulum (SCPPPT) misma que cuenta con permisos de escama y tiburón (Anexo 3). Sin embargo, esta cooperativa va a la zona de Akumal con poca frecuencia. El CEA, en junio del 2014, realizó entrevistas a los capitanes de pesca recreativa de Akumal, dichas encuestas arrojaron que la frecuencia con la que los capitanes observaban a la SCPPPT en la zona solo era de tres veces al mes o menos. La razón para la baja utilización de la zona, comenta un miembro de la cooperativa, por una parte porque en la zona se practica pesca furtiva y esta práctica arrasa con la mayoría de las presas económicamente importantes, y por otra parte porque la distancia es considerable y no es rentable navegar hasta Akumal pues la captura resultante es poca.

*“¿Ah Pues puro pirata hay allá [...]. La neta es que puro pirata es quien se lo está llevando. [...] es que mira: aunque te digan que ellos lo van a proteger [refiriéndose al CEA] no faltan piratas que vienen. [...] por eso casi no vamos para allá pues porque hay puro pirata y cuando vas, ya no buscas [encuentras] nada. Mejor aquí”*

*Paco, socio de la SCPPT/ octubre 2014*

De acuerdo a la percepción de los usuarios y prestadores de servicios, la pesca furtiva ha sido identificada como un problema grave. Ésta ha sido no solo identificada por la cooperativa, sino también por el CEA y los gerentes de las tiendas de buceo. El director del CEA menciona que la pesca furtiva fue uno de los principales motivos para la gestión de un RP en Akumal.

*“Podría decir que el mayor motivo por el cual ahora se quiere hacer el refugio pesquero es la pesca furtiva y las malas prácticas que tiene la pesca [...]. Hemos visto que incluso de otras cooperativas vecinas vienen de furtivos a pescar a la zona. [...] vienen de Playa del Carmen, Puerto Morelos, incluso de Cozumel.”*

*Iván Penié, Coordinador de Programas de Conservación del CEA / octubre 2014*

*“El problema es que hay una operación muy grande de pesca furtiva en el sentido que vienen muchas lanchas con tanques, gente que se tira a pescar comercialmente, chavos que vienen y pescan en lugares donde no deben”.*

*Gerardo Orozco, Gerente del Dive Center Akumal / octubre 2014*

No existen registros de los volúmenes de captura por pesca furtiva, solo avistamiento de su *modus operandi*. Se cuenta con dos tipos de pesca furtiva, los raneros, reconocidos como un problema menor y los pachocheros, pescadores que realizan su actividad por la noche.

*“[...] Los raneros son gente de la comunidad, la mayoría chavos de entre 14 y 21 años. [...] muchos trabajan aquí como operadores turísticos y en sus tiempos libres salen a arponear, [...] lo venden a los restaurantes y es un dinerito extra”.*

*Miguel Lozano, Coordinador del Programa de Manejo Costero del CEA/ octubre 2014*

*“[...] los pachocheros también vienen, son de otras localidades o hasta otras cooperativas. Ellos literalmente barren, como saben que no hay vigilancia, barren y sacan desde caracol, pulpo, pez [...] lo que saca el buzo va para arriba todo. [...] esos son los más problemáticos y son los que sacan más volumen”.*

*Miguel Lozano, Coordinador del Programa de Manejo Costero del CEA / octubre 2014*

La mayoría de las actividades de la bahía son realizadas en el día. Por la noche, momento cuando se lleva a cabo la pesca furtiva, existe una falta de vigilancia en la zona que probablemente ocasiona que la pesca furtiva sea constante.

*“Lo que pasa es que no existe una vigilancia, ese es un problema. Yo no puedo irme a pelear con ellos, nadie puede ir y hacerles algo, [...] mientras no existan repercusiones o sanciones pues no pasa nada.*

*Gerardo Orozco, Gerente del Dive Center Akumal / octubre 2014*

### Percepción de los pobladores de Akumal ante la existencia de una ZEP

Los resultados están divididos en 2 secciones: 1) Estado arrecifal y beneficios; y 2) Disponibilidad para conservar

#### *Estado arrecifal y beneficios*

Según el 69% de los encuestados, el estado del arrecife de Akumal se encuentra dentro de la categoría regular; un 19% contestó bueno y un 9% que malo. El 3% no contestó (Figura 3.9).

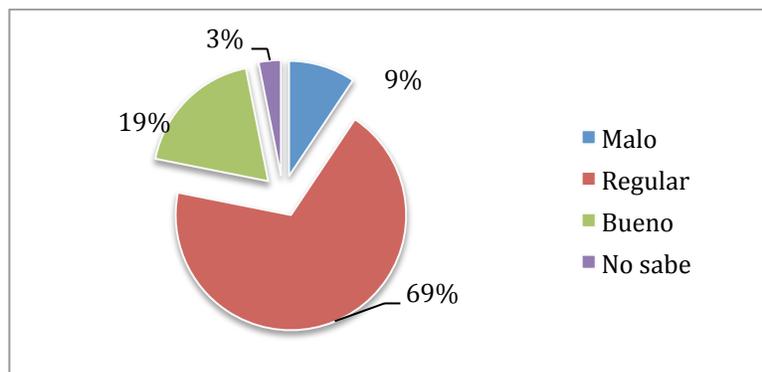


Figura 3.9. Percepción de los encuestados con relación al estado del arrecife de Akumal

El 63% de los encuestados mencionaron saber cuál o cuáles eran las funciones del arrecife para las especies pesqueras. Provisión de hábitat obtuvo 19 menciones; lugar de reproducción de peces 6 menciones y provisión de alimento 5. (Figura 3.10).

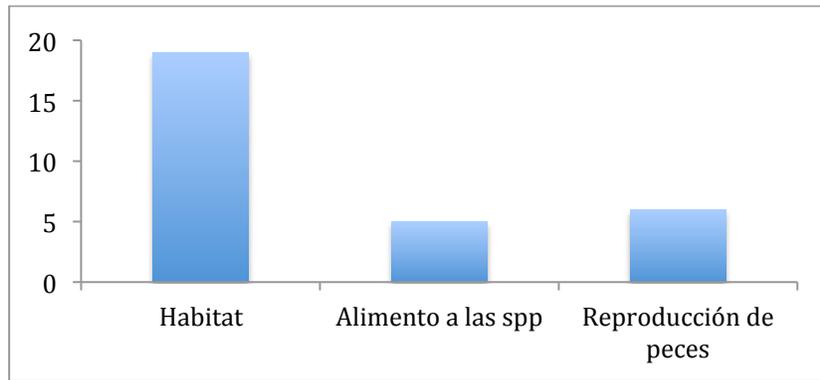


Figura 3.10. Funciones arrecifales según los encuestados. La gráfica está realizada en base al número de menciones ya que los encuestados pudieron decir más de una respuesta o ejemplo.

El cambio en el estado de los recursos pesqueros de Akumal percibido por los encuestados se muestra en la Figura 3.11. El 72% piensa que está peor de cuando llegó a Akumal, el 16% que han permanecido igual, nadie considera que está mejor y 12% no contestó.

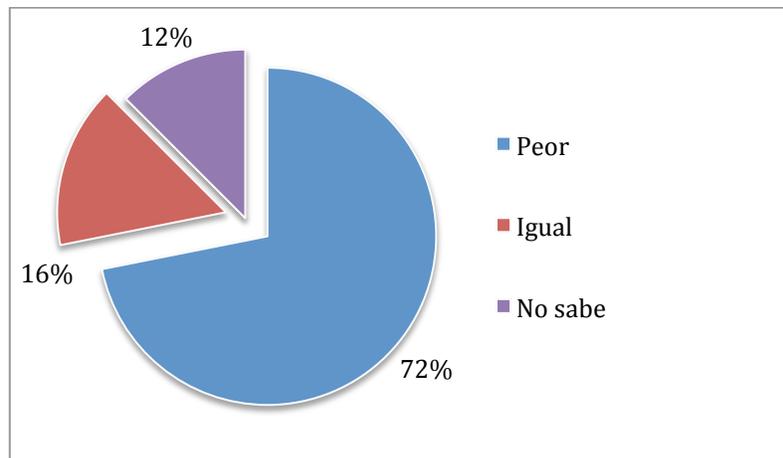


Figura 3.11. Evolución de los recursos pesqueros según los encuestados

Cuando se les preguntó a los encuestados si recibían algún beneficio por vivir cerca de un arrecife de coral el 94% mencionó positivamente, el 6% restante dijo que no recibía beneficio alguno del arrecife

Respecto a los que contestaron positivamente, Trabajo fue el principal beneficio que perciben los encuestados. También mencionaron que el coral, al ser un atractivo para los turistas, tiene un beneficio indirecto para ellos pues la llegada de turistas se convierte en trabajo para los residentes. Solo 4 personas identificaron como beneficio algunos de los servicios ambientales que ofrece el arrecife de Akumal (control de oleaje y protección contra huracanes y tormentas). 2 personas aludieron que solo cuando pescan obtienen un beneficio del arrecife. Otros beneficios del arrecife hacia con los pobladores se remite a que es un “lugar bello” o que “se siente bonito vivir cerca de él”, etc. (Figura 3.12).

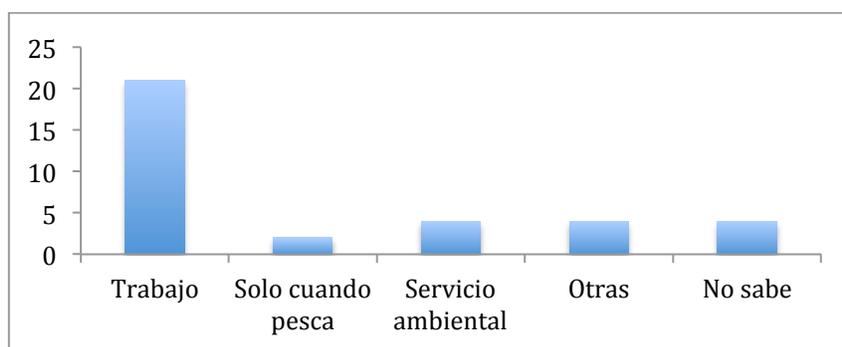


Figura 3.12. Beneficios adquiridos. La gráfica está realizada en base al número de menciones ya que los encuestados pudieron decir más de una respuesta o ejemplo.

### *Disponibilidad para conservar*

Más del 75% de los encuestados está de acuerdo con la necesidad de tener reglas en el sector pesquero. 78.1% está de acuerdo con que es necesaria la restricción de ciertas artes de pesca; el 81.3% convino con la necesidad de tener tallas mínimas de captura y épocas de veda; el 78.1% concuerda que es necesario ciertas zonas de veda (Figura 3.13).

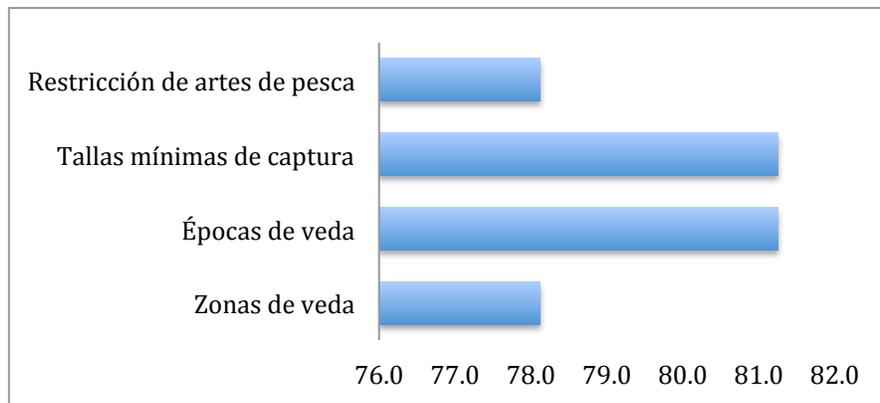


Figura 3.13. Porcentaje de aprobación de ciertas reglas pesqueras

En cuestión al porcentaje del consentimiento de los encuestados en torno a la implementación de una ZEP en Akumal, el 56% está de acuerdo, el 28% no está de acuerdo, el 10% diría que sí, dependiendo de la manera en la que se implemente, y el 6% no sabe (Figura 3.14).

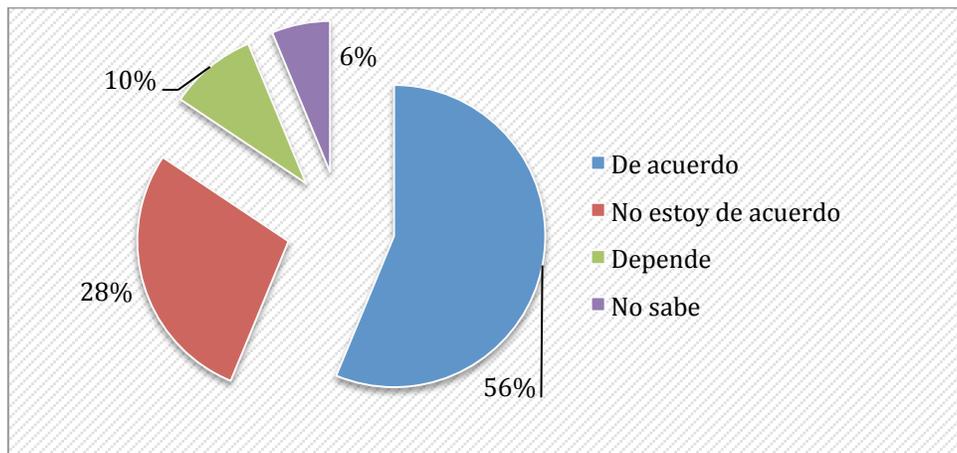


Figura 3.14. Consentimiento de los encuestados para una zona de exclusión pesquera

Las razones positivas de este proceso varían. Algunos mencionan que sería *“idóneo tener un lugar protegido pues existen especies importantes en la zona”*; también mencionaron que es necesario este tipo de estrategias para que se *“repongan las poblaciones de peces”* y que; si ellos no lo cuidan nadie lo hará por ellos.

Las razones negativas ante la implementación de un RP son principalmente que “*muchas personas se dedican a ello*” y que debería permitirse el “*autoconsumo responsable, así como la pesca de especies de corrida (migratorias)*”. Todos coinciden que la prohibición de la pesca comercial sería bueno.

### Proceso de gestión de la ZRP

Se realizaron 4 entrevistas. Los entrevistados fueron:

- Paul Sánchez: Director del CEA al momento de la entrevista (mayo 2014).
- Iván Penié: Coordinador de Programas de Conservación del CEA y encargado del proyecto de la Zona de Refugio Pesquero en Akumal (octubre 2014).
- Miguel Lozano: Coordinador del Programa de Manejo Costero del CEA y auxiliar del proyecto del RP en Akumal (octubre 2014).
- Paco: Socio de la SCPPPT que se limitó a solo dar su nombre, no quiso dar apellidos (octubre 2014).

A principios del 2013, Akumal fue considerado por la AAK para la posible implementación de un Zona de Refugio Pesquero (ZRP) debido, principalmente, a la disminución en la densidad de peces en un 60% (SCPPPT *et al.*, 2014) (Anexo 4).

*“[...] yo en ese proceso comencé a participar, al inicio, no para que crear un refugio sino mas para participar con lo que estamos haciendo aquí. Aun así, logre incluir a Akumal en la zona aunque no es ANP. [...] Akumal va a ser el primer refugio pesquero fuera de un ANP[...]”.*

*Paul Sánchez, ex director del CEA / mayo 2014*

Al inicio del proceso, la participación de la comunidad y de todos los actores posiblemente interesados y afectados o beneficiados, fue nula o escasa. Para comenzar con los métodos de participación con los usuarios primero fue necesaria la identificación de los mismos. Éstos fueron: La SCPPPT, los prestadores de servicio (scuba y snorkel), hoteleros y al último los residentes de la bahía. En este ejercicio la comunidad de Akumal Pueblo no fue incluida.

*“[...] no lo hemos hablado mucho a nivel Akumal y público, ni nada de eso; todo ha sido muy calladito hasta que tuvimos el visto bueno con la cooperativa. [...] Ahora ya vamos a tener que platicarlo con todos pero antes, para poder avanzar, era sin que se metieran varios intereses políticos locales [...]”*

*Paul Sánchez, ex director del CEA / mayo 2014*

*“Después de que se habló con la cooperativa, fue con los de pesca deportiva[...] después están todos los de buceo y snorkel[...] y hoteleros y residentes[...]”*

*Miguel Lozano, Coordinador del Programa de Manejo Costero de la ZRP / octubre 2014*

El acercamiento hacia los miembros de la cooperativa fue lo más difícil del proceso. Este acercamiento consistió en pláticas informativas con los socios para explicar los posibles beneficios de tener un RP en esa zona y así expusieran sus puntos de vista al respecto.

*“[...] Muy difícil, sumamente difícil. Una, por las limitaciones, las diferencias culturales, las diferencias de la cooperativa. Son un grupo maya de difícil acceso. [...] simplemente es, que ni siquiera están dispuestos a escucharte”.*

*Iván Penié, Coordinador de Programas de Conservación / octubre 2014*

*“Lo mas difícil fue hablar con la cooperativa. [...] una vez que tuvimos acercamiento a la cooperativa estuvieron muy abiertos, y la verdad es que si tienen conciencia, están conscientes que hay una problemática y están conscientes que se debe de hacer algo, lo que no saben es ¿qué hacer?, ok dejan de pescar, pero ¿qué hacer para sus ingresos? [...]”*

*Miguel Lozano, Coordinador del Programa de Manejo Costero / octubre 2014*

Miembros de la cooperativa mencionan que el CEA llegó a dar algunas pláticas en Playa Pescadores, en Tulum, playa donde está establecida la SCPPT, acerca del refugio pesquero. El consenso fue positivo hacia con el RP pues los socios alcanzan a ver los beneficios de dicho instrumento de manejo.

*“Pues si, el CEA a veces viene a “terapia” un poco. [...] nos dice que estamos de acuerdo, que si no. ... y pues supuestamente sí, andamos de acuerdo. Por una parte está bien si todos hacen lo mismo”.*

*Paco, socio de la SCPPT/ octubre 2014*

Como estrategia alternativa, durante las pláticas de negociación entre el CEA y la SCPPT, surgió la idea de la formación de una cooperativa turística con el fin de disminuir el impacto económico negativo que pueda atraer la prohibición de la pesca en Akumal para la cooperativa. El CEA apoyaría técnica y administrativamente a la SCPPT para la formación ésta a cambio del apoyo de la SCPPT en la implementación del RP.

*“[...] cuando a la cooperativa pesquera se les dijo lo de dejar de pescar aquí y la posibilidad de hacerles una cooperativa turística, ellos nos dijeron: yo no hablo inglés y yo soy pescador, y les dijimos pues si pero tu sabes donde esta el pescado que el turista quiere [...]. Ellos nos dijeron que si pero para sus hijos. [...] es un negocio a futuro, que además es un negocio que si se maneja bien pues es sustentable”.*

*Miguel Lozano, Coordinador del Programa de Manejo Costero / octubre 2014*

La integración de la comunidad de Akumal Pueblo en el proceso a fue deficiente pues carecía de métodos participativos adecuados. La actividad que se reporta como inclusión de la población fue una recolección de firmas que comprometía el apoyo de los firmantes.

En este ejercicio se recolectaron 900 firmas aproximadamente. Cabe aclarar que en la recolección de firmas hubo trabajadores de los hoteles, habitantes de condominios, tiendas de buceo y algunos turistas.

*“ya se han hecho acercamientos, talleres en forma no, se han contestado dudas y cosas. [...] hicimos una encuesta en la que se solicitó el apoyo de todo mundo. [...] tanto de gente, como hoteleros, operadores turísticos, como comunidad de la gente local, mucha gente está interesada”.*

*Miguel Lozano, Coordinador del Programa de Manejo Costero / octubre 2014*

*“[...] se han hecho acercamientos con ellos, de hecho se piensa involucrar una vez que ya sea operativo. [...] a nivel de información, si nos falta, ha habido pequeñas partes de difusión para el pueblo, pero poco acercamiento de verdad”.*

*Miguel Lozano, Coordinador del Programa de Manejo Costero / octubre 2014*

Como parte de la difusión de la creación de la ZRP en Akumal, el CEA, junto con la AKK, la CONAPESCA y la SCPPT, realizaron un tríptico (Anexo 5) donde se anuncian los posibles beneficios de esta herramienta de manejo. En el tríptico se explica qué es un RP, cómo funcionan, los objetivos del RP y el polígono del futuro RP en Akumal. De la misma manera, en el tríptico se muestra un correo y un número telefónico del CEA para solicitar más detalles del proyecto. Estos folletos fueron repartidos en las instalaciones del CEA y algunas partes del pueblo.

De acuerdo a las experiencias que se han tenido cuando se realiza algún tipo de acercamiento con la comunidad, la respuesta es endeble. La falta de comunicación entre el CEA y los usuarios de los recursos puede ser una de las razones por las cuales existe, en general, un “mala imagen” del CEA.

*“[...] cuando hacemos acercamiento no mucha gente se aproxima. Les avisas, ese día vamos a estar aquí, vengan y pregunten que quieren saber y no mucha gente se acerca y eso es por la problemática que de la imagen del CEA, no saben que es lo que realmente hacemos [...]. Es una relación de dos partes; sí ha faltado por nuestra parte algo de difusión pero también ha faltado interés por parte del pueblo [...]”.*

*Miguel Lozano, Coordinador del Programa de Manejo Costero / octubre 2014*

*“Es que cuando sales a divulgar el refugio pesquero, te encuentras con una gran apatía por parte de la gente, o trabaja hasta las seis de la tarde, o tienen otras cosas que hacer. Hay una apatía muy grande porque el tema no les interesa”.*

*Iván Penié, Coordinador de Programas de Conservación / octubre 2014*

El día viernes 17 de octubre se realizó un taller de divulgación en el que se invitaba a conocer más sobre la creación de la Zona de Refugio Pesquero en Akumal. El lugar sería el

centro comunitario Akumal, un espacio público en el que se realizan diferentes actividades por y hacia la comunidad.

Cabe destacar que cuando se realizó el trabajo de campo, solo se visualizaron dos carteles tamaño carta (Figura 3.15) en el que se daba el aviso a la comunidad; uno en el centro comunitario y otro a lado de una tienda, en la calle principal. Se identificó que las aproximaciones con la población no han sido sensibles con los horarios de trabajo de la gente.



Figura 3.15. Cartel de difusión para la charla informativa impartida por el CEA

A dicho taller asistieron solo 2 personas mayores y 2 niños. Los asistentes no sabían de dicho proceso y afirman que mucha gente no sabe que se está haciendo una ZRP en Akumal y que les hubiera gustado que tomaran en cuenta a la comunidad. Se repartieron trípticos.

*“Falto difusión. [...] no es justo que solo el CEA decida por algo que nos pertenece a todos [...]”*

*Asistente a taller / octubre 2014*

Una vez recibida la plática, los dos asistentes mostraron su conformidad con dicho instrumento de manejo y propusieron una serie de cosas que pudiesen servir en beneficio a

la comunidad; comentaron del poco consumo de pescado de la comunidad de Akumal; de la posible venta de pescado y de algunos talleres de cocina.

*“Desgraciadamente es una zona costera y la gente no come pescado. [...] parece ser un problema porque como que ya no estamos acostumbrados. [...] puede ser un mercado competitivo pero la cooperativa tiene que entender que si se logra, tiene que ser despacito porque va empezando. [...] es cuestión de que nos organicemos. [...] Además también se pueden armar talleres de cocina [...]”*

*Asistente a taller / octubre 2014*

Respecto al proceso de implementación del RP en Akumal, 66% de los encuestados afirmaron conocer o saber de dicho proceso (Figura 3.16). Sin embargo, el 91% de los encuestados afirma no participar en el proceso de implementación del RP. Cabe destacar que el 9% restante no tiene una participación activa, son gerentes de tiendas que ofrecen el servicio de pesca recreativa, están más enterados del proceso que los pobladores y llegan a opinar sus inquietudes al CEA (Figura 3.17).

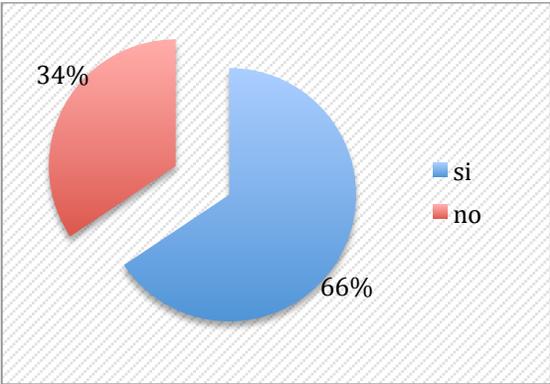


Figura 3.16. Conocimiento del proceso

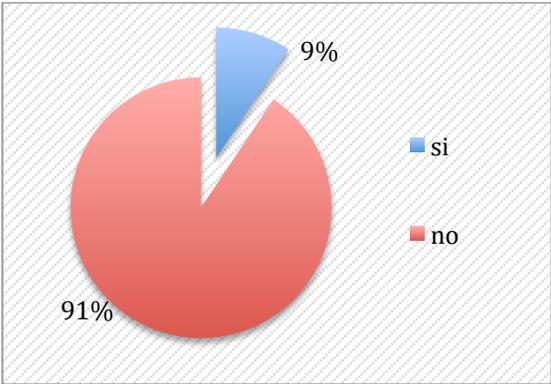


Figura 3.17. Participación en el proceso

Cuando a los encuestados se les preguntó si les gustaría informarse (o informarse más) acerca del proceso, 97% mencionó que si, el resto que no. Por otra parte al preguntarles si una vez informados les gustaría participar activamente en el proceso, 87% mencionó que si y 13% que no le interesa (Figura 3.18).

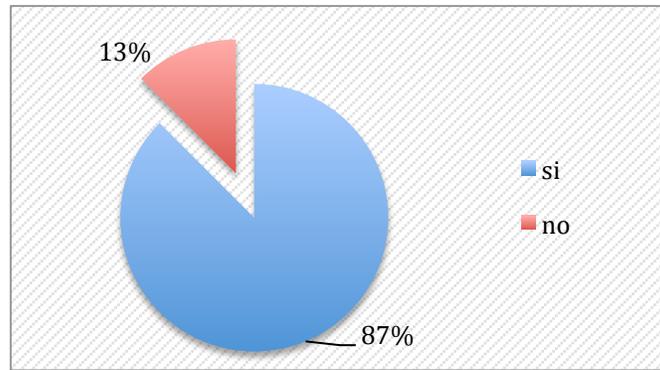


Figura 3.18. Interés por participar

Las razones positivas hacia la participación se relacionan al deseo de inclusión en el proceso por parte de los habitantes, para expresar su punto de vista. Ellos afirman que *“entre más gente se involucre las cosas se hacen mejor”* e incluso les gustaría apoyar en labores de inspección y vigilancia.

En abril del 2015 se publicó en el DOF el Acuerdo por el que se implementa un RP en Akumal de la modalidad parcial temporal. Sólo podrán llevarse a cabo actividades de pesca comercial o de consumo doméstico de pez león mediante apnea y sólo con arpón de liga, estando prohibida la captura de cualquier otra especie de flora y fauna. Respecto a la pesca deportivo-recreativa, ésta solamente podrá llevarse a cabo bajo la modalidad de captura y liberación (SAGARPA, 2015). La revisión de resultados del RP se llevará en 2021 y se dictaminará si se prosigue con el instrumento o se anula.

## Discusión

Para entender algunos de los procesos sociales que existen en torno a la población de Akumal y cómo toman decisiones en torno a sus recursos, debemos comenzar por analizar un poco su historia y origen.

1) Durante este estudio se encontró que el 64.4% de los habitantes en Akumal son inmigrantes, mayormente provenientes de Sotuta de Peón y Kantunil en Yucatán, a causa de la falta de oportunidades de empleo en los lugares de origen (Fraga Berdugo 2012). Este

porcentaje es similar al reportado por INEGI (2010) que indican que un 69% de los pobladores de Akumal son inmigrantes.

2) Akumal recibe a los primeros sotuteños en 1978 cuando cuatro familias llegaron para trabajar la copra en las playas despobladas de la Riviera Maya. Es aquí cuando entra el concepto de desterritorialización, fenómeno que acompaña a la migración. La desterritorialización se produce cuando no se construye un vínculo fuerte entre el sujeto y el espacio que habita. El habitante desterritorializado casi nunca es originario de ese lugar, no hay un pasado que lo una y es consustancial del turismo (Hiernaux y Lindón, 2004; Fraga Berdugo, 2012).

En Akumal se identificó este mismo fenómeno, pues las zonas de donde provienen sus habitantes son zonas fuertemente arraigadas en la matriz cultural de sus fiestas tradicionales (Fraga Berdugo, 2012). Claro ejemplo es lo observado durante el trabajo de campo, cuando se menciona el inmediato traslado de los pobladores de Akumal en días de descanso hacia a su lugar de origen y regresan a trabajar días después a Akumal.

3) Ya para 1985 el panorama de inserción de los sotuteños en Akumal resaltaba grandes contrastes: los jefes de personal y contadores vivían en cuartos del hotel Akumal Caribe; y el resto, en diminutas casas alrededor y entre los manglares cubriendo sus viviendas con láminas de cartón (Fraga Berdugo, 2012).

Aunque podría estar presente este fenómeno en Akumal, el proceso de desterritorialización, como lo indican algunos autores (Herner, 2009; Hiernaux & Lindón, 2004 ; y Giménez G., 2004), a su vez implica una deconstrucción de su identidad territorial del lugar de origen con el fin de construir una para su nuevo espacio. Es decir, la probable desterritorialización presente en Akumal tiene a su vez una construcción tenue y pausada de una identidad Akumalense, que apenas muestra indicios de raíces y que, de alguna manera, se traduciría a una despreocupación en la toma de decisiones por ahora.

4) A principios de los 90's, la empresa Xel-Há, entre otras, y algunas personas de la zona gestionaron ante Infonavit (Fondo Nacional de Fomento a la Vivienda de los Trabajadores) y el Fidecaribe (Fideicomiso Caleta Xel-Há y del Caribe) la obtención de créditos y

terrenos para un pueblo de apoyo al sector turismo. En 1993 se consolida este proceso y surge Chemuyil (Fraga Berdugo, 2012).

Sin embargo, algunas personas no quisieron moverse al sitio, no alcanzaron predio o simplemente llegaron más y para 1996 se trasladaron a Akumal pueblo con lotes ya definidos. Estos terrenos habían sido gestionados por los hoteleros e inversionistas de la zona con las autoridades (Don Inocencio, de los primeros pobladores de Akumal, octubre 2014). Pero fue el paso de los huracanes Roxana y Ópalo lo que finalmente obligó a los trabajadores de Akumal que vivían en medio del manglar a trasladar su vivienda a Akumal Pueblo (Informante trabajador de Akumal, octubre, 2007 en Fraga Berdugo, 2012).

Desde las perspectivas de la geografía y la antropología, el proceso de apropiación del territorio y su toma de decisiones se ve como “...una construcción social resultado del ejercicio de relaciones de poder...” (Herner, 2009) y como “...un ambiente de vida, de acción, y de pensamiento de una comunidad, asociado a procesos de construcción de identidad donde a partir de la valorización de sus productos y servicios se establecen acciones para su desarrollo” (Murillo Flores, 2007; Márquez Pérez, 2014). El juego de poder en la toma de decisiones en Akumal cada vez es más notorio entre el pueblo y los habitantes de la bahía, lo cual podría ser síntoma de que el proceso de apropiación del territorio de Akumal se lleva de una manera conflictiva.

Una forma de comprender la manera en la que las comunidades valoran su territorio a través de su medio natural, es a partir del estudio de sus percepciones sobre los problemas ambientales, la visualización de su responsabilidad propia y la de los demás al tratar de resolverlos (Castillo *et al.*, 2009 en Márquez Pérez, 2014).

En este sentido, en Akumal la mayoría de las personas encuestadas denota una conciencia en la utilización de los recursos de la zona para realizar su trabajo o como atractivo para el turismo que remunera indirectamente a sus bolsillos; específicamente el 28.1% nota una sobreexplotación de su bahía. En relación a la percepción hacia el arrecife coralino, casi la totalidad de las personas encuestadas nota beneficios provenientes del arrecife (trabajo). Además, la mayoría considera que el arrecife es un ecosistema con estado de salud regular,

pero un 72% nota que los recursos pesqueros vienen en decrecimiento desde hace ya unos años.

En este contexto, este estudio detectó una actitud positiva por parte de los encuestados respecto a la conservación el ecosistema arrecifal. Por ejemplo, el 75% demostró estar de acuerdo con la reglamentación en el sector pesquero (artes de pesca, periodos de veda y tallas de captura). Además, específicamente para la ZEP, el 56% está de acuerdo, un 10% podría decir sí, si se le mostraba más el alcance de la herramienta, y solo 28% no estaba de acuerdo con su implementación.

Entendiendo que la participación en gestión se define como “aquella acción colectiva en torno al manejo y conservación de los recursos naturales que surge de un proceso de negociación de intereses, definición de reglas y construcción de compromisos entre diversos actores sociales, a partir de sus derechos y obligaciones” (Castillo et al., 2009), este estudio muestra que en Akumal el 71% no siente que sus intereses estén representados en la toma de decisiones de los recursos y señalan al CEA como una autoridad tomadora de decisiones sobre la gestión de los recursos en Akumal que no consulta a la población.

El CEA es una ONG que “promueve el manejo sustentable de los recursos en la bahía de Akumal” (Anexo 3). Al ser una organización de la sociedad civil, el CEA promueve sus intereses colaborando y presionando a las autoridades competentes para el uso y aprovechamiento de la bahía. Esto probablemente da el aspecto de que el CEA toma decisiones. No existe manera legal para obligar al CEA realizar los labores de integración con la población en la toma de decisiones, sin embargo, por su misión y visión, el CEA tendría la obligación moral de tomar en cuenta la opinión de todos los usuarios de los recursos (pueblo de Akumal, prestadores de servicio, habitantes de la bahía y cooperativa pesquera) en cualquier proyecto que proponga como organización, lo cual no ha sucedido.

La percepción de la población probablemente es un síntoma, por una parte, de falta de información del CEA hacia la población en torno a sus tareas como actor interesado en Akumal, y por otra parte, de una población que no identifica adecuadamente responsabilidades y obligaciones de los diversos actores en cuestión al manejo de los

recursos en la bahía, y que no se involucra directamente a causa de su posible desterritorialización.

Si el manejo de los recursos no incluye una perspectiva de amplia participación y compromiso del conjunto de todos los actores locales, se corre el riesgo de caer en un desarrollo basado en élites. Si existe una falta de comunicación entre los usuarios de los recursos, existirá una tendencia de sobreexplotación. En cambio cuando se permite a los usuarios comunicarse, se obtienen beneficios conjuntos sustancialmente mayores; si existe un manejo de recursos informado y participativo, se puede aceptar la idea de protección y estar predispuesta a colaborar (Ostrom, 1990; Ramos Esplá, *et al.* 2004; Murillo Flores, 2007). En este sentido, la aceptación social de una zona con cualquier régimen de protección es crítica en el éxito de su implementación, pero el balance entre los aspectos sociales y biológicos debe ser conseguido para la mejor aplicación de este instrumento (CEDMMR, 2001).

Respecto al proceso de implementación de la ZRP, éste era conocido por 66% de los encuestados, sin embargo el 91% no tuvo participación en el proceso pues éste careció de métodos de participación activa hacia los pobladores de Akumal debido a que los gestores del proceso, AAK y CEA, decidieron negociar únicamente con los usuarios directos, la SCPPT. Debido a esta forma de operación, la implementación siguió un curso más rápido que si se hubiera realizado algún tipo de método participativo con la población, previo y después de la gestión.

Por último cabe mencionar que a pesar de que los pobladores afirman un interés por participar y su inconformidad ante la exclusión en el proceso de implementación de la ZRP, Martínez Calderón (2012) menciona que “una actitud positiva no garantiza un comportamiento igualmente positivo”. Lo observado en campo y diferentes testimonios lograron indicar que la participación de la gente es muy baja o nula, esto podría deberse a: 1) la falta convocatoria a través de formas ingeniosas y nuevas, sensibles a la idiosincrasia de la población; y 2) por la probable desterritorialización de la que padece Akumal y la construcción de su nueva identidad territorial.

# CAPÍTULO IV

## Análisis jurídico

---

### Marco teórico

#### Derecho en la zona costera

El Derecho suele reflejar las preocupaciones de la sociedad y por ello es uno de los mecanismos primarios usado por los gobiernos para asegurar que sus políticas y programas sean implementados. En este sentido, el Derecho debe ser entendido a partir de su naturaleza social, cuando se utiliza este enfoque de comprensión, el Derecho cumple con mayor o menor simultaneidad la función de orientar los comportamientos y tratar de legitimar al poder estatal (Jordano Fraga, 2002; Fernández Bulté 2002 en Monzón Bruguera, 2009).

En la actualidad la contaminación y la destrucción de los recursos naturales a producido una creciente preocupación en la sociedad y su debate alcanza varios sectores de la comunidad. Esto ha obedecido, fundamentalmente, a la paulatina toma de conciencia acerca de los peligros de la degradación ambiental para el presente y futuro de la humanidad, es por esta razón que el Derecho ambiental existe y ha alcanzado su desarrollo actual (Ibarra Sarlat, 2003; Jordano Fraga, 2002).

Actualmente las leyes *tradicionales* en materia pesquera y de conservación no han podido evitar el colapso de algunos ecosistemas y por eso las estrategias pesqueras y de conservación a nivel mundial no pueden seguir sin nuevas ideas y nuevas prácticas de manejo (Brax, 2002; Safina 1995, en Brax, 2002). Para lograr de forma eficaz la gestión sostenible de zonas costeras, es indispensable elaborar y poner en vigor políticas e instrumentos legales integrados, que se apliquen en la práctica y se basen en principios sociales, ecológicos, económicos, científicos, políticos y jurídicos racionales (Monzón Bruguera, 2009).

En las zonas costeras y marinas mexicanas son aplicables 38 leyes Generales y Federales, un número importante de leyes estatales y ordenanzas municipales, numerosas Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y diversos instrumentos internacionales. Además, ejercen sus atribuciones al menos 12 dependencias y 22 Entidades Paraestatales de la Administración Pública Federal, un número importante de secretarías estatales y unidades de las administraciones públicas municipales (CIMARES, 2009).

En un análisis general de la legislación ambiental mexicana llevado a cabo en el 2009 por la Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Zonas Costeras (CIMARES), se marcaron como principales limitaciones la sobrerregulación en la materia, la incongruencia entre los diversos instrumentos jurídicos, la existencia de vacíos jurídicos, la contraposición de competencias o en su caso una desarticulación absoluta de las mismas y la falta de control y vigilancia.

En este sentido, debemos comprender que la planeación de una ZEP no solo incluye la perspectiva ambiental. Esta herramienta de manejo, como la mayoría, mantiene una estrecha relación con factores socioeconómicos, administrativos y legales. Bajo esta premisa, los factores legales toman relevancia pues éstos le darán certeza a la existencia y probable respeto a los acuerdos a través de una disposición jurídica. Así, la legalidad será el reconocimiento de la ZEP por parte de autoridades y tal vez de los demás individuos involucrados (CEMDA, 2010; CEDMMR, 2001)

### **Marco jurídico mexicano en materia de ZEP**

Dentro del marco jurídico mexicano existen conceptos que cumplen con la misma función de una ZEP. Según un análisis que llevo a cabo el Centro Mexicano de Derecho Ambiental en el 2010 (CEMDA), las figuras jurídicas para la creación de una ZEP son de dos tipos:

- A. Las contenidas en las disposiciones de la legislación de conservación
- B. Las comprendidas en la legislación pesquera

## *A. Disposiciones de la legislación de conservación*

### **1) Áreas Naturales Protegidas (ANP)**

Según el artículo 44 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, DOF 16-01-2014) se define un Área Natural Protegida (ANP) como *“aquellas zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas...”*. Es decir, las ANP's son aquellas porciones terrestres o acuáticas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por el hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección.

Según la LGEEPA existen diferentes tipos de ANP: 1) Reserva de la biosfera; 2) Parque nacional; 3) Monumentos naturales; 4) Áreas de protección de recursos naturales; 5) Áreas de protección de flora y fauna; 6) Santuarios 7) Parques y reservas estatales; 8) Zonas de conservación ecológica municipales; 9) Áreas destinadas voluntariamente a la conservación. En zonas marinas solo se podrán establecer Reserva de la biosfera, Parque nacional, Monumentos naturales, Áreas de protección de flora y fauna y Santuarios.

La LGEEPA anuncia que se tiene que realizar una división y subdivisión acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos. Ésta se llevará a cabo a través de las zonas núcleo y sus subzonas y zonas de amortiguamiento y sus subzonas. En este sentido, las restricciones a la pesca pueden establecerse en zonas núcleo o las que se señalen en la declaratoria de la ANP; esto constituirá una ZEP dentro de una ANP.

### **2) Programa de Ordenamiento Ecológico Marino (POEM)**

En el artículo, fracción XXIV de la LGEEPA se define al ordenamiento ecológico como un *“instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales...”*. Todo a partir de análisis de las

tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos (art. 19 LGEEPA, DOF 16-01-2014).

Existen 4 tipos de programas de ordenamiento ecológico: 1) General del Territorio; 2) Regionales; 3) Locales; 4) Marinos (POEM). En ese contexto, existe la posibilidad de incluir criterios en los cuales se limite la pesca dentro de un POEM.

### *3) Hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre (HCCVS)*

Según el artículo 63 de Ley General de Vida Silvestre (LGVS, DOF 19-03-2014), la SEMARNAT promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y de las poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación así como el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos. En este sentido, se podrá declarar la existencia de hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre, cuando se trate de:

- a) Áreas específicas dentro de la superficie en la cual se distribuya una especie o población en riesgo al momento de ser listada, en las cuales se desarrollen procesos biológicos esenciales para su conservación.
- b) Áreas específicas que debido a los procesos de deterioro han disminuido drásticamente su superficie, pero que aún albergan una significativa concentración de biodiversidad
- c) Áreas específicas en las que existe un ecosistema en riesgo de desaparecer
- d) Áreas específicas en las que se desarrollen procesos biológicos esenciales, y existan especies sensibles a riesgos específicos

### *4) Área de refugio para proteger especies acuáticas (ARPEA)*

Otra herramienta jurídica para el establecimiento de una ZEP son las áreas de refugio para proteger especies acuáticas, este término está plasmado en los artículos 65, 66 y 67 de la LGVS (DOF 19-03-2014). Se dice que “*se podrá establecer mediante acuerdos Secretariales, en*

*aguas de jurisdicción federal, zona federal marítimo terrestre y terrenos inundables, con el objeto de conservar y contribuir al desarrollo de las especies objetivo, así como para proteger sus hábitats”.*

Las áreas de refugio para proteger especies acuáticas podrán ser establecidas para la protección de: 1) Todas las especies nativas de la vida silvestre que se desarrollen en medio acuático presentes en el sitio; 2) Aquellas especies nativas de la vida silvestre que se desarrollen en medio acuático mencionadas en el instrumento correspondiente; 3) Aquellas especies nativas de la vida silvestre que se desarrollen en medio acuático no excluidas específicamente por dicho instrumento; y 4) Ejemplares con características específicas, de poblaciones, especies o grupos de especies nativas de la vida silvestre que se desarrollen en medio acuático, que sean afectados en forma negativa por el uso de determinados medios de aprovechamiento.

## ***B. Disposiciones de la legislación pesquera***

### ***1) Planes de manejo pesquero (PMP)***

En el artículo 4, fracción XXXVI de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable (LGPAS DOF 23-01-2014) se establece que un PMP es el *“conjunto de acciones encaminadas al desarrollo de la actividad pesquera de forma equilibrada, integral y sustentable basadas en el conocimiento actualizado de los aspectos biológicos, ecológicos, pesqueros, ambientales, económicos, culturales y sociales que se tengan de ella...”*.

El artículo 29 de la LGPAS (DOF 23-01-2014) establece lo que los planes de manejo pesquero deberán incluir. En este sentido, el artículo 68 de la última versión del anteproyecto de Reglamento de la LGPAS<sup>1</sup> (julio 2012) señala que para lograr los objetivos establecidos en los PMP, se deberán incluir en éstos las estrategias, tácticas y responsabilidades de los actores principales de la pesquería en cuestión.

Asimismo, este manejo podrá ser adaptativo, por lo que los PMP’s deberán ser modificados periódicamente. La laxitud de este artículo nos abre la posibilidad de incorporar polígonos

---

<sup>1</sup> El RLGPAS aun no es publicado, es un anteproyecto de principios del sexenio de Felipe Calderón y que la cámara de diputados aún no aprueba

marinos totalmente vedados para la pesca, siempre y cuando presentemos esta medida como una estrategia para el manejo de la pesquería (CEMDA, 2010).

## *2) Programa de ordenamiento pesquero (POP)*

No puede existir un POP sin un PMP, ya que los PMP son aquellos que contendrán las regulaciones específicas del manejo de pesquerías.

En la fracción XXV del artículo 4 de LGPAS (DOF 23-01-2014) se definen al ordenamiento pesquero como al conjunto de instrumentos cuyo objeto es regular y administrar las actividades pesqueras, induciendo el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, basado en la disponibilidad de los recursos pesqueros, información histórica de niveles de extracción, usos y potencialidades de desarrollo de actividades, capacidad pesquera o acuícola, puntos de referencia para el manejo de las pesquerías y en forma congruente con el ordenamiento ecológico del territorio.

El POP es un instrumento que utiliza diversos mecanismos legales que se articulan entre sí para lograr incidir en el uso y aprovechamiento de los recursos pesqueros (CEMDA, 2010). Es un instrumento de planeación para poder coordinar y ordenar la actividad pesquera. Es muy claro que debido a que los POP's son instrumentos de planeación, con un diseño geográfico muy claro y por su característica básica de coordinar la aplicación de instrumentos legales en conjunción con los PMP's, pueden llegar a tener los efectos de una Reserva Marina completamente protegida a través de la determinación de zonas en las cuales los criterios de política pesquera sea la abstinencia (CEMDA, 2010).

## *3) Vedas*

Según el artículo 4, fracción XLVII de la LGPAS (DOF 23-01-2014) se indica que una veda es el acto administrativo por el que se prohíbe llevar a cabo la pesca en un periodo o zona específica establecido mediante acuerdos o normas oficiales, con el fin de resguardar los procesos de reproducción y reclutamiento de una especie.

En el anteproyecto del Reglamento de la LGPAS (art. 34, DOF 23-01-2014), dice que se establecerán, con base en la opinión técnica del INAPESCA, las especies, épocas y zonas de veda para la flora y fauna acuáticas en aguas de jurisdicción federal, con el objeto de proteger las especies durante sus periodos de reproducción, incubación, crecimiento, reclutamiento o cuando se haya alcanzado una cuota de captura o punto de referencia.

Si bien el vacío jurídico en torno a la veda de zonas geográficas es amplio, este instrumento podría ser el más idóneo para la implementación de ZEP's, pues en este tipo de veda se permiten decretar polígonos delimitados para la abstinencia de la pesca (CEMDA, 2010).

#### *4) Zonas de refugio Pesquero (ZRP)*

Una zona de refugio es aquella área delimitada en las aguas de jurisdicción federal, con la finalidad primordial de conservar y contribuir, natural o artificialmente, al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción, crecimiento o reclutamiento, así como preservar y proteger el ambiente que lo rodea (art. 4, fracción LI de la LGPAS, DOF 23-01-2014).

En el artículo 37 del anteproyecto de reglamento de la LGPAS (DOF 23-01-2014) se establece que en el caso de protección a especies pesqueras sobreexplotadas, la SAGARPA, a través del INAPESCA, dictaminará las medidas necesarias para su recuperación, que podrán incluir el establecimiento de zonas de refugio.

Cabe mencionar que en abril de 2014 surge la Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014, que determina (y por lo tanto facilita) el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de México. En esta NOM se enuncia detalladamente con quien se debe acudir y qué se debe presentar ante la motivación en implementar un refugio pesquero.

## **Metodología**

### **Análisis Jurídico**

Para determinar la figura legal óptima para que en Akumal exista una ZEP, se realizó un análisis independiente basado en el estudio del CEMDA en donde se identifican las figuras legales mexicanas que tienen la misma función (indirecta o directamente) que una zona de exclusión pesquera.

Para realizar el análisis comparativo entre los instrumentos, se revisaron las leyes que enmarcan dichos instrumentos legales y se realizaron fichas técnicas de éstos en términos de objetivo del instrumento, la escala, su enfoque, los requisitos para su elaboración y posterior implementación, la integración de la sociedad en la toma de decisiones y la especificidad de las sanciones administrativas a las que están sujetas.

Por último, se realizó una revisión bibliográfica de la experiencia mexicana en la implementación de estos instrumentos de manejo y se analizaron los pros y contras de cada uno de los instrumentos.

## Resultados

### Características generales de los instrumentos

Tabla 4.1. Caracterización de los instrumentos legales que pueden llegar a tener la misma función de una ZEP

Instrumento	Orden	Ley que lo enmarca	Reglamento	Secretaría	Departamento	# Decretados en México
ANP	Ambiental	Capítulo V; Sección I de la LGEEPA	Reglamento de la LGEEPA en materia de ANP	SEMARNAT	CONANP CONAPESCA <sup>2</sup>	177 68 se encuentran en ecosistemas marinos
POEM	Ambiental	Capítulo IV; Sección II de la LGEEPA	Reglamento de la LGEEPA en materia de OE	SEMARNAT	Sistema Nacional de Planeación Democrática <sup>3</sup>	2 regionales <sup>4</sup>
HCCVS	Ambiental	Capítulo X; Título VI; capítulo II de la LGVS	Título IV; capítulo 1 del Reglamento de la LGVS	SEMARNAT	CTNCASVS <sup>5</sup>	0 decretados 1 propuesta
ARPEA	Ambiental	Capítulo X; Título VI; capítulo III de la LGVS	Título IV; capítulo 2 del Reglamento de la LGVS	SEMARNAT	No definida	3 decretados 1 propuesta
PMP	Pesquero	Título 6; capítulo III de la LGPAS	Título 4; capítulo 1 del anteproyecto de reglamento de la LGPAS	SAGARPA	INAPESCA CONAPESCA CNPA <sup>6</sup> CEPA <sup>7</sup>	9 para el Pacífico 12 para el Golfo y Mar Caribe
POP	Pesquero	Título 6; capítulo II de la LGPAS	Título 4; capítulo 1 del anteproyecto de reglamento de la LGPAS	SAGARPA	COP <sup>8</sup> CONAPESCA	9 Ribereños 23 Por especie
Veda	Pesquero	Artículo 4; fracción XLVII y artículo 8 de la LGPAS	Título II; capítulo VIII del anteproyecto de reglamento de la LGPAS  Norma Oficial Mexicana NOM-009-PESC-1993	SAGARPA	INAPESCA CONAPESCA	17 permanentes 17 temporal marina 17 temporal dulceacuícola
ZR	Pesquero	art. 4, fracción LI de la LGPAS	Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014	SAGARPA	CONAPESCA DGOPA <sup>9</sup> INAPESCA	33

## Notas:

<sup>2</sup> La Ley Orgánica de la Administración Pública Federal en su artículo 13 menciona que cuando se refieran a asuntos de la competencia de dos o más Secretarías, deberán ser refrendados por todos los titulares de las mismas. En este caso es necesario el Refrendo de CONAPESCA para cualquier actividad que tenga que ver con pesca.

<sup>3</sup> El programa de ordenamiento ecológico será formulado por la SEMARNAT en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática. Sistema englobado en la Ley de Planeación.

<sup>4</sup> Solo existen 2 programas de ordenamiento ecológico marino expedidos hoy en día. Cabe destacar que estos dos programas son regionales: el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California y el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (SEMARNAT, 2015).

<sup>5</sup> El artículo 16 de la LGVS establece que se deberá contar con un Consejo Técnico Consultivo Nacional para la Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (CTNCASVS) que dentro de sus funciones estará la de emitir opiniones o recomendaciones en relación a la declaración de hábitats críticos

<sup>6</sup> Consejo Nacional de Pesca y Acuicultura

<sup>7</sup> Consejo Estatal de Pesca y Acuicultura

<sup>8</sup> El artículo 66 del reglamento de la LGPAS establece que para la elaboración de los programas de ordenamiento, la Secretaría convocará a la conformación de un Comité de Ordenamiento Pesquero (COP). Este comité estará integrado por representantes del sector productivo y gubernamental así como instituciones de investigación.

<sup>9</sup> Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola

## Fichas técnicas y análisis de los instrumentos

<i>Área Natural Protegida</i>
<p><b>Objetivo del instrumento:</b> Preservar los ambientes naturales representativos (junto con sus funciones) de las diferentes regiones; Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres; asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, sus elementos, y sus funciones; apoyar la investigación científica en el estudio de los ecosistemas.</p>
<p><b>Escala:</b> Ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas del territorio nacional. Escala regional-nacional</p>
<p><b>Enfoque:</b> Ecosistémico</p>
<p><b>Elaboración:</b> La SEMARNAT, junto con otras dependencias y entidades académicas, se encargará de realizar un <b>estudio técnico justificativo</b> previo al establecimiento. El reglamento de la LGEEPA establece claramente los lineamientos que éste debe de tener.</p>
<p><b>Participación social:</b> Los estudios previos justificativos, una vez concluidos, deberán ser puestos a disposición del público para su consulta por un plazo de 30 días naturales. El título quinto capítulo 1 de la LGEEPA establece que la SEMARNAT celebrará convenios de concertación con los interesados para el establecimiento, administración y manejo de áreas naturales protegidas.</p>
<p><b>Inspección y Vigilancia:</b> PROFEPA, SEMAR, CONANP</p>
<p><b>Sanciones administrativas:</b> Bien establecidas. El reglamento de la LGEEPA en materia de ANP's remite a la LGEEPA en su título sexto, capítulo IV "Sanciones administrativas".</p>

Figura 4.1. Ficha técnica de Área Natural Protegida.

### Origen y propósito

Las ANP's en un sentido amplio y generalista, han aparecido siempre que un grupo social ha separado una determinada porción de su entorno con el objetivo de suprimir o mitigar la influencia negativa sobre dicha área. Las ANP's constituyen una estrategia social ante la naturaleza (con errores y aciertos) y una forma de ordenamiento territorial (Alcérreca Aguirre, 1988).

### Relevancia del instrumento para el Estado Mexicano

En los últimas dos décadas el Gobierno Federal Mexicano ha dado una importancia creciente a las ANP's (Halffter, 2011). La protección y conservación de la riqueza biológica del país a través de ANP's ha evolucionado hasta convertirse en una de las estrategias centrales orientadas a contener y revertir el deterioro de los ecosistemas. Sin embargo, el

esfuerzo de conservación mediante la creación de áreas naturales protegidas se ha enfrentado con la falta de recursos presupuestales para lograr su operación *in situ* y una efectiva conservación (Villalobos, 2000).

### **Posible eficacia**

El 13.04% de la superficie total del territorio mexicano es ANP (SEMARNAT, 2015). De las 177 ANP's que actualmente están decretadas, 68 son marinas o costeras. (PROFEPA, 2010). No obstante, debemos tomar en cuenta que la superficie que abarcan las ANP's constituye tan solo el indicador de la expresión territorial con cobertura legal, pero no de la efectividad en el manejo de dichas áreas (Bezaury y Carbonell, 2009).

Este instrumento de manejo al ser utilizado como uno de los ejes rectores de la política ambiental mexicana (Halffter, 2011; Villalobos, 2000), la escala bajo la que se han establecido y trabajado ha sido la escala regional-nacional. Lo anterior, ilustra la idea general de lo que se lleva a cabo en México en temas de conservación.

En términos del objetivo, las ANP's toman gran relevancia al considerarlas dentro de un marco real de operatividad, pues pueden ofrecer las particularidades que permiten conservar los ecosistemas (Ruiz Barranco y Arellano Morín, 2010).

### **Evolución del instrumento**

Si bien desde los inicios se planteaba crear una red internacional de ANP's bajo un enfoque sistémico, las ANP's primeramente trabajaron bajo la falsa creencia de que el éxito en la conservación sólo depende del conocimiento biológico: *el paradigma proteccionista*. Desde esta visión, las ANP's deben ser mantenidas por encima de los intereses de las poblaciones locales y sin que exista una conexión con las políticas de desarrollo local y regional (Toledo, 2005).

En algunos casos donde el ANP ya está decretada y comienza a ser llevada la gestión de ésta, se ha llegado a la necesidad de replantear o modificar los objetivos, la categoría, la

superficie y la regulación con la que fue originalmente establecida. En tales situaciones se ha procedido a modificar el decreto en cuestión para que se adecúe a las necesidades actuales y brinde un soporte jurídico apropiado para su mejor administración (Villalobos, 2000). Según Bezaury y Carbonell (2009), hoy en día se reconoce que las prácticas para lograr la conservación efectiva de la biodiversidad, se debe de plantear un modelo de conservación basado en la necesidad de proveer bienes y servicios a su creciente población.

Parecería entonces que al oficializar la propuesta de conservación bajo un esquema participativo, se estarían evitando los problemas que representa el decretar un ANP en una zona poblada, sin embargo, según Paz Salinas (2008) existe un incongruencia entre la discursiva y las bases institucionales y legales que se han construido, principalmente porque las ANP's pueden ser unidades biogeográficas (ecosistemas) pero al mismo tiempo pueden ser otras muy diversas en términos sociales, culturales o políticos. Además, la misma autora señala que el concepto de participación no es unívoco, lo que hace que el concepto es interpretado de manera diferente.

En cuestión a la mejora del marco jurídico en materia de ANP's, entre 1995 y el 2000 se incorporaron en la legislación ambiental, bases legales más precisas para el fortalecimiento de la capacidad institucional para la administración y manejo de las áreas. Además de las reformas a la LGEEPA, se inició la elaboración y expedición de su reglamento en materia de áreas (Villalobos, 2000).

<i>Programa de Ordenamiento Ecológico Marino</i>
<p><b>Objetivo del instrumento:</b> Regular o inducir el uso de suelo o medio marino y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.</p>
<p><b>Escala:</b> Regiones ecológicas del territorio nacional. Escala regional-nacional</p>
<p><b>Enfoque:</b> Ecosistémico</p>
<p><b>Elaboración:</b> El ordenamiento se considera como un proceso de planeación cuyos productos serán: 1) Acuerdo de la generación del ordenamiento; 2) <b>Programa de ordenamiento ecológico</b> mediante la formulación de <b>bases técnicas</b> que sustentara la propuesta de éste y; 3) bitácora ambiental (herramienta de todo registro). Existe el Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico, (SEMARNAT, 2006) que sirve como guía para orientar cada fase del proceso.</p>
<p><b>Participación social:</b> El proceso de ordenamiento ecológico (bien definido en el Reglamento de la LGEEPA) establece que este proceso debe promover la participación social corresponsable de los grupos y sectores interesados. Además, en el Comité de Ordenamiento ecológico, órgano consultivo que fomenta la articulación del Programa de ordenamiento, el sector comunitario deberá estar representado</p>
<p><b>Inspección y Vigilancia:</b> PROFEPA, SEMAR y Gobiernos de los estados</p>
<p><b>Sanciones administrativas:</b> Aunque la LGEEPA en su título sexto, capítulo IV menciona que las violaciones a los preceptos de dicha Ley, sus reglamentos y las disposiciones que de ella emanen serán sancionadas administrativamente por la Secretaría, no existe algo específico para el ordenamiento ecológico marino</p>

Figura 4.2. Ficha técnica de Programa de Ordenamiento Ecológico Marino.

## Origen y propósito

La primera experiencia de programas de Ordenamiento Ecológico (OE) costero en México se dio a través del proyecto denominado Planeación regional del uso del suelo de regiones geográficas con actividades productivas prioritarias. Éstos se realizaron en 1992 de forma conjunta el gobierno mexicano y la Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (OEA) (Bojórquez Tapia 1993 en Rosete Vergés *et al.*, 2006).

El OEM es un instrumento de planeación territorial referido exclusivamente al ambiente oceánico (Córdova y Vázquez, *et al.*, 2009). “*Es un instrumento que no solo busca la descripción del espacio geográfico para soportar la toma de decisiones sino que caracteriza, diagnostica, pronostica y modela la realidad*”. El OEM permite tomar decisiones con un conocimiento más amplio del territorio de manera dinámica, establece formas más probables de relación

entre los componentes del territorio y permite establecer el comportamiento del sistema a diferentes hipótesis del desarrollo regional (SEMARNAT, 2008).

### **Relevancia del instrumento para el Estado Mexicano**

Los OEM en México están recibiendo un creciente apoyo gubernamental, sin embargo se encuentran inmersos en contexto de gran complejidad institucional que dificulta su implementación pues hay una excesiva regulación costera porque también hay ordenamientos sectoriales pesqueros, acuícolas, turísticos y territoriales de estados y municipios costeros (Rosete Vergés *et al.*, 2006; Espinoza Tenorio, *et al.*, 2014).

Desde el 1989 hasta 2005 se han hecho 51 estudios técnico justificativos de ordenamientos que guardan alguna relación con los mares y costas de México (Rosete Vergés *et al.*, 2006). Sin embargo muchos de ellos tienen un carácter sectorial, es decir están orientados a una actividad en específico. La cumbre sobre medio ambiente y desarrollo en Río (1992), fue el detonante para que la entonces Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y posteriormente Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), fomentara la elaboración de ordenamientos ecológicos en diversas zonas costeras del país (Rosete Vergés *et al.*, 2006).

En la actualidad solo se han decretado formalmente dos OEM: Golfo de California, y Golfo de México y Mar Caribe. Mientras que el del Pacífico Norte está en consenso para posteriormente ser decretado y el del Pacífico Sur está en proceso de elaboración (Espinoza Tenorio, *et al.*, 2014)

### **Posible eficacia**

La escala bajo la que se han establecido los dos OEM's ha sido la escala regional pues resulta ser un instrumento de política ambiental de nivel nacional. En este sentido, uno de los retos y complicaciones que tiene el OEM es encontrar una metodología capaz de describir el océano de una manera multidisciplinaria considerando la variabilidad espacio-temporal (Córdova y Vázquez, *et al.*, 2009). El OEM se manifiestan en un espacio en el

cual la especulación controlada y la conjunción de elementos debe conducir a la formación de una imagen integral del territorio y sus componentes, y al mismo tiempo debe servir como referencia para la construcción de una imagen a futuro (SEMARNAT, 2008). Ante la falta de una metodología enfocada al ambiente marino y costero, se ha involucrado al sector académico en el diseño, selección de herramientas tecnológicas y desarrollo de metodologías (Espinoza Tenorio, *et al.*, 2014).

En cuestión a la participación social en este instrumento, ésta se puede ver afectada y ser poco efectiva pues los OEM cubren grandes extensiones territoriales con fuerte asimetría social y económica, lo que obstaculiza el propósito de ofrecer una participación social efectiva. En el caso de los OEM de grandes sistemas, ha sido común que el análisis de conflictos desconozca las condiciones específicas de una localidad o las implicaciones locales de problemas regionales o nacionales (Espinoza Tenorio, *et al.*, 2014).

### **Evolución del instrumento**

El OE ha cambiado desde sus formas más tradicionales con un enfoque urbanístico en sus primeras manifestaciones hasta las más modernas o actuales en las que ha intentado convertirse en un instrumento dinámico de planeación con un enfoque ecosistémico (SEMARNAT, 2008). La generación de este tipo de instrumentos ha brindado la posibilidad de establecer un procedimiento planificador para áreas oceánicas de jurisdicción nacional y cuya implementación resulta ser factible (SEMARNAT, 2006 en Córdova y Vázquez, *et al.*, 2009).

La implementación de un OEM es un proceso complejo y esencialmente político que implica organizar y conciliar intereses de los tres órdenes de gobierno y los múltiples usuarios del espacio costero y marino. Por el enorme tamaño y diversidad de condiciones biofísicas, climáticas y culturales, la estrategia que busca el ordenamiento de los mares solo se ha logrado parcialmente pues esta herramienta de manejo no se ha utilizado con todas las ventajas que puede implicar (Espinoza Tenorio, *et al.*, 2014; CEMDA, 2010; SEMARNAT, 2006).

### *Hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre*

**Objetivo del instrumento:** Protección y manejo de áreas (terrestres o acuáticas) en las que ocurren procesos biológicos, físicos y químicos esenciales, para la supervivencia de especies. También tiene por objetivo proteger y manejar áreas que debido a al deterioro han disminuido drásticamente su superficie; áreas en las que existe un ecosistema en riesgo de desaparecer si siguen los factores que lo han llevado a su deterioro y; áreas específicas en las que se desarrollen procesos biológicos esenciales y existan especies sensibles a riesgos específicos.

**Escala:** Áreas específicas terrestres o acuáticas. Escala local.

**Enfoque:** Ecosistémico

**Elaboración:** Un acuerdo secretarial (parecido a un estudio técnico); el Reglamento de la LGVS establece que deberá de contener éste.

**Participación social:** La LGVS o su reglamento no establece algún mecanismo o momento de participación social para este instrumento

**Inspección y Vigilancia:** La LGVS en el título 8 capítulo 1, remite a las disposiciones previstas en la LGEEPA. Establece también que podrán formarse “Comités Mixtos” con la participación de autoridades municipales, con el fin de hacer cumplir la LGVS. No especifica quien debe de llevar a cabo la inspección y vigilancia de este instrumento.

**Sanciones administrativas:** En el acuerdo secretarial no se establecen las sanciones administrativas ante una infracción. Sin embargo en la LGVS en su título 8 capítulo 4 “medidas de seguridad” y capítulo 5 “infracciones y sanciones administrativas” se establecen las sanciones aplicables para la ley.

Figura 4.3. Ficha técnica de Hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre

## **Origen y propósito**

Los hábitats naturales críticos son áreas que a nivel internacional son propuestos oficialmente para ser protegidos o desprotegidos pero con un alto valor para la conservación, en donde se llevan actividades humanas que impactan los ecosistemas y las especies como son los desarrollos costeros, y donde se deben evitar el daño ambiental significativo de los mismos (CCDSRN, 2014).

## **Relevancia para el Estado Mexicano**

La ley (LGVS) que enmarca a este instrumento no especifica detalladamente (como el caso de ANP’s u OEM’s) los procesos administrativos para el establecimiento de un hábitat crítico. Los artículos de la ley y su reglamento son vagos y llenos de huecos. En este sentido,

resulta preocupante que una figura de este tipo para la política nacional en materia de vida silvestre, no cuente con la instrumentación adecuada para su efectiva aplicación. Prueba de la irrelevancia de este instrumento para el Estado Mexicano lo constituye el hecho de que hasta la fecha la SEMARNAT no ha declarado algún hábitat crítico para la conservación de la vida silvestre desde la entrada en vigor de la LGVS en el año 2000 (CCDSRN, 2014).

### **Posible eficacia y evolución del instrumento**

Como solo se tiene un estudio de caso en México, no existe una trayectoria histórica de esta herramienta de manejo y por lo tanto su evolución ha sido lenta e insuficiente.

A inicios de abril del 2013, la Cámara de Senadores de Campeche pidió a la SEMARNAT que inicie los estudios justificativos para declarar a la Ensenada de Xpicob (en Campeche), como HCCVS. De decretarse, sería el primer hábitat crítico en México. El enfoque bajo el que presentan el estudio técnico es ecosistémico pues, como lo indica el objetivo del instrumento, éste es para áreas específicas, no para especies.

Al inicio del estudio justificativo se menciona que como el Reglamento de la LGVS no establece los lineamientos y rubros que deberá abarcar el Estudio Previo Justificativo de los HCCVS, de forma supletoria se adoptan los establecidos para ARPEA. Sin embargo, esta estrategia solo confunde más el procedimiento de establecimiento pues aunque podría aparentar un arreglo al hueco legal existente, cabe decir que el artículo 72 de la LGVS (DOF 19-03-2014), establece que para la implementación de un hábitat crítico es necesario un acuerdo secretarial y no un estudio previo justificativo.

El acuerdo secretarial deberá contener: 1) El objeto del mismo; 2) Las medidas o acciones a realizar para el logro de dicho objetivo; 3) El plan para la recuperación que se estime necesario aplicar al caso concreto; 4) Los mecanismos de coordinación a implementarse para la consecución de su objeto; 5) Las medidas especiales de manejo, mitigación de impactos y conservación que deberán considerarse en el plan de manejo; 6) La superficie y determinación del polígono.

Ante estas confusiones, el Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable de la Región

Noroeste (CCDSRN), en carácter de asesor de la SEMARNAT, en julio del 2014 envió a SEMARNAT una recomendación en la cual exhorta a ésta a fortalecer legalmente la figura jurídica HCCVS

La CCDSRN menciona que ha observado que el texto vigente del artículo 63 de la LGVS, mantiene confusiones en lo relativo a la creación de HCCVS, pues el párrafo segundo del artículo en cuestión establece que *“La Secretaría, previa opinión del Consejo, podrá declarar la existencia de hábitats críticos para la conservación de la vida silvestre...”*, sin especificar el acto administrativo que les da origen.

En la misma recomendación, la CCDSRN menciona que para poder reactivar este proceso se debe impulsar acuerdos secretariales en conjunto con investigadores, pescadores, los CCDS de cada región, autoridades ambientales u otros actores que tengan la información relevante para implementar el decreto de zonas donde se reconozcan HCCVS.

<i>Área de refugio para proteger especies acuáticas</i>
<b>Objetivo del instrumento:</b> Conservar y contribuir, a través de medidas de manejo y conservación, al desarrollo de especies acuáticas, así como conservar y proteger sus hábitats.
<b>Escala:</b> Áreas específicas acuáticas. Escala local.
<b>Enfoque:</b> Ecosistémico <sup>1</sup>
<b>Elaboración:</b> La SEMARNAT elaborará los <b>estudios justificativos</b> . El Reglamento de la LGVS establece qué deberá de contener este estudio. Además será necesario un programa de protección el cual contendrá los objetivos a alcanzar y las medidas a tomar del área a proteger.
<b>Participación social:</b> El programa de protección deberá contener la forma en que se organizará la administración del área y los mecanismos de coordinación con otras dependencias del Ejecutivo Federal y con los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, así como la concertación de acciones con los sectores social y privado interesados en la protección y conservación.
<b>Inspección y Vigilancia:</b> La LGVS en el título 8 capítulo 1, remite a las disposiciones previstas en la LGEEPA. Establece también que podrán formarse “Comités Mixtos” con la participación de autoridades municipales, con el fin de hacer cumplir la LGVS. No especifica quien debe de llevar a cabo la inspección y vigilancia de este instrumento.
<b>Sanciones administrativas:</b> Ni los estudios justificativos ni el programa de protección establecen las sanciones administrativas ante una infracción. Sin embargo, en la LGVS en su título 8 capítulo 4 “medidas de seguridad” y capítulo 5 “infracciones y sanciones administrativas” se establecen las sanciones aplicables para la ley.

Figura 4.4. Ficha técnica de Área de refugio para Proteger Especies Acuáticas

## **Origen y propósito**

La implementación de instrumento comenzó en el 2002 con el Área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas de los subórdenes *Mysticeti* y *Odontoceti*. El propósito inicial de esta herramienta de manejo ha sido la protección de especies focales o carismáticas.

## **Posible eficacia**

En cuestión al objetivo de las áreas de refugio, éste puede interpretarse bajo un enfoque ecosistémico, sin embargo en México se han establecido bajo un enfoque de especie; esto podría quitar la posibilidad de proteger ecosistemas completos y por lo tanto no tener una efectiva protección o conservación a nivel de hábitat. Aun así, debemos reconocer que la presencia de un programa de protección (que se estipula como necesario en la LGVS) puede clarificar los objetivos y medidas a tomar para este instrumento.

## **Relevancia para el Estado Mexicano y evolución del instrumento**

Probablemente, la poca claridad y especificidad en la implementación de ARPEA's refleja la poca importancia que el gobierno mexicano le da a este instrumento de manejo.

Hoy en día existen tres ARPEA , estas son: 1) Área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas de los subórdenes *Mysticeti* y *Odontoceti* establecida en el 2002; 2) Área de Refugio para la Protección de la Vaquita (*Phocoena sinus*) establecida en el 2005; y 3) Área de Refugio para la Protección de tortuga verde, tortuga caguama, tortuga carey, coral cuerno de alce, cuerno de ciervo, corales blandos o abanicos de mar, mangle blanco, mangle botoncillo, mangle rojo y los pastos marinos establecida recientemente en marzo 2016 en Akumal.

Cabe mencionar que este instrumento ha tenido algunas complicaciones a lo largo del intento por implementarlas. Por ejemplo, cuando el gobierno de Estados Unidos advirtió a

México de la urgencia de medidas para la protección de las tortugas del Pacífico, el gobierno optó por establecer el área de refugio para la tortuga amarilla en el Golfo de Ulloa, en Baja California Sur. Sin embargo, el CEMDA y Defenders of Wildlife han denunciado que la CONAPESCA y el gobierno de Baja California Sur han detenido la publicación del acuerdo en el DOF a pesar de la existencia del estudio técnico justificativo que requiere (CEMDA, 2015).

Otro ejemplo es el del área de refugio de vaquita. En este, se ha observado una pobre coordinación de las autoridades involucradas y una contraposición de acciones que impiden un avance hacia la protección de la especie. El principal problema es que mientras CONANP retira permisos de pesca, CONAPESCA otorga nuevos pues había sido su compromiso con el sector pesquero. Así mismo, no se han respetado acuerdos entre la comunidad de pescadores y las labores de inspección y vigilancia han sido escasas (CEMDA, 2010). Respecto a la creación del programa de protección (responsable: SEMARNAT), ésta lo hace mediante la CONANP a través de uno de los artículos transitorios del acuerdo de creación del área de refugio para la vaquita. Así queda como responsable de la administración y aplicación de este programa la CONANP debido a que una porción del polígono del ARPEA queda dentro de un ANP.

<i>Programa de Ordenamiento Pesquero</i>
<b>Objetivo del instrumento:</b> Creación de criterios de manejo explícitos para el aprovechamiento de especies acuáticas específicas en una región específica
<b>Escala:</b> Especies específicas para un área específica. Escala regional
<b>Enfoque:</b> Ecosistémico. Pesquero
<b>Elaboración:</b> será necesario un <b>Plan de Manejo</b>
<b>Participación social:</b> El plan de manejo tendrá las especificaciones de ésta
<b>Inspección y Vigilancia:</b> SAGARPA y SEMAR
<b>Sanciones administrativas:</b> Los planes de manejo (necesarios para la operatividad del POP) no incluyen las sanciones administrativas. Sin embargo la LPAS en su título 14 capítulo 1 “de las infracciones” y 2 “sanciones administrativas” define claramente lo que se considerará como infracción y la sanción que ésta tendrá.

Figura 4.5. Ficha técnica de Programa de Ordenamiento Pesquero.

<i>Planes de manejo</i>
<b>Objetivo del instrumento:</b> Creación de estrategias, tácticas y responsabilidades de manejo para el aprovechamiento de la fauna acuática
<b>Escala:</b> Especies específicas para un área específica. Escala local o regional
<b>Enfoque:</b> A nivel de especie
<b>Elaboración:</b> El plan de manejo. Éste será un documento que contendrá especificaciones de la zona, los objetivos del plan y las acciones a tomar
<b>Participación social:</b> El plan de manejo deberá establecer la forma en que se organizará la administración del área y los mecanismos de participación de los individuos y comunidades asentadas en la misma. Además, se deberán incluir en éste las estrategias, tácticas y responsabilidades de los actores principales de la pesquería en cuestión.
<b>Inspección y Vigilancia:</b> SAGARPA y SEMAR
<b>Sanciones administrativas:</b> Los planes de manejo no incluyen las sanciones administrativas, sin embargo la LPAS en su título 14 capítulo 1 “de las infracciones” y 2 “sanciones administrativas” define claramente lo que se considerará como infracción y la sanción que ésta tendrá

Figura 4.6. Ficha técnica de Planes de Manejo.

Para un mejor entendimiento de los instrumentos POP y PM, se realizó su análisis de manera conjunta, dada la relación operativa y jurídica que tienen entre sí.

### Origen y propósito

El POP especifica quién y cómo debe ordenar la forma de adoptar las decisiones en materia pesquera (FAO 1997). Es un acuerdo formal entre un organismo de ordenación pesquera y las partes interesadas, en el que figuran los participantes en la pesca y sus funciones respectivas, se señalan los objetivos convenidos, se especifican las normas y reglamentos de ordenación aplicables y se indican otros detalles pertinentes para la labor que debe desempeñar el organismo de ordenación (FAO, 1999).

Dentro de los instrumentos creados para apoyar la Política Nacional Pesquera se encuentran los Planes de Manejo Pesquero (SAGARPA, 2014). En relación a éstos, los PMP forman parte de los POP's, sin embargo es factible que existan PMP sin que estén forzosamente ligados a un POP. En este sentido, el ordenamiento pesquero es un conjunto de

mecanismos legales en donde los planes de manejo pesquero están inmersos y que se articulan entre sí para lograr incidir en el uso y aprovechamiento de los recursos pesqueros (CEMDA, 2010).

Cabe decir que desde el 2010 se imponen dos modalidades de Programas, los Programas de Ordenamiento Ribereño y los Programas de Ordenamiento por Pesquerías (CONAPESCA, 2014).

### **Posible eficacia**

En términos de objetivo y escala con las que trabajan el POP resulta ineficiente la implementación de éste en Akumal, en cambio los PMP, al ser mucho más versátiles en su utilización, aplicación y al ser instrumentos autónomos en relación a los POP's, pueden ser usados en situaciones menos complejas y locales.

Es importante señalar que el manejo pormenorizado de cada especie a proteger será competencia de los planes de manejo pesquero. Por lo tanto, el POP tiene la función de coordinar la actividad pesquera con una visión más ecosistémica y en una zona geográfica amplia en donde se deben de armonizar las actividades de diferentes pesquerías y el PM es específico para especies.

Para concebir mejor la idea anterior se presenta la Figura 4.7 con el fin de lograr dimensionar la posición de los dos instrumentos en la política ambiental mexicana y su relación.

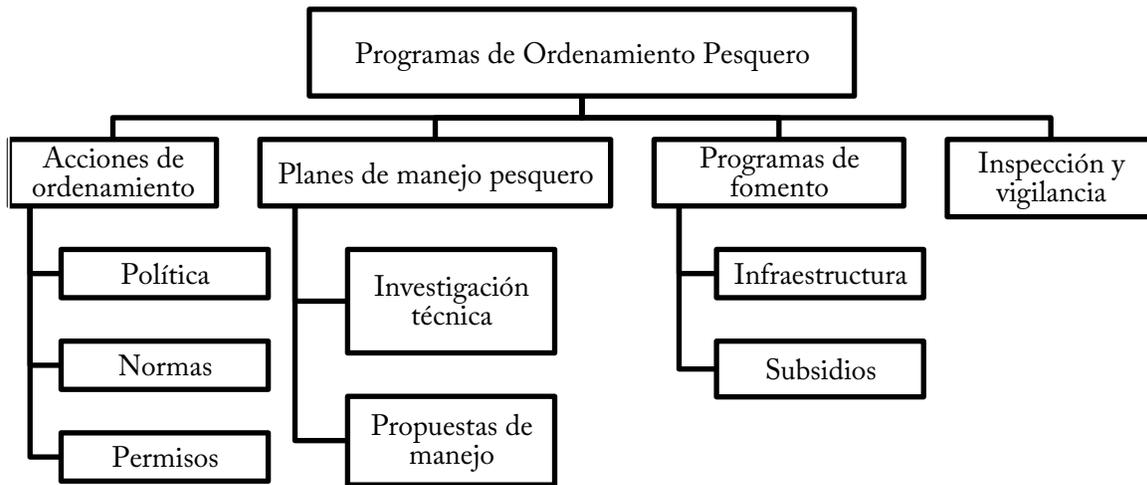


Figura 4.7. Cuadro sinóptico de las estrategias generales para los ordenamientos pesqueros y acuícolas. Basado en el de CONAPESCA (2010)

### Relevancia para el Estado Mexicano

Aunque en los últimos años el gobierno mexicano intenta mejorar las leyes en materia pesquera dándole mayor importancia a los POP's y PMP's, actualmente la ley y su reglamento que enmarca estos instrumentos no señala el procedimiento de creación, ni sus fases, ni metodologías, o alguna disposición adicional que nos permita identificar la forma en cómo estos procesos pueden ser llevados a cabo. Por ello se plantea la idea de que serán los actores de cada caso quienes identificarán y diseñarán dicho proceso (CEMDA, 2010; CONAPESCA, 2010).

### *Veda*

**Objetivo del instrumento:** Prohibir llevar a cabo la pesca en un periodo o zona específica. Todo con el objetivo de proteger las especies durante sus periodos de reproducción, incubación, crecimiento, reclutamiento o cuando se haya alcanzado una cuota de captura de las especies de la flora y fauna acuáticas que habitan y se desarrollan temporal o permanentemente en aguas mexicanas

**Escala:** Zona específica para especies específicas. Escala local

**Enfoque:** A nivel de especie

**Elaboración:** La NOM-009-PESC-1993, establece que la implementación de una veda se basara en los resultados de las **investigaciones biológico pesqueras** que se realicen y que estén avalados por el INAPESCA.

**Participación social:** La LPAS o su reglamento no establece algún mecanismo o momento de participación social para este instrumento

**Inspección y Vigilancia:** SAGARPA y SEMAR

**Sanciones administrativas:** Las vedas no incluyen las sanciones administrativas. Sin embargo la LPAS en su título 14 capítulo 1 “de las infracciones” y 2 “sanciones administrativas” define claramente lo que se considerará como infracción y la sanción que ésta tendrá

## **Origen y propósito**

Las vedas como herramientas de ordenación pesquera tienen una larga historia en la pesca y fueron creadas antes del concepto de AMP. Su origen no fue como medida de conservación de la biodiversidad, pero fueron establecidas teniendo en cuenta la mejora a largo plazo del rendimiento pesquero (FAO, 2012).

## **Posible eficacia**

La mortalidad ocasionada por la pesca puede modificarse restringiendo la actividad pesquera a determinados períodos, estaciones o zonas. Estas medidas pueden aplicarse para reducir la tasa de mortalidad ya sea de la especie objetivo o de especies no objetivo en las etapas vulnerables de su ciclo de vida (FAO, 2003).

En cuestión a su enfoque, las zonas de veda podrían tener un enfoque ecosistémico pero dada la inexperiencia mexicana por la nula aplicación de esta modalidad en el instrumento, las vedas hoy en día son utilizadas bajo un enfoque a nivel de especie.

### **Relevancia para el Estado Mexicano y evolución del instrumento**

El estado mexicano en la LGPAS le dedica cinco artículos en los cuales establece con claridad qué autoridades están facultadas para imponerlas y las sanciones para quienes violen las vedas. Sin embargo, no existe una precisión sobre el mecanismo para su determinación, la información básica para su creación o modificación y esto representa un vacío muy significativo (CEMDA, 2010).

En la legislación se establece que existe zonas de veda y periodos de veda, sin embargo en México no se ha establecido vedas del primer tipo y para el segundo existen 3 tipos (SAGARPA, 2014):

- Permanente: no se puede aprovechar el recurso en ningún momento del año, de forma indefinida.
- Temporal fija: Establecida por un periodo definido, que se repite anualmente.
- Variable: Establecida por un periodo definido, el cual se actualiza anualmente

La inexistencia de una veda espacial en México refleja la poca intención del Estado Mexicano por desarrollar este instrumento probablemente por el histórico uso de esta herramienta bajo un enfoque de especie y temporal.

### *Zona de Refugio Pesquero*

**Objetivo del instrumento:** Conservar y contribuir, natural o artificialmente, al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción, crecimiento o reclutamiento, así como preservar y proteger el ambiente que lo rodea.

**Escala:** Zonas específicas del territorio nacional hacia varias todas las especies que en ella habitan. Escala local y regional

**Enfoque:** Ecosistémico

**Elaboración:** Para establecer una zona de refugio pesquero se deberá presentar una solicitud dirigida a la Dirección General de Ordenamiento Pesquero y Acuícola de la CONAPESCA, la cual deberá ir acompañada por un **documento justificativo** (en la NOM-049-SAG/PESC-2014 se establece que deberá contener). El estudio deberá ser validado por el INAPESCA

**Participación social:** Respecto a la participación comunitaria, la NOM-049-SAG/PESC-2014 establece que la viabilidad de establecer una zona de refugio pesquero será evaluada con base en el nivel de aceptación de los usuarios y habitantes locales plasmado en documentos que evidencien a los interesados

**Inspección y Vigilancia:** SAGARPA (a través de CONAPESCA), SEMAR y también podrá ser efectuada por personas acreditadas y aprobadas en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización

**Sanciones administrativas:** Los estudios justificativos de las zonas de refugio no contienen las sanciones administrativas. Sin embargo la LPAS en su título 14 capítulo 1 “ de las infracciones” y 2 “sanciones administrativas” define claramente lo que se considerará como infracción y la sanción que ésta tendrá

## **Origen y propósito**

En el 2012 se estableció la primera red de 11 ZRP por un período de cinco años, en el Estado de Baja California Sur. En general, el propósito de establecer una ZRP es proteger las poblaciones explotadas y el hábitat pesquero, mejorando la producción de crías que ayudan a repoblar y así facilitar la recuperación de los ecosistemas.

## **Posible eficacia**

El enfoque bajo el que se ha intentado trabajar este instrumento es ecosistémico, pues en el área donde se implemente la zona de refugio, no se podrá llevar a cabo la pesca excepto algunos casos particulares; eso convierte al instrumento en una figura jurídica bajo un enfoque de protección de hábitat. Además, a la par de la implementación de estas reservas, se ha intentado crear una red de zonas de refugio definida como *“el conjunto de zonas de refugio ubicadas en la misma área o región, que pueden tener influencia unas sobre otras, al*

*compartir procesos biológicos, ambientales o socioeconómicos, en beneficio de las especies de la región y su ecosistema”* (SAGARPA, 2014), ello conlleva también al trabajo de las zonas a nivel regional.

### **Relevancia del para el Estado Mexicano y Evolución del instrumento**

Recientemente Estado Mexicano ha optado por esta herramienta como uno de los ejes en materia de pesquerías. Desde el 2012, en México se han decretado 33 zonas de refugio pesquero en tres estados de México (Baja California Sur, Sinaloa y Quintana Roo), protegiendo así, más de 9,000 km<sup>2</sup> (CONAPESCA, 2015).

Además cabe decir, que en abril del 2014 se emitió la Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014, que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas nacionales (CONAPESCA, 2015). La existencia de la especificación del diseño e implementación de esta figura jurídica es otra determinante en el continuo impulso de la implementación de esta herramienta de manejo en México.

### **Discusión**

Es importante señalar que pocas legislaciones se han diseñado con la visión de administrar y proteger un ecosistema entero, y mucho menos para facilitar la creación de redes o corredores de ZEP's (Brax, 2002). Además, la primera impresión que se percibe al examinar el ordenamiento jurídico ambiental es que existe un conjunto de leyes y normas dispersas que directa o indirectamente encuentran alguna unión en su objetivo de defensa o restauración del medio ambiente (Jordano Fraga, 2002).

Es por esta razón que las características de los instrumentos, como su objetivo, escala, enfoque e inclusión de la población fueron determinantes para este análisis pues se consideró que estas características darán certeza en la aplicación del instrumento/herramienta seleccionado(a).

La evaluación de las políticas públicas (parte esencial de la gestión pública) consiste en “el análisis de la actuación de los poderes públicos sobre realidades sociales determinadas, donde se busca producir la solución de los problemas previamente identificados” (Bobadilla, *et al.*, 2013). En este sentido y tomando en cuenta el desarrollo de la Riviera Maya, el estado de condición arrecifal bajo el que se encuentra Akumal y el contexto del posible interés por parte de sus usuarios en la conservación de sus recursos, se pudo destacar lo siguiente del análisis de los 8 instrumentos legales que pueden fungir como ZEP:

Por un lado en materia de conservación resaltaron las figuras de: 1) Hábitat crítico para la conservación de vida silvestre (HCCVS); y 2) Área de refugio para proteger especies acuáticas (ARPEA). Y por otro lado en materia pesquera resaltaron: 1) Veda; y 2) Zona de Refugio Pesquero (ZRP).

La figura HCCVS resalta dado que el objetivo y la escala bajo la que se puede implementar, coincide con lo demandado en Akumal (mejora ambiental de los ecosistemas locales). Sin embargo, la inexistencia de un Hábitat crítico decretado en México hace nula la experiencia mexicana en torno a este instrumento. Esto podría convertirse en un obstáculo al intentar establecerlo pues la implementación desde un punto cero, creando mecanismos institucionales inexistentes a la fecha, dificultarían su implementación.

De la misma manera, el ARPEA es un instrumento cuya implementación en México es incipiente. Destacan dos cosas de esta herramienta de manejo: el objetivo y la escala. La manera local en la que puede trabajar este instrumento, se ajusta a la zona de Akumal y sus necesidades de mejoría en el estado de condición arrecifal. La ley que lo enmarca (LGVS) podría interpretar este instrumento como una herramienta de manejo a nivel ecosistémico, sin embargo la experiencia mexicana lo ha hecho desde un enfoque de especie, esto podría ocasionar una subestimación del potencial del instrumento. Cabe resaltar que en marzo del 2016, en Akumal se estableció el tercer ARPEA que busca proteger entre tortugas, coral, pastos marinos y manglar.

Las figuras de HCCVS y ARPEA, al no ser eje ni pilar de la política ambiental mexicana, ha provocado poca atención por parte de las autoridades en: 1) tratar de implementar medidas de protección y conservación diferentes a las ANP's e implementar instrumentos

de este tipo; y 2) tener una legislación más robusta y con mejor entendimiento de las atribuciones de las autoridades en torno a estos instrumentos de conservación.

En materia pesquera, la herramienta legal Veda podría mejorar el estado arrecifal a través de la prohibición de la pesca en la zona. En la legislación mexicana se establecen zonas y periodos de veda pero en México no se ha establecido vedas del primer tipo. En este sentido y en cuestión a su enfoque, las zonas de veda podrían tener una orientación ecosistémica pero dada la inexperiencia mexicana por su nula aplicación, las vedas hoy en día son utilizadas bajo un enfoque periódico y a nivel de especie. Esto puede deberse a la simplicidad conceptual pues es relativamente fácil explicar y justificar a muchos sectores de la comunidad las razones para establecer vedas temporales y los mecanismos para implantarlas, caso contrario a las vedas espaciales (FAO, 2005; Sala *et al* 2002; Lubchenco *et al* 2003; Roberts and Hawkins, 2000; Sladek N. y Alan, 2004).

En relación a las ZRP desde el 2012 se han decretado 33 en tres estados de México (Baja California Sur, Sinaloa y Quintana Roo), protegiendo más de 9,000 km<sup>2</sup> (CONAPESCA, 2015). Según este análisis, los cuatro factores determinantes para la implementación de este tipo de herramientas/figuras de conservación han sido:

- 1) La existencia de la NOM-049-SAG/PESC-2014 que clarifica la reglamentación en cuanto a la implementación de este instrumento. Por una parte, facilita al solicitante en cuanto a los puntos a seguir para la existencia de una ZRP y ante quién acudir; y por otra parte a las autoridades competentes al clarificar sus funciones en torno al instrumento de manejo.
- 2) El apoyo financiero por parte de SAGARPA a través de CONAPESCA. Como parte de los proyectos del 2015, “Proyectos de Ordenamiento Pesquero y Acuícola” se da el apoyo al diseño, sociabilización, implementación y monitoreo de Zonas de Refugio Pesquero. El monto de apoyo por todas las fases del proyecto es hasta los \$20,000,000.
- 3) Las reuniones realizadas partir del 2010 en Quintana Roo entre autoridades, asociaciones civiles, sector privado y cooperativas de pesca con el objetivo de crear ZRP en el estado. La meta era proteger el 20% de las aguas territoriales dentro del estado de Quintana Roo. El modo de implementación sería a través de modelos de refugios pesqueros comunitarios

4) La existencia de Asociaciones Civiles como Comunidad y Biodiversidad y CEA, pertenecientes a la Alianza Kanan Kay (dedicada principalmente a dar certidumbre jurídica a los refugios pesqueros en México; Anexo 3), asistentes de las reuniones antes mencionadas y consideradas por SAGARPA como unas de las instancias ejecutoras y por tanto receptoras de los proyectos de ZRP financiados por SAGARPA.

Ante el impulso de los refugios pesqueros en México y la NOM-049-SAG/PESC-2014 que facilita su implementación, destaca una cosa: en ningún momento esta norma clarifica la manera ni la autoridad competente encargada de su administración. De facto se entiende que SAGARPA será la encargada pero ello solo genera más problemas pues no se cuenta con dependencias de SAGARPA en cada uno de las ZRP's implementadas en México. Esto supone que SAGARPA e INAPESCA mantienen algún tipo acuerdo con instituciones como Alianza Kanan Kay en donde una vez implementadas, la administración del instrumento de manejo queda bajo la responsabilidad de éstas.

Un punto a destacar de la ZRP implementado en Akumal, es que al haber sido la primera implementada fuera de un ANP, puede sobrellevar una nueva serie de mecanismos que pueden causar aún más conflicto en su implementación. Ante esto, el órgano impulsador del instrumento lo gestionó con nuevos procesos ante la autoridad dada la presencia de una situación administrativa y legalmente diferente. Por ejemplo, cuando la ZRP es en un ANP, la presencia de la CONANP hace que se pueda proceder ante la violación de alguna regla de la ZRP; además de que facilita su vigilancia al estar permanentemente en el sitio. En Akumal, esto se compensó con la integración de un agente de la PROFEPA en la zona, esto provocaría que fuese presentado ante una autoridad todo aquel que cometa algún delito en la ZRP.

A nivel mundial uno de los principales problemas que enfrentan las zonas protegidas es la pesca furtiva, se estima que menos del 5% de las reservas tienen una inspección y vigilancia efectiva (CEMDA, 2010). Un factor esencial que puede ayudar a Akumal a mejorar su estado de condición arrecifal a través de la ZRP y el ARPEA es la vigilancia e inspección de éstas. Sin un programa de inspección y vigilancia efectivo, las probabilidades de obtener los

beneficios son nulos (PISCO, 2008; CEMDA, 2010; Roberts y Hawkins., 2000; Sala et al 2002; Lubchenco et al., 2003).

En este sentido y considerando que la SCPPT, el CEA y los operadores turísticos reconocieron la pesca furtiva como una de las principales problemáticas y posibles causantes del deterioro arrecifal en Akumal, la obtención de una figura legal ya decretada y apoyada por las autoridades, aumenta las posibilidades de que en la administración se asegure la vigilancia mediante la solicitud de financiamiento económico; esto sería más complicado sin el decreto de alguna zona de protección. Además, con la integración de la nueva ARPEA establecida en Akumal, se pueden gestionar más formas de financiamiento para la inspección y vigilancia de la bahía. Sin embargo, es necesario considerar que la pesca furtiva no es la única actividad que tiene efectos negativos en el arrecife de Akumal, se necesitan establecer medidas de manejo que regulen las fuentes de estrés en el arrecife identificadas en Akumal (calidad de agua y modificación de ecosistemas costeros), en conjunto con la regulación de la actividad turística ya que según Brax (2002), se ha visto que esta industria llega a crecer ante el establecimiento de figuras de protección.

Las políticas públicas en materia ambiental en México han evolucionado y comienzan a dar cabida a planteamientos más preventivos, participativos e incluyentes, sin embargo es necesario mejorar los esquemas de evaluación de políticas ambientales en México debido a que responden a realidades complicadas (SEMARNAT, 2011; Bobadilla, *et al.*, 2013).

En este sentido, es necesario tener una legislación más robusta y con mejor entendimiento de las atribuciones de las autoridades en torno a estos instrumentos de conservación de tal manera que sea factible implementar instrumentos de manejo y conservación como los analizados en este estudio. Sin embargo, Coincidiendo con Bobadilla, *et al.* (2013), esto conllevaría a la necesidad de nuevos diseños, implementaciones y evaluaciones acordes a la realidad y así hacer las correcciones integrales a la de política ambiental en México.

En el diagnóstico del 2009 presentado por la Comisión Intersecretarial para el Manejo sustentable de Mares y Costas (CIMARES), se afirma que la falta de coordinación interinstitucional e intrainstitucional genera políticas que desarticulan las acciones y programas establecidos por otros entes. En este sentido y acorde con el párrafo anterior, es

necesario un marco legal que evite duplicidad en funciones, contradicción de conceptos y sobreposición de atribuciones.

Además, según Cortina Segovia *et al.* (2007) y Monzón Bruguera, (2009) existe una visión sectorizada en la política ambiental y esto es perjudicial para el manejo de los recursos, puesto que las relaciones entre hábitat, especies y humano van más allá de la definición aislada de cada elemento y requieren de una visión ecosistémica más que de estrategias particulares que no contemplan las implicaciones colaterales que sus decisiones traen consigo.

Por último, vale la pena decir que considerar que únicamente el Derecho Ambiental puede atender a todos los desafíos jurídicos del MIZC, resulta errado pues ello conduciría a un gigantismo innecesario y a un error técnico jurídico al pretender que este Derecho puede sustituir o apropiarse de normas que por sus principios le son propias a otras ramas (Monzón Bruguera, 2009). En materia de regulación ambiental, debemos enfocarnos a la integración y adecuación de la normatividad ya existente, tanto nacional como internacional, sin prescindir que el reto principal para nuestro país es garantizar el adecuado cumplimiento de las normas (Ibarra Sarlat, 2003).

# CAPÍTULO V

## Conclusiones y recomendaciones

---

### Conclusiones

En el contexto de una situación de degradación ambiental de los sistemas arrecifales a nivel global y regional, podemos decir que en Akumal, la cobertura de corales duros ha disminuido un 77.97% y la cobertura de macroalgas ha aumentado un 62.6 % desde 1995. En términos generales se nota un cambio en la composición comunitaria de los corales duros de especies constructoras de gran tamaño en un inicio, a especies masivas hace un par de décadas, a incrustantes y digitiformes de menor tamaño.

Además, en comparación con los sitios del SAM mejor conservados (con las mayores biomazas de peces herbívoros y comerciales), Akumal se encuentra en niveles bajos con alrededor de 3.3 veces menos biomasa de peces herbívoros y 11.3 veces menos de peces de importancia comercial.

En los últimos 17 años, el estado de condición arrecifal ha pasado de malo a crítico. La causa probable del actual estado de condición arrecifal en Akumal sería una asociación de factores negativos como la reducción de peces herbívoros, el aumento de sedimentación y eutrofización, el aumento de actividades humanas y la reducción de humedales en la zona costera.

En relación a la comunidad Akumalense podemos decir que dado el alto porcentaje de personas inmigrantes (64.4%) y provenientes de lugares de fuerte arraigo, existe la presencia del fenómeno de desterritorialización pues aún no se construye un vínculo fuerte entre los sujetos y el espacio que habitan porque no hay un pasado fuerte que los una. Existe una despreocupación en la toma de decisiones en torno al manejo de sus recursos posiblemente debido a la incipiente construcción de su nueva identidad territorial como Akumalenses.

Sin embargo, la mayoría de las personas encuestadas posee una conciencia y nota beneficios provenientes del arrecife. Ante ello, se detectó una actitud positiva por parte de los encuestados respecto a la conservación el ecosistema arrecifal. Específicamente para la implementación de una ZEP en la zona, 56% de los encuestados estuvo de acuerdo.

*En este sentido, el establecimiento de una ZEP no solo resultó factible sino necesario, y estuvo impulsado por un cúmulo de condiciones favorables, de tal manera que hoy en día ya está decretada. Se concluye que la ZEP necesita que su permanencia y vigilancia se garantice a futuro, pues los efectos esperados de su implementación solo serán evidentes a mediano y largo plazo.*

Sin embargo, debemos tener en cuenta que el proceso de implementación de la ZEP en Akumal careció de métodos de participación activa hacia con los pobladores de Akumal. Esto muy probablemente debido a que el órgano impulsor quería evitar mayores conflictos y el proceso lo limitó a trabajar con los usuarios directos, la cooperativa. De acuerdo con la premisa de que la participación activa minimiza el riesgo de fracaso de un plan de manejo o proyecto, la ZRP en Akumal solo podrá asegurar su futuro si comienza a generar los mecanismos para integrar al poblado de Akumal en esta y otras estrategias de manejo.

Ante esto y otros proyectos impulsados por el CEA con anterioridad, el 71% de los encuestados no siente representado sus intereses en la toma de decisiones de los recursos y consideran al CEA como autoridad tomadora de decisiones que deja a la población de último en la gestión de los recursos. Frente a este suceso, los pobladores afirmaron un interés por participar y su inconformidad ante la exclusión en el proceso de implementación de la ZRP. No obstante, debemos considerar que una actitud positiva no se traduce a una participación activa en la toma de decisiones. Esto podría deberse a: 1) la falta de ingeniosas y nuevas formas de convocación para participar; y 2) por la probable desterritorialización de la que padece Akumal y la construcción de su nueva identidad.

En este contexto, la aceptación social de la ZEP en Akumal es indispensable para el éxito de su implementación y evolución. Si la comunidad local está informada y participa puede aceptar la idea de protección y estar predispuesta a colaborar.

En cuestión al Derecho ambiental, éste puede convertirse en un elemento transformador del comportamiento cívico que supere el uso irresponsable de los recursos costeros. Sin

embargo, una de las principales limitaciones identificadas a través del análisis de las figuras legislativas es que la legislación mexicana no logra dar una respuesta muy clara a las necesidades de uso y conservación del medio ambiente, específicamente para la creación de ZEP's en México.

Respecto al objetivo y escala con la que trabajan los 8 instrumentos analizados, resaltaron las figuras de: 1) Hábitat crítico para la conservación de vida silvestre; 2) Área de refugio para proteger especies acuáticas; 3) veda; y 4) zona de refugio pesquero. Sin embargo, el problema con los instrumentos analizados (a excepción de ZRP) radica en la inexperiencia mexicana en implementarlos. La poca claridad y especificidad en las leyes hacia los procedimientos de creación, modificación y administración de muchos de los procesos jurídicos en la zona costera hacen complicada o confusa la aplicación de los mismos.

La figura ZRP resalta como instrumento legal con mayor probabilidad de ser implementado por la existencia de la NOM-049-SAG/PESC-2014 que clarifica la reglamentación en cuanto a la implementación de este instrumento; el apoyo financiero por parte de SAGARPA a través de CONAPESCA; las reuniones preliminares en el estado de Quintana Roo ante la creación de una red de refugios pesqueros; y la existencia de Asociaciones Civiles como Comunidad y Biodiversidad, perteneciente a la Alianza Kanan Kay dedicadas principalmente a dar certidumbre jurídica a los refugios pesqueros en México.

Por ultimo, la presencia de una ZRP temporal parcial en Akumal no asegura la mejora del estado arrecifal. Es necesario implementar estrategias de manejo integral respecto a la calidad del agua y el impacto del turismo. La implementación de una ZEP en Akumal no es una solución a todos los problemas ambientales presentes en Akumal. La ausencia de una estrategia integral con miras al uso sostenible de la bahía de Akumal, regulando las actividades y previendo las consecuencias de éstas, se traduce actualmente en la degradación no solo del sistema arrecifal sino del territorio costero en general.

## Recomendaciones

### Al Centro Ecológico Akumal:

1. Es importante que el CEA y demás instituciones interesadas en la conservación del ecosistema arrecifal hagan un mayor esfuerzo para involucrar a la comunidad en general y no solo a los usuarios directos del ecosistema, en el diseño y evaluación de estrategias para su manejo. Para el éxito de cualquier estrategia de manejo, es indispensable que las decisiones en torno al manejo de los recursos de Akumal contemplen la percepción de los pobladores de la bahía y de Akumal pueblo.
2. Dentro de los programas de actividades del CEA, éste mantiene un programa de educación ambiental. Se recomienda que este programa amplíe sus sectores objetivo pues actualmente el programa trabaja en las escuelas públicas de Akumal. Se recomienda trabajar en una estrategia que incorpore otros sectores de la comunidad de Akumal con el fin de que la participación del pueblo converja cada vez con el fin de tener una población involucrada con sus recursos y el manejo de éstos.
3. Así mismo, el CEA cuenta con un programa de manejo de la calidad de agua en Akumal. Este programa monitorea la calidad del agua en Akumal, es necesario tomar más relevancia a las estrategias de mejora de la calidad de agua en Akumal. Se recomienda al CEA colaborar con las autoridades competentes (como el comité de cuenca) para estimular la implementación de estrategias de manejo basadas en los resultados de sus investigaciones.
4. El CEA debe mejorar su imagen ante una población descontenta con su trabajo probablemente por el hecho de que desconocen sus labores y atribuciones. Se recomienda al CEA mejorar su imagen pues puede llevar a una comunión entre usuarios y CEA en el manejo de los recursos.

### **A las autoridades municipales de Tulum y Federales (SEMARNAT Y SAGARPA):**

1. Respecto a la zona de refugio implementada en Akumal, es necesario asegurar su permanencia. Si bien la primera revisión se hará en 2021, se recomienda iniciar las labores para declarar la Zona de Refugio Pesquero de tipo parcial permanente para que los beneficios de implementar esta herramienta se vean reflejados.
2. Así mismo, se recomienda iniciar con un programa de monitoreo donde la vigilancia del sitio esté asegurada en todo momento. Se recomienda crear grupos de gestión participativa para todas las modificaciones que se pretenda hacer en la ZRP. Además, En las actividades de inspección y vigilancia, se recomienda iniciar alguna estrategia que involucre a la población, ello podría abrir paso a la participación activa de pobladores interesados.
3. Se recomienda entregar informes bianuales a la SCPPT, a la comunidad de Akumal, a los prestadores de servicio y a los habitantes de la bahía, de los beneficios obtenidos a partir de la implementación de la ZRP.
4. A excepción del instrumento ANP's, el marco jurídico-administrativo que sirve para implementar una ZEP, resulta insuficiente y confuso. Se requiere de un gran esfuerzo de actualización y homologación de los diversos instrumentos de carácter legal aplicables. Referente a lo anterior, a las autoridades competentes se les exhorta a agilizar la publicación del reglamento de la LGPAS. La implementación de cualquier herramienta de manejo pesquero dispuesta en la LGPAS, se lograría de una forma más eficiente y fácil si el RGPAS estaría publicado.

### **A la población local de Akumal:**

1. La población debe fortalecer su identidad territorial Akumalense. Datar la historia de Akumal y describir los procesos que dieron pie desde sus inicios puede ser un proceso en el que la gente se involucre y entusiasme al hacerlo. Realizar este tipo de

eventos puede consolidar el proceso de fortalecimiento de identidad territorial Akumalense.

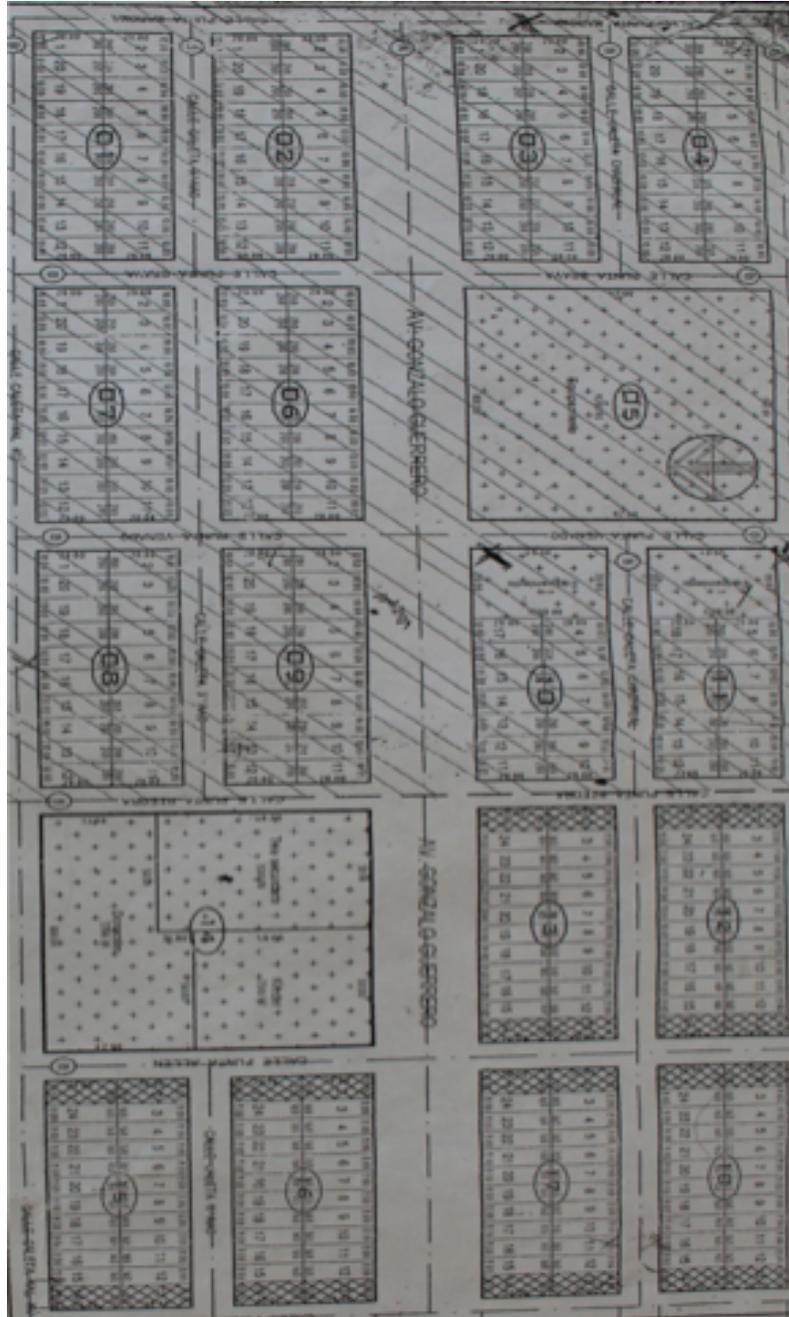
2. Así mismo, los prestadores de servicio, los pobladores de la bahía y hoteleros y el poblado de Akumal deben participar activamente en la toma de decisiones de los recursos. Se recomienda a la población de Akumal involucrarse activamente en torno a los problemas ambientales identificados aquí y en otros estudios

#### **A los científicos:**

1. Se recomienda ampliar el diagnóstico social en torno a la percepción de los Akumalenses hacia el arrecife coralino pues para el éxito de cualquier proyecto que involucre el uso o conservación del ecosistema, se deben analizar y mencionar las implicaciones que conlleven las restricciones o limitaciones en el uso del ecosistema y la reacción de la comunidad.
2. Se recomienda ahondar más en el análisis sobre las percepciones de los usuarios, sus intereses y motivaciones en la toma de decisiones puede converger en la gestión sustentable de los ecosistemas de Akumal.
3. Como científicos, debemos tener como fin último ofrecer a la población soluciones a los problemas identificados. Con un entendimiento claro y concreto debemos presentar los resultados y propuestas de nuestras investigaciones. Se recomienda a los científicos que trabajamos en la zona de Akumal, realizar un evento en el cual se reúna la comunidad académica, autoridades y pobladores para iniciar una estrategia integral en torno al manejo de los recursos de Akumal.

# Anexos

## Anexo 1



5.1. Foto del croquis de Akumal

## Anexo 2

### ENCUESTA

Buenas (tardes o días) soy de la UNAM y estoy realizando un estudio para ver la posibilidad de implementar una zona en la que NO se pueda pescar en Akumal. Le agradecería que me pudiera ayudar contestando un cuestionario sencillo y breve. La información que usted me brinde es anónima y confidencial. Durará aprox. 10-15 min

N° Encuesta \_\_\_\_\_; Encuestador \_\_\_\_\_

Lugar \_\_\_\_\_; Fecha \_\_\_\_\_,

#### A. *De lo general*

- 1.Cuál es su principal ocupación? (especificar ingreso por cada actividad mencionada) **NOTA: solo residentes locales y regionales**

Ocupación principal	¿Cuántos días x semana le dedica?	Ganancia semanal (\$)
1		
Otra actividad?		
2		
3		

2. De las actividades que mencionó, ¿Qué recursos naturales de Akumal utiliza para realizar su trabajo?

Ocupación	Recursos naturales: (piedra, arena, jimbas, madera, etc.)
1	
2	
3	

3. Tiene alguna actividad o trabajo relacionado con algún recurso de la Bahía de Akumal?

Si, cuáles:	No
1	
2	

4. En orden de importancia, ¿Cuáles son para usted los 3 principales problemas de su comunidad?

1
2
3

En caso de que no se mencione ningún problema ambiental, o de que se haya mencionado solo uno, preguntar: Y en temas ambientales, ¿Qué le preocupa de Akumal? \*Si pide un ejemplo de problema ambiental, mencionarle contaminación, disminución de recursos, etc.

1
2

3

5. ¿Realiza usted alguna acción para resolver o mitigar alguna de estas problemáticas? NO \_\_\_\_\_

Sí \_\_\_\_\_; cuáles:

6. ¿Usted sabe quién (es) toman las decisiones sobre el uso o conservación de los recursos naturales en Akumal? No: \_\_\_\_\_

Sí: \_\_\_\_\_; Quiénes:

En orden de importancia?,

1
2
3

¿Toman en cuenta su opinión? No: \_\_\_\_\_

Sí \_\_\_\_\_; Cómo

7. Según su opinión, ¿quién (es) deberían tomar las decisiones sobre el uso o conservación de los recursos naturales en Akumal?

1
2
3

¿Deben tomar en cuenta su opinión? No: \_\_\_\_\_

Sí \_\_\_\_\_; Cómo (por qué)

B. *De lo particular*

8. Según su percepción, ¿cómo califica el estado del arrecife de Akumal? (salud ambiental) y

	¿Por qué?
Muy malo	
Malo	
Regula	
Bueno	
Muy bueno	

9. ¿Sabe usted que función tiene el arrecife para las especies pesqueras? No \_\_\_\_\_

Si _____	Cuáles:
----------	---------

10. Según su opinión ¿Considera que los recursos pesqueros de Akumal (como el mero, pargo, barracudas, tiburón, langosta, el caracol, etc.) están mejor, igual o peor que cuando llegó?

Mejor	Igual	Peor	No sabe
-------	-------	------	---------

11. ¿Le beneficia la existencia (o presencia) del arrecife de Akumal?

NO: \_\_\_\_\_; Sí \_\_\_\_\_; ¿Cómo?

12. ¿Ha participado en algún tipo de pesca (comercial, deportiva y/o autoconsumo) en Akumal?

Deportiva		Comercial		Autoconsumo	
Si	No	Si	No	Si	No
Pescador	Prestador de servicios				

13. Si se dedica a la pesca comercial, ¿pertenece a una cooperativa? No \_\_\_\_\_;

Si	Cuál:
----	-------

14. Si participa en algún tipo de pesca ¿Con qué frecuencia pesca en la zona de Akumal al mes (días)?

Mas de 15	Entre 5 y 10	Casual (<5 mes)

15. Si es restaurantero, de donde obtiene el pescado y mariscos que ofrece?

Local (Akumal)	Regional (Tulum, Chinchorro, etc.)	Escala mayor
----------------	------------------------------------	--------------

C. *De la disponibilidad para la conservación*

16. Cuáles de las siguientes reglas, usted cree necesarias para la mejorar el uso de los recursos pesqueros?

	Si	No
Zonas de veda		
Épocas de veda		
Temporadas de capturas		
Tallas mínimas		
Restricción de artes pesca		
Otra: ____		
Cuál _____		

17. Estaría de acuerdo que en Akumal no se permitiera la pesca comercial y para autoconsumo, en el área delimitada del mapa por lo menos durante los próximos 6 años? (presentar mapa)

Opinión	Razones
No estoy de acuerdo	
De acuerdo	
Depende,	
No sabe	
No contestó	

18. (En caso de que el encuestado de una respuesta negativa o dependiente). Si existiera información científica que demostrara los posibles efectos negativos de las actividades actuales en el arrecife, entre ellas la pesca ¿Usted estaría interesado en informarse o recibir esta información?

Participaría		Participó
Si	No	

19. Sabe usted que SAGARPA en conjunto con otros actores, está implementando una zona de exclusión pesquera: NO \_\_\_\_\_; Sí \_\_\_\_\_;  
 Le gustaría participar activamente en el proceso?  
 NO \_\_\_; por qué \_\_\_\_\_  
 Sí \_\_\_; ¿por qué?. \_\_\_\_\_

20. Conoce usted alguna forma en la que usted pudiera participar en este proceso?  
 ¿Cuál? \_\_\_\_\_  
 Ya lo hace \_\_\_; cómo: \_\_\_\_\_

En el caso hipotético de que hubiera un plan de manejo y conservación del arrecife y de los recursos pesqueros de Akumal, y que le solicitaran su ayuda

21. ¿Estaría interesado en opinar o colaborar con algún tipo de trabajo, especie, o donaciones monetarias?  
 (aclarar que no es un compromiso ni nada por el estilo)

No	Sí:
----	-----

**Datos Generales:**

Sexo	Femenino	Masculino
Edad		
Lugar de procedencia		
Lugar de residencia	Local (Akumal)	Regional (Playa, Chemuyil, Tulum, etc.) Otro
Cuánto tiempo lleva viviendo en Akumal		
Nivel de estudios		

### Anexo 3

#### Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Tulum (SCPPPT)

La SCPPPT es una cooperativa legalmente constituida desde 1981 con duración indefinida cuyo objeto social es la captura, extracción, pesca y comercialización de especies de langosta, pulpo, escama en genera, pepino de mar, erizo de mar y tiburón (SCPPPT, 2014).

Actualmente la cooperativa cuenta con 24 socios y su presidente es Ramiro Pech Balam. La concesión de la SCPPPT para el aprovechamiento pesquero abarca desde Punta Xamach, al sur de Tulum, hasta Punta Maroma, al norte de Playa del Carmen (Alianza Kanan Kay, 2014) (Figura 5.2).

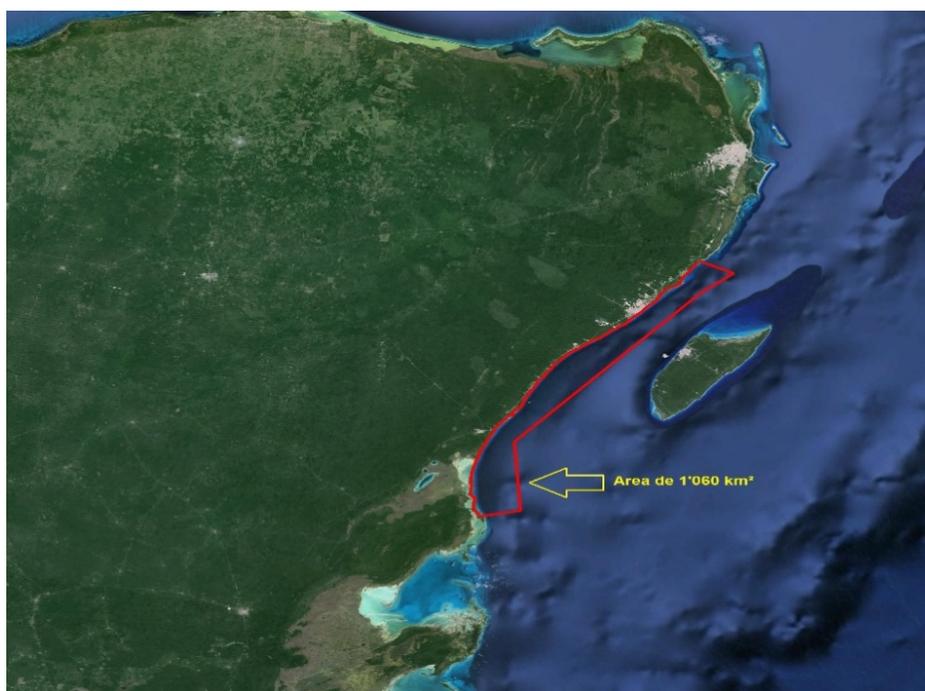


Figura 5.2. Concesión de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de Tulum; tomada de SCPPPT, et al., 2014

La SCPPPT cuenta con 18 embarcaciones, 30 redes de enmalle, 3 palangres de 150m, 2 palangres de 750m, 100 casitas cubanas, 24 ganchos langosteros y 6 arpones (Dirección General de ordenamiento y pesca, 2014). En general, las capturas que han sido registradas por los miembros de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Pescadores de

Tulum (SCPPPT) han decrecido a lo largo de los años. Se observa una disminución en la captura de langosta de 3 toneladas en el 2005 a 0.5 toneladas para el 2013 (Figura 5.3), así como de 1.2 toneladas de mero en el 2005 a 0.1 toneladas en el 2013 (Figura 5.4) (SCPPPT, et al., 2014).

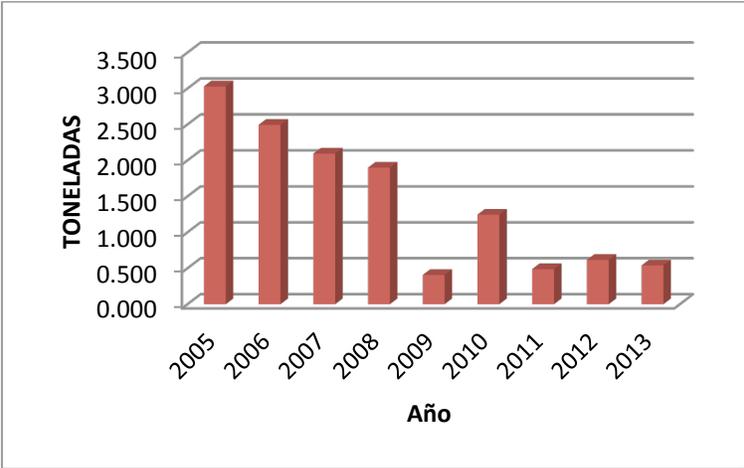


Figura 5.3. Producción de peso vivo de langosta por la SCPPPT; figura tomada de SCPPPT, et al., 2014

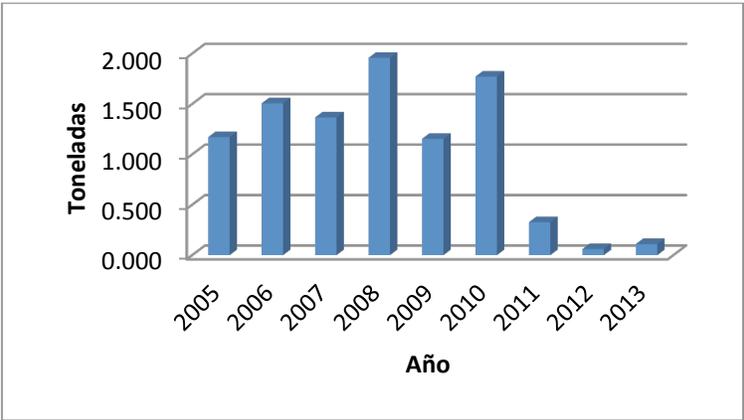


Figura 5.4. Producción de peso vivo de mero por miembros de la SCPPPT; figura tomada de SCPPPT, et al., 2014

## Centro Ecológico Akumal (CEA)

El CEA es una ONG sin fines de lucro que tiene como misión generar y promover estrategias para la gestión de los ecosistemas en Akumal, a través de investigación, educación y política, con el fin de asegurar la sostenibilidad ambiental del Caribe Mexicano (CEA 2013).

El CEA se fundó en 1993 cuando los accionistas del Club de Yates de Akumal crean un fideicomiso para la creación de una nueva institución, el Centro Ukana I Akumal, A.C.. La iniciativa tenía la finalidad de generar fondos y proporcionar infraestructura para el desarrollo de iniciativas ambientales necesarias para proteger la biodiversidad de los ecosistemas marinos y costeros de Akumal (CEA 2013).

La mesa directiva está constituida por 7 personas:

- Presidente: Carlos Ortiz Salinas, administrador único de la empresa Administradora de Conjuntos Hoteleros S.A. DE C.V y propietario del hotel Akumal Beach Resort.
- Vice-presidente: Laura Bush Wolfe, hija de Pablo Bush y copropietaria del Hotel Akumal Caribe.
- Secretaria: Paula Batson, propietaria de Casitas Akumal.
- Tesorero: Ernesto Marcos Giacomani
- 3 vocales: Andre Ampelas; Nancy Schiffer y Monte Berezow; los tres copropietarios de Casitas de Akumal.

Para administrar las operaciones de la organización, el CEA basa su financiamiento en cuatro aspectos: 1) ganancias de la renta de los establecimientos que se encuentran dentro de terreno del fideicomiso; 2) ganancias del permiso de aprovechamiento de vida silvestre para corales y tortugas a través de la venta de brazaletes; 3) financiamiento de proyectos a través de otras organizaciones y; 4) donaciones (entrevista a Iván Penié, octubre, 2014; entrevista a Miguel Lozano, octubre, 2014; CEA, 2013).

Actualmente el CEA tiene 6 programas de conservación:

1. Ecosistemas costeros

2. Tortugas marinas
3. Calidad del agua
4. Desarrollo sostenible
5. Educación ambiental
6. Comunicación

Dentro del programa de Desarrollo sostenible queda empotrado el proyecto ZRP Akumal. Este proyecto es una iniciativa de Alianza Kanan Kay (AKK) y tiene por objetivo la implementación de un refugio pesquero en las Bahías de Akumal (entrevista a Iván Penié, octubre, 2014).

### **Alianza Kanan Kay (AAK)**

La AAK es una iniciativa de colaboración intersectorial que tiene como misión contribuir a la consolidación de un manejo pesquero responsable para recuperar la riqueza biológica del mar y la productividad de las pesquerías artesanales de Quintana Roo (Alianza Kanan Kay, 2013). Esto mediante la facilitación de procesos de colaboración y de acciones compartidas que promuevan el establecimiento de una red de refugios pesqueros. Su objetivo es dar certidumbre jurídica a zonas delimitadas donde la pesca sea una actividad prohibida. La AAK tiene como propósito convertir el 20% de las aguas territoriales de Quintana Roo en refugios pesqueros para el año 2015 (Alianza Kanan Kay, 2013).

Al momento, la AAK cuenta con 41 miembros institucionales que representan a agencias gubernamentales de pesca y medio ambiente, cooperativas pesqueras y su federación, organizaciones de la sociedad civil enfocadas en conservación marina (el CEA dentro de ellas), centros de investigación y fundaciones filantrópicas (Alianza Kanan Kay, 2013).

Desde 2010 la Alianza ha trabajado con cooperativas pesqueras de la región logrando así la base legal de algunos refugios pesqueros dentro de ANP marinas de Quintana Roo. Cozumel, Banco Chinchorro y Sian Ka'an son ejemplos de ello (Alianza Kanan Kay, 2013)

La AAK había trabajado únicamente dentro de ANP marinas ya establecidas. Que sea un ANP no se traduce a un buen manejo y control de la actividad pesquera. Es por ello que se

tiene que crear un nuevo instrumento legal dentro del ANP para crear una zona de no pesca (entrevista a Paul Sánchez, octubre, 2014).

#### Anexo 4

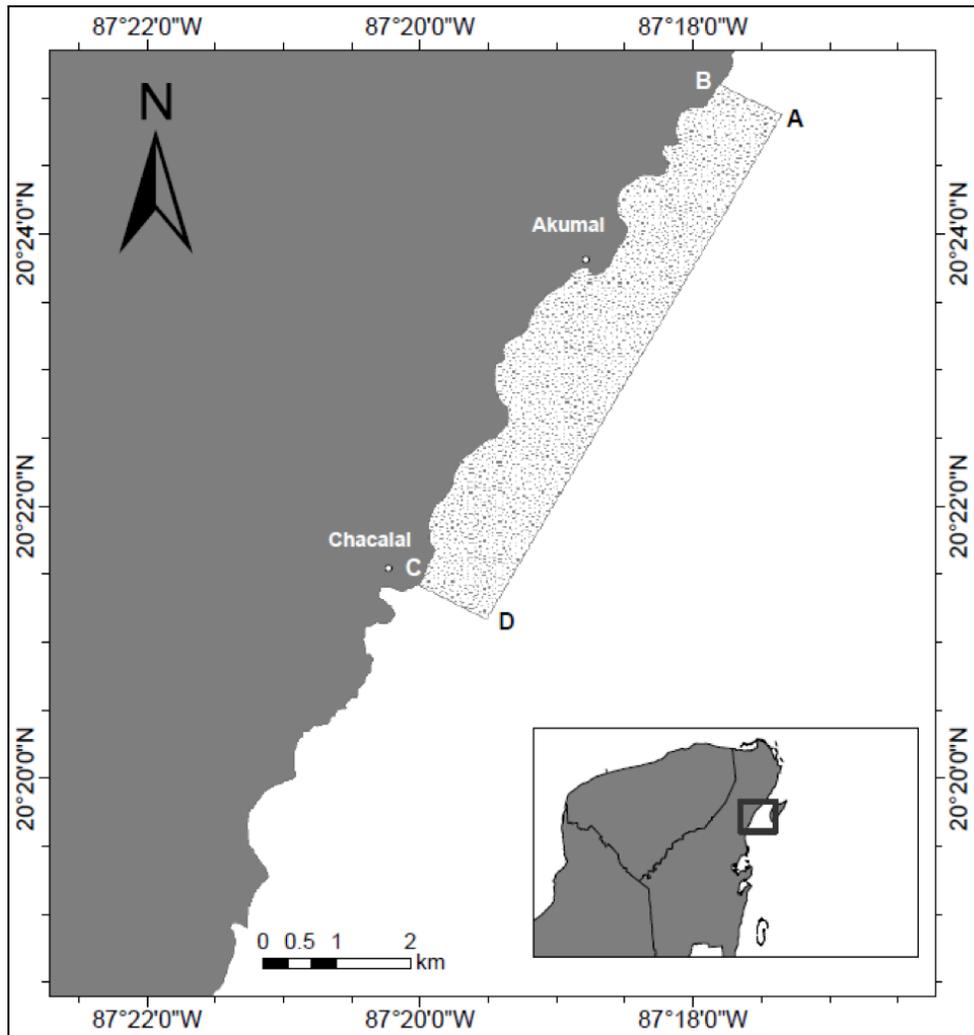
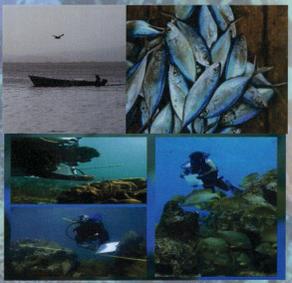


Figura 5.5. Área que abarca la ZRP. Imagen tomada del acuerdo por el que se establece una ZRP en Akumal.

# Anexo 5

**Objetivos de la Zona de Refugio Pesquero.**

1. Recuperar las poblaciones de especies de interés comercial.
2. Mejorar la productividad pesquera en las áreas adyacentes al refugio (efecto de derrama).
3. Preservar y rehabilitar el hábitat de las especies de interés comercial pesquero.
4. Contribuir al mantenimiento de los procesos biológicos (crianza, reclutamiento, crecimiento, alimentación y reproducción), dentro de la zona de refugio.
5. Vigilar y monitorear la zona de refugio para garantizar su éxito, erradicando la pesca furtiva y sobre-explotación dentro del refugio y en zonas adyacentes.
6. Aumentar la resiliencia de los ecosistemas y de la pesca ante perturbaciones climáticas o presiones antropogénicas.
7. Fortalecer a la SCPPT para un aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros.



**Beneficios de la ZRPA.**

**Biológico:** recuperación de las poblaciones de peces y del hábitat arrecifal de Akumal.

**Socioeconómico:** realizar un aprovechamiento sustentable de los recursos costeros.

**Comercial:** el destino turístico tendrá un valor agregado por estar ubicado en una zona protegida, así como también las propiedades tendrán un incremento en su valor nominal.

**Condiciones y disposiciones de manejo.**  
El funcionamiento adecuado del ZRPA dependerá en gran medida del cumplimiento de los lineamientos de manejo, acorde con los objetivos planteados.

**Evaluación y monitoreo de la eficiencia.**  
Capacitación a socios de la SCPPT y con los especialistas del CEA se realizarán muestreos anuales para ser comparados con los datos históricos.

**Actividades prohibidas en ZRPA.**  
\*La única limitante serán las actividades pesqueras extractivas comerciales.

**Actividades permitidas en el ZRPA:**  
\*Pesca de fomento pesquero.  
\*Investigación científica.  
\*Pesca deportiva no extractiva.  
\*Buceo Autónomo, Apnea, Snorkel y natación.  
\*Navegación y señalización.  
\*Rehabilitación del agua, arrecifes coralinos, pastos marinos, la playa y la duna.  
\*Cacería del Pez León.

Invitamos a toda la comunidad de Akumal a formar parte de este importante proyecto, por el bienestar de nuestro ambiente marino y las familias que aprovechamos y disfrutamos de estos recursos. Para más información comunícate al (984) 875 90 95 o al email: [manejo.costero@ceakumal.org](mailto:manejo.costero@ceakumal.org).



**Entérate y Únete a nuestro proyecto.**



Por una pesquería sustentable.

Figura 5.6. Tríptico de difusión de la Zona de Refugio Pesquero de Akumal

**Hacia una pesquería sustentable!**

- \*Para fomentar en las comunidades pesqueras el manejo sustentable de sus recursos marinos, a mediano y largo plazo.
- \*Para la recuperación paulatina y natural de la biodiversidad marina.
- \*Para asegurar un futuro con mejores producciones pesqueras. Las pérdidas económicas por la disminución de la producción pesquera afrontadas por la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Pescadores de Tulum" (SCPPT), dedicada a la pesca de Langosta escama y tiburón condujo al diseño y propuesta de una zona de Refugio Pesquero en Akumal (ZRPA). En colaboración con el Centro Ecológico Akumal (CEA) se han dispuesto a llevar a cabo acciones concretas para frenar la pérdida de los recursos marinos.

**ZRPA como herramienta de aprovechamiento sustentable.**

- Disminución del 40% del coral.
- Disminución del 50% de la biomasa de especies de peces con valor comercial (meros y pargos)

\*Para fomentar en las comunidades pesqueras el manejo sustentable de sus recursos marinos, a mediano y largo plazo.  
\*Para la recuperación paulatina y natural de la biodiversidad marina.  
\*Para asegurar un futuro con mejores producciones pesqueras.



Las Zonas de Refugios Pesqueros se encuentran regidos por la NOM-049-SAG/PESC-2014



**¿Qué es un Zona de Refugio Pesquero?**  
Zonas sin pesca que permiten la reproducción, reclutamiento y recuperación de las especies marinas, contribuyendo a conservar la biodiversidad marina y a mejorar el bienestar de las comunidades que dependen de estos



**Incremento en número de peces.**



**¿Por qué son importantes las Zonas de Refugios Pesqueros?**  
Las áreas de reproducción, alimentación y crianza son críticas para la recuperación de las especies marinas, estas áreas se ubican en zonas de arrecife profundo y somero, lagunas costeras, y caletas con manglar, bahías con pastos marinos y arenales.



**Factores que contribuyen al descenso de las capturas.**



**La Zona de Refugio Pesquero en Akumal.**

La ZRPA cubrió un área de 9.88 km<sup>2</sup> abarcando 7.8 km desde la Caleta de Yukuñte hasta al límite sur del Hotel Gran Bahía Príncipe, y desde la línea litoral hasta 1.8 km hasta mar adentro.



Figura 5.6 (cont.). Tríptico de difusión de la Zona de Refugio Pesquero de Akumal

## Bibliografía

- Aguilar Cordero, W., & Sosa Escalante, J. E. (2008). Percepción, conflictos y propuestas de participación social en torno a la conservación de la biodiversidad de la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos, Yucatán, México. XVII Mesa Redonda de la Sociedad Mexicana de Antropología , 2, 797-811 pp .
- Alcérreca Aguirre, C. (1988). Capítulo III Áreas Naturales Protegidas. En C. Alcérreca Aguirre, Fauna silvestre y áreas naturales protegidas. Fundación Universo Veintiuno. 69-107 pp.
- Alianza Kanan Kay. (2012a). Propuesta para el establecimiento de zonas de refugios pesqueros en Banco Chinchorro. Estudio justificativo. Cooperativas: SCPPAQR; SCPLG; SCPPPBC.
- Alianza Kanan Kay. (2012b). Propuesta para el establecimiento de zonas de refugios pesqueros en Bahía Espíritu Santo, Sian Ka'an. Estudio Justificativo. Cooperativa: SCPPJMA.
- Alianza Kanan Kay. (2013). Alianza Kanan Kay. Revisado en Enero de 2015 en: <http://www.alianzakanankay.org>
- Alonzo Ruíz, D. (2007). Análisis de las capturas de caracol rosado (*Stombus gigas*) durante las temporadas de pesca (2004-2005) y (2005-2006) en la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro. Foro Regional de Caracol del Golfo de México y Mar Caribe, INAPESCA, México.
- Álvarez , F. (2010). Hábitat complexe in coral reefs: patterns of degradation and consequences for biodiversity. Tesis PHD, University of East Anglia, UK.
- Ault, J., Smith, S., Bohnsack, J., Luo , J., Harper, D., & McClellan, D. (2006). Building sustainable fisheries in Florida's coral reef ecosystem: positive signs in the Dry Tortugas. *Bulletin of Marine Science* , 78 (22), 633-654 pp.
- Ault, J., Smith, S., Bohnsackb, J., Luo, J., Zurcher, N., McClellan , D., y otros. (2013). Assessing coral reef fish population and community changes in response to marine reserves in the Dry Tortugas, Florida, USA. *Fisheries Research* (144), 28-37 pp.

- Bellwood R. , D., & Hughes P., T. (2001). Regional-Scale Assembly Rules and Biodiversity of Coral Reefs . *Science* (5521), 1532-1535 pp.
- Bezaury Creel, J., y Gutiérrez Carbonell, D. (2009). Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. En CONABIO, *El Capital Natural de México* (Vol. 2). México: CONABIO.
- Bobadilla , M., Espejes Carbajal, M., Lara Valencia, F., Álvarez Borrego, S., Ávila Foucat , S., & Fermán Almada, J. (2013). Esquema de evaluación para instrumentos de política ambiental . *Política y Cultura* (40), 99-122 pp.
- Brax, J. (2002). The Need for Marine Reserves. En J. Brax, *Zoning the Oceans: Using the National Marine Sanctuaries Act and the Antiquities Act to Establish Marine Protection Areas and Marine Reserves in America*. E.U.A. 93-98 pp
- Breton, Y., & Blais, A. (2008). La descentralización a nivel mundial: tendencias y debates . En J. Fraga, G. J. Villalobos, S. Doyon, & A. García, *Descentralización y manejo ambiental: Gobernanza costera en México* . México, México: P y V.
- Buddemeier, R., Kleypas, J., & Aronson, R. (2004). Coral reefs and global climate change: Potential contributions of climate change to stresses on coral reef ecosystems.
- Burke , L., & Maidens , J. (2005). Reefs at risk in the Caribbean. World Resources Institute .
- Carabias, J. (2008). Prólogo: Descentralización y manejo ambiental: Gobernanza costera en México. En J. Fraga, G. J. Villalobos, S. Doyon, & A. García, *Descentralización y manejo ambiental: Gobernanza costera en México*. México, México. P y V.
- CCDSRN (Consejo Consultivo para el Desarrollo Sustentable de la Región Noroeste. (2014). *Recomendaciones a la SEMARNAT en materia de Hábitats Críticos*.
- CEA (Centro Ecológico Akumal), COBA (Comités para el ordenamiento de las Bahías de Akumal) y CDA (Consejo de Desarrollo de Akumal). (2008). *Programa Comunitario de Ordenamiento Marino de las Bahías de Akumal*, Q. Roo, México.

- CEA (Centro Ecológico Akumal). (2013). Centro Ecológico Akumal. Revisado en: <http://ceakumal.org/index.php/es/2013-07-04-05-47-23>
- CEDMMR (Committee on the evaluation, design and monitoring of marine reserves and protected areas in United States). (2001). Design. En *Marine protected areas: tools for sustaining ocean ecosystems*. Estados Unidos. 97-98 pp.
- CEMDA (Centro Mexicano de Derecho Ambiental). (2010). *Implementación de Reservas Marinas en México*. México.
- CEMDA. (2015). Noticias. Revisado en septiembre de 2015 en: <http://www.cemda.org.mx/alienta-conapesca-embargo-pesquero-contra-mexico/>
- Chuc Contreras, A., Ortegon Aznar, I., Tuyub Mota, A., & Suárez Salazar, J. (2012). Cambio de fase coral-algas en el Arrecife de coral de Mahahual, en el Caribe Mexicano. *Memorias del Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 28-31.
- Cicin-Sain, B., & Knech, W. (1998). The need for integrated coastal management and fundamental concepts. En B. Cicin-Sain, & W. Knech, *Integrated Coastal and Ocean Management Concepts and Practices*. Washington, USA. 15-36
- Cifuentes, J. L., Torres García, P., & Frias M., M. (1995). VII. Los arrecifes de coral. En *El océano y sus recursos VI*. Fondo de Cultura Económica.
- CIMARES (Comisión intersecretarial para el manejo sustentable de mares y costas). (2009). *Política Nacional de Mares y Costas de México: Gestión integral de las regiones mas dinámicas del territorio nacional*. México.
- CONAPESCA. (2010). *Políticas de ordenamiento para la pesca y acuicultura sustentables en el marco de programa rector de pesca y acuicultura*. SAGARPA, México.
- CONAPESCA. (2014). *Programa de ordenamiento pesquero 2014*. SAGARPA, Dirección General de Ordenamiento pesquero y acuícola, México.
- CONAPESCA. (2015). CONAPESCA. Revisado en septiembre de 2015 en: [http://www.conapesca.gob.mx/wb/cona/31\\_de\\_agosto\\_de\\_2015\\_mazatlan\\_sin](http://www.conapesca.gob.mx/wb/cona/31_de_agosto_de_2015_mazatlan_sin)
- Córdova y Vázquez, A., Rosete Vergés, F., y Enriquez Hernández, G. (2009). Introducción. En A. Córdova Vázquez, F. Rosete Vergés, G. Enriquez Hernández,

- y B. Hernandez de la Torre, Ordenamiento Ecológico Marino: Visión integrada de la regionalización. SEMARNAT. 13-21 pp
- Cortina Segovia, S., Gælle Brachet Barro, M., Ibáñez de la Calle , M., & Quiñones Vala, L. (2007). Gestión sectorizada. En S. Cortina Segovia, M. Gælle Brachet Barro, M. Ibáñez de la Calle, L. Quiñones Vala, & R. M. Lalli (Ed.), Océanos y costas Análisis del marco jurídico e instrumentos de política ambiental en México. SEMARNAT.
  - Dirección General de ordenamiento y pesca. (2014). Respuesta al oficio de solicitud de una zona de refugio en la zona de Akumal. SAGARPA, INAPESCA. México: Oficio No. RJL/INAPESCA/DGAIPA/826/2014.
  - ELI (Environmental Law Institute). (2009). Ocean and Coastal Ecosystem-Based Management: Implementation Handbook. Washington, D.C.
  - Espinoza Tenorio, A., Moreno Báez, M., Pech, D., Villalobos Zapata, G. J., Vidal Hernández, L., Ramos Miranda, J., y otros. (2014). El ordenamiento ecológico marino en México: un reto y una invitación al quehacer científico. *Latin American Journal of Aquatic Research* , 42 (3), 386-400.
  - Euán , J. I., Salas Márquez, S., & Fraga Verduco, J. (2004). Educación y entrenamiento interdisciplinario para el manejo integral costero. En E. Rivera Arriaga, G. J. Villalobos Zapata, I. Azuz Adeath, & F. Rosado May, El manejo costero en México. México. 654 pp
  - Fabricius , K. (2005). Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Mar Pollut* (50), 125-146 pp.
  - FAO. (2003). Medidas y criterios de ordenación . En FAO, La ordenación pesquera: el enfoque de ecosistema en la pesca. Roma. Vol 4. 37-53 pp
  - FAO. (2005). Uso de medidas técnicas en la pesca responsable: Restricciones espaciales y temporales. En FAO, Guía del administrados pesquero: medidas de ordenación y su aplicación. Roma. 45-68 pp
  - FAO. (2012). Las áreas marinas protegidas y la pesca. En La ordenación pesquera. Roma.

- Fernandes, L., Day, J., Lewis, A., Slegers, S., Kerrigan, B., Breen, D., y otros. (2005). Establishing Representative No-Take Areas in the Great Barrier Reef: Large-Scale Implementation of Theory on Marine Protected Areas. Society for Conservation Biology.
- Figueroa Zavala, B., & Penié Rodríguez, I. (2013). Resultados y temas relevantes derivados de los estudios y estrategias de protección ambiental implementadas por los Programas de Conservación del Centro Ecológico Akumal. CEA, Programa de ecosistemas marinos y costeros.
- Fiske, S. J. (1992). Sociocultural aspects of establishing marine protected areas. *Ocean and coastal management* (18), 25-46 pp.
- Fraga Berdugo, J. (2012). Migración y turismo en la Riviera maya a través de dos pueblos del mundo maya. En G. Marín Guardado, A. García de Fuentes, & M. Daltabuit Godás, *Turismo, globalización y sociedades locales en la Península de Yucatán, México* (págs. 45-74). México: Pasos. 45-74 pp
- García Guzmán, S. (2013). Desarrollo de un índice de estructura arrecifal como propuesta de herramienta de manejo. Tesis de Lic. en MSZC, UNAM, UMDI, Sisal.
- García, M., & Nava, G. (2007). Programa de Monitoreo de las Comunidades Arrecifales de Yum Balam. Oceanus A.C.
- Gardner, T. A., Cote, I. M., Gill, J. A., Grant, A., & Watkinson, A. R. (2003). Long-Term Region-Wide Declines in Caribbean Corals. *Science*, 301 (5635), 958-960 pp.
- Garza Pérez, J. R. (1999). Análisis comparativo de cuatro comunidades coralinas arrecifales del Caribe Mexicano. Tesis, Cinvestav.
- Garza Pérez, J. R. (2004). Información y Manejo para la Protección de la Biodiversidad de la Barrera Arrecifal de México: Evaluación de Variables, Modelación Espacial del Hábitat y SIG. Tesis doctoral, Cinvestav.
- Garza Pérez, J. R. (2011). Evaluación de Comunidades Bentónicas Arrecifales. UNAM, México.

- Garza Pérez, R., Patoni Caro, A., García Guzmán, S., & Nuñez Lara, E. (En preparación). Coral reef structure index (CorSI) as management tool for the western atlantic coral reef. UNAM, México.
- Giménez G. (2005). Territorio e identidad: Breve introducción a la geografía cultural. Trayectorias, vol. VII, núm. 17. 8-24 pp
- Gonzáles Ferrer, S., Martínez Daranas, B., & Cano, M. (2006). Manglares, pastos marinos y arrecifes coralinos. En L. Méndez Carrera, & J. M. Guzmán Menéndez, Ecosistema de manglar en el Archipiélago Cubano: Estudios y experiencias enfocados a su gestión. La Habana, Cuba: Eda Academia. 199-207 pp
- Gutiérrez Carbonell, D., Pérez Soto, M. L., Padilla Souza, C., Pizaña Alonso, J., García Beltran , G., Loreto Viruel, R. M., y otros. (1995). Caracterización de los arrecifes coralinos en el Corredor "Cancún-Tulum" Quintana Roo, México. Sian Ka'an Serie de documentos (4).
- H Congreso del estado de Campeche (2013). Estudio técnico justificativo y plan de manejo de conservación para la declaratoria de hábitat crítico de Xpicob en el estado de Campeche .
- Halffter , G. (2011). Reservas de la biosfera: problemas y oportunidades en México. Acta Zoológica Mexicana , 1 (27), 177-189 pp.
- Hernández, I., Aguilar, C., & González , G. S. (2008). Tramas tróficas de peces de arrecifes en la región noroccidental de Cuba. II. Grupos funcionales. Biología Tropical, (56).
- Herner, M. (2009). Territorio, desterritorialización y reterritorialización: un abordaje teórico desde la perspectiva de Deleuze y Guattar. Huellas (13).
- Hiernaux, D., & Lindón, A. (2004). Desterritorialización y reterritorialización metropolitana: la ciudad de México. Doc. Anál. Geogr. (44), 71-88 pp.
- Hughes, T. P., & al, e. (2003). Climate change, human impacts and the resilience of coral reefs. . Science.
- IAS (Iniciativa Arrecifes Saludables). (2015). Arrecife Mesoamericano: una evaluación de la salud del ecosistema. Reporte del estado de salud 2015. Arrecifes saludables para gente saludable. 29 pp.

- Ibarra Sarlat, R. (2003). Introducción. En R. Ibarra Sarlat, & R. M. Romero (Ed.), La explotación petrolera mexicana frente a la conservación de la biodiversidad en el régimen jurídico internacional. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas UNAM.
- INAPESCA. (2015). INAPESCA. Revisado en Agosto de 2015, de Planes de manejo pesquero en: [www.inapesca.gob.mx/portal/publicaciones/planes-de-manejo-pesquero](http://www.inapesca.gob.mx/portal/publicaciones/planes-de-manejo-pesquero)
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2010). Censo 2010. INEGI.
- Jackson, J., Donovan, M., Lam, V., & Cramer, K. (2014). Status and Trends of Caribbean Coral Reefs: 1970-2012. Global Coral Reef Monitoring Network, IUCN.
- Jasso Martínez, Ivy J. (2011). Notas críticas acerca de las identidades. Cultura y representaciones sociales. Volumen 6 (11), 217-223 pp
- Jordano Fraga, J. (2002). El derecho ambiental en el siglo XXI. Revista de Derecho Ambiental (1), 95-113 pp.
- Kaza, S. (1988). Community involvement in marine protected areas. *Oceanus*.
- Kelleher, G., Bleakley, C., & Wells, S. (1995). A global representative system of marine protected areas. I. nternational Bank for Reconstitution and Development/The World Bank, Washington, D.C.
- Lapointe, B. E. (1999). Simultaneous top-down and bottom-up forces control macroalgal blooms on coral reefs. *American Society of Limnology and Oceanography* , 44 (6), 1586–1592 pp.
- Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable . México.
- Ley General de Vida Silvestre. México.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente. México.
- López Patoni Caro, A. (2014). Análisis comparativo entre dos arrecifes coralinos bajo diferentes presiones antropogénicas en un decenio. UNAM, México. 198 pp

- Lubchenco, J., Palumbi, S. R., Gaines, S. D., & Andelman, S. (2003). Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserves. *Ecological Applications*, 13 (1), 3-7.
- Márquez Pérez, L. (2015). Servicios ambientales del ecosistema de manglar asociado a la laguna de Celestún, Yucatán: una valoración integral parcial: valor sociocultural y valor de uso. Tesis de Lic. en MSZC, UNAM, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación, México.
- Martínez Calderón, D. (2012). Valoración sociocultural del agua en Sabancuy, Campeche, México. Tesis de Lic. en MSZC, UNAM, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación. México.
- Martínez, S., & Acosta, A. (2005). Cambio temporal en la estructura de la comunidad coralina del área de Santa Marta Parque Nacional Natural Tayrona (Caribe Colombiano). *Boletín de investigaciones marinas y costeras*, 34 (1), 161-191 pp.
- Mata Lara, M. (2012). Evaluación de estrategias de manejo arrecifal en Akumal, Q.Roo: Disturbios antropogénicos y enfermedades coralinas. Tesis de Lic. en MSZC, UNAM, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación. México.
- Moberg, F., & Folke, C. (1999). Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological economics* (29), 215-233 pp.
- Molina Hernández, A. L. (en preparación). Estructura comunitaria de peces arrecifales y su relación con el hábitat en Akumal, Quintana Roo. Tesis, UNAM, UMDI Sisal, México. México.
- Monzón Bruguera, Y. (2009). Derecho y manejo integrado de las zonas costeras. Una aproximación teórica. *Ciencia y Sociedad*, 34 (4).
- Mumby, P. J. (2006). Connectivity of reef fish between mangroves and coral reefs: Algorithms for the design of marine reserves at seascape scales. *Biological conservation* (128), 215-222 pp.
- Murillo Flores. (2007). La identidad cultural del territorio como base de una estrategia de desarrollo sostenible. *Opera* (7), 35-54 pp.

- Naranjo García, M. (2016). Patrones de sedimentación y calidad de agua relacionados con indicadores de degradación arrecifal en Akumal, Quintana Roo. Tesis , UNAM, UMDI Sisal, México.
- Norström , V., Nyström , M., Lokrantz, J., & Folke, C. (2009). Alternative states on coral reefs: beyond coral macroalgal phase shifts. *Marine Ecology* , 29 (376).
- Ostrom, E. (2000). El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. (L. M. Pérez, Trad.) México: Fondo de Cultura Económica; UNAM.
- Patoni Caro, A. L. (2014). Análisis comparativo entre dos arrecifes coralinos bajo diferentes presiones antropogénicas en un decenio. UNAM, UMDI Sisal, México.
- Paz Salinas, M. F. (2008). De áreas naturales protegidas y participación: convergencias y divergencias en la construcción del interés público. *Revista Nueva Antropología* , 21 (68), 51-74 pp.
- PISCO (Partnership for Interdisciplinary Studies of Coastal Oceans). (2008). La ciencia de las reservas marinas. 16 pp
- Pollock, J. F., J. Morris, P., Bette L., W., & G. Bourne, D. (2011). The Urgent Need for Robust Coral Disease Diagnostics. *PLoS Pathog* (10).
- Polovina J., J. (1984). Model of a coral reef ecosystem: the ECOPATH model and its application to french frigate shoals. *Coral reefs* (3), 1-11 pp.
- PROFEPA (Procuraduría Federal de Protección al Ambiente). (2010). PROFEPA. Revisado en Agosto de 2015, de Áreas Naturales Protegidas en: [http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1380/1/mx.wap/areas\\_naturales\\_protegidas\\_marinas\\_y\\_litorales.html](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/1380/1/mx.wap/areas_naturales_protegidas_marinas_y_litorales.html)
- Ramos Esplá, A. A., Valle Pérez, C., Bayle Sempere, J., & J.L., S. L. (2004). Áreas Marinas Protegidas Como Herramientas de Gestión Pesquera en el Mediterráneo. España.
- RealReefs. (2012). Evaluación de Comunidades Bentónicas Arrecifales. Guía de campo y laboratorio, UNAM, México.

- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente. México.
- Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable. México.
- Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. México.
- Riemann, H., Santes Álvarez , R. V., & Pombo, A. (2011). El papel de las áreas naturales protegidas en el desarrollo local. El caso de la península de Baja California. *Gestión y Política Pública* , 20 (1), 141-172 pp.
- Roberts , C., & Hawkins., J. (2000). Reservas marinas totalmente protegidas: una guía. Reino Unido: Campaña Mares en Peligro del WWF.
- Rosete Vergés, F. A., Enrique Hernández, G., & Córdova y Vázquez, A. (2006). El ordenamiento ecológico marino y costero: tendencias y perspectivas. *Gaceta Ecológica* (78), 47-63 pp.
- Ruiz Barranco, H., & Arellano Morín, J. (2010). Estrategias para la conservación. En R. Durán García , & M. Méndez González, *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. Yucatán , México.
- SAGARPA. (2014). Acuerdo por el que se da a conocer el Plan de Manejo Pesquero de Mero (*Epinephelus morio*) y especies asociadas en la Península de Yucatán. SAGARPA, INAPESCA, México.
- SAGARPA. (2014). NORMA Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014, Que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. SAGARPA, CONAPESCA, México.
- SAGARPA. (2014). Periodos de veda para especies marinas y dulceacuícolas . CONAPESCA, Dirección general de ordenamiento pesquero y acuícola, México.
- SAGARPA. (2015). Acuerdo por el que se establece una zona de refugio pesquero en aguas marinas de jurisdicción federal ubicadas en la zona de Akumal en el estado de Quintana Roo. CONAPESCA, México.

- Sala , E., Arburto Oropeza, O., Paredes, G., Parra, I., Barrera, J. C., & Dayton, P. K. (2002). A General Model for Designing Networks of Marine Reserves. *Science*, 298 (5600), 1991-1993 pp.
- SCPPPT; AAK; Centro Ukana. (2014). Propuesta para el establecimiento de una zona de refugio pesquero en Akumal. Estudio Técnico Justificativo. SCPPPT; CEA, SAGARPA INAPESCA, Quintana Roo, México.
- SCPPPT. (2014). Solicitud para el establecimiento de una zona de refugio en Akumal, Quintana Roo. Oficio.
- SEMARNAT; Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental; Dirección General de Política Ambiental Integración Regional y Sectorial. (2006). Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas de México. México.
- SEMARNAT. (2002). Acuerdo por el que se establece como área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas de los subórdenes Mysticeti y Odontoceti. DOF (Diario Oficial de la Federación).
- SEMARNAT. (2005). Acuerdo Mediante el Cual se Establece el Area de Refugio para la Protección de la Vaquita (*Phocoena sinus*). DOF (Diario Oficial de la Federación).
- SEMARNAT. (2005). Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. SEMARNAT, Comité técnico para la formulación, expedición y ejecución del Programa de ordenamiento ecológico local del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.
- SEMARNAT. (2006). Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del territorio en mares y costas. México.
- SEMARNAT. (2006). Manual del Proceso de Ordenamiento Ecológico.
- SEMARNAT. (2008). Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. Grupo de ordenamiento territorial de la Universidad de Quintana Roo.
- SEMARNAT. (2011). Evaluación de instrumentos normativos del sector ambiental,. Gobierno Federal.

- SEMARNAT. (2015). CONANP. Revisado en septiembre de 2015, de Áreas protegidas decretadas en: [www.conanp.gob.mx/que\\_hacemos/](http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/)
- SEMARNAT. (2015). SEMARNAT. Revisado en Agosto de 2015, de Ordenamientos Ecológicos Expedidos en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamiento-ecologico/ordenamientos-ecologicos-expedidos>
- Sladek N, J., & Alan, F. (2004). Design and designation of marine reserves. En J. A. Sobel, & C. P. Dahlgren, Marine reserves: a guide to science, design and use.
- Spalding, M. D., & Grenfell, A. M. (1997). New estimates of global and regional coral reef areas. *Coral reefs* (16), 225-230 pp.
- Toledo, V. M. (2005). Repensar la conservación: ¿áreas naturales protegidas o estrategia bioregional? *Gaceta Ecológica* (77), 67-83 pp.
- UNEP-WCMC. (2006). In the front line: Shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs. Cambridge, UK.
- Villalobos, I. (2000). Áreas naturales protegidas: instrumento estratégico para la conservación de la biodiversidad. *Gaceta Ecológica* (54).
- Veron J.E.N., (2013). Coral Fact Sheets: Search by list. Australian Institute of Marine Science. Revisado en Marzo 2016 en <http://coral.aims.gov.au/info/factsheets.jsp>
- Wilkinson, C. (2002). Status of coral reefs of the world. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.
- Wilkinson, C. (2004). Foreword. En C. Wilkinson, Status of coral reefs of the world: 2004. Vol. 1. 3-4 pp.
- Wilkinson, C. (2004). Two Major Coral Reef Regions. En C. Wilkinson, Status coral reefs of the world: 2004.
- Wilkinson, C. (2008). Status of coral reefs of the world: 2008. Global coral reef monitoring network , Australia.