

**TEMAS SELECTOS DE  
MEDIO AMBIENTE**



# **CAMARA DE DIPUTADOS LXI LEGISLATURA**

## **COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**



**LXI LEGISLATURA  
CÁMARA DE DIPUTADOS**

IMPRESO EN MÉXICO  
PALACIO LEGISLATIVO  
CONGRESO DE LA UNIÓN #66, COL. EL PARQUE

## COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

### MESA DIRECTIVA

#### PRESIDENTA

Dip. Ninfa Salinas Sada  
GP PVEM

#### SECRETARIOS

Dip. Héctor Franco López  
GP PRI

Dip. Andrés Aguirre Romero  
GP PRI

Dip. Francisco Alejandro Moreno Merino  
GP PRI

Dip. Ernesto de Lucas Hopkins  
GP PRI

Dip. Augusta Valentina Díaz de Rivera H.  
GP PAN

Dip. Agustín Torres Ibarrola  
GP PAN

Dip. María Dina Herrera Soto  
GP PRD

Dip. María Araceli Vázquez Camacho  
GP PRD

Dip. Alejandro Carabias Icaza  
GP PVEM

Dip. Jaime Álvarez Cisneros  
GP CONVERGENCIA

Primera Edición: noviembre 2010.

ISBN: 978-607-7919-12-4

Palacio Legislativo de San Lázaro

Congreso de la Unión #66, Col. El Parque, México D.F.

Editoras responsables: Ninfa Salinas Sada y Yolanda Alaniz Pasini

Cuidado editorial: Cinthya Pérez Tirado

Diseño de portada: Antonio Abisaid García Ortega



# INDICE

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>BASES PARA EL CONOCIMIENTO INTEGRADO</b> .....	<b>17</b>
<b>DEL DERECHO AMBIENTAL *</b> .....	<b>17</b>
I. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL .....	18
II. INTERDISCIPLINARIEDAD .....	21
III. TRANSDISCIPLINARIEDAD .....	24
IV. SISTEMATIZACIÓN .....	26
V. MARCO DE REFERENCIA METODOLÓGICO. PASOS DEL ANÁLISIS SISTÉMICO .....	28
VI. COMENTARIOS FINALES .....	40
<b>HACIA UNA TEORÍA DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL SIN PRUEBA DEL DAÑO: LAS TENDENCIAS DESPUÉS DE RÍO EN AMÉRICA LATINA</b> .....	<b>45</b>
I. INTRODUCCIÓN .....	46
II. EL DAÑO AMBIENTAL EN LAS LEGISLACIONES AMBIENTALES.....	47
III. EL AMBIENTE Y EL DAÑO AMBIENTAL.....	51
IV. LA INAPLICABILIDAD DE LA RESPONSABILIDAD CIVIL A LOS DAÑOS AMBIENTALES.....	62
V. LA IDEA DE RESPONSABILIDAD SIN PRUEBAS DE DAÑO.....	66
VI. NUEVOS MECANISMOS PARA ASIGNAR LA RESPONSABILIDAD POR DAÑOS AMBIENTALES .....	67
<b>EL ACCESO A LA JUSTICIA AMBIENTAL</b> .....	<b>79</b>
I. INTRODUCCIÓN .....	80
II. ÁMBITOS DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE .....	84
III. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS NATURALES EN MÉXICO .....	92
IV. EFICACIA EN LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.....	96
V. ACCESO A LA JUSTICIA AMBIENTAL.....	97
VI. OBLIGACIÓN CONSTITUCIONAL DE CREAR UN TRIBUNAL AMBIENTAL, PARA HACER EFICAZ LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE .....	100
VII. LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y DE PERSONAS MORALES PRIVADAS Y PÚBLICAS .....	101
VIII. JUSTIFICACIÓN DE LA COMPETENCIA JURISDICCIONAL POR MATERIAS.....	104
IX. LA COSA JUZGADA EN MATERIA AMBIENTAL .....	105
X. RELEVANCIA Y URGENCIA EN LA SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS EN LA MATERIA AMBIENTAL ....	107
XI. CONSECUENCIAS DE LA EXISTENCIA DE UN PROCESO Y UN TRIBUNAL AMBIENTAL .....	108
XII. CREACIÓN DE UN FIDEICOMISO O FONDO PÚBLICO PARA LA REPARACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL.....	110
XIII. PROPUESTA DE REFORMA CONSTITUCIONAL.....	110
XIV. CONCLUSIONES .....	112
XV. FUENTES DE INVESTIGACIÓN .....	114
<b>CAMBIO CLIMÁTICO Y ACCIONES PARA ENFRENTARLO</b> .....	<b>121</b>
I. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y VULNERABILIDAD .....	121
II. IMPACTOS POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ALGUNOS SECTORES DE MÉXICO .....	125

III. ORGANISMOS INTERNACIONALES Y COMPROMISOS DE MÉXICO.....	152
IV. POLÍTICA PÚBLICA EN MÉXICO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	160
V. ESTRATEGIAS NACIONALES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN ANTE EL CC .....	166
<b>ESPECIES INVASORAS ACUÁTICAS.....</b>	<b>181</b>
I. INTRODUCCIÓN .....	182
II. PERFIL DE UNA ESPECIE INVASORA .....	184
III. CARACTERÍSTICAS DE UNA COMUNIDAD SUSCEPTIBLE A UNA INVASIÓN .....	185
IV. MARCO LEGAL Y POLÍTICAS PÚBLICAS EN MÉXICO.....	194
V. EL CASO DE MÉXICO.....	199
VI. CONCLUSIONES.....	206
<b>EL ORDENAMIENTO COSTERO Y MARINO EN MÉXICO .....</b>	<b>231</b>
I. CONTEXTO HISTÓRICO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO EN MÉXICO Y SU INCIDENCIA EN LAS REGIONES COSTERAS.....	232
II. FUNDAMENTOS LEGALES Y ELEMENTOS GENERALES DEL OET .....	236
III. MARCO NORMATIVO APLICABLE A MARES Y COSTAS .....	244
IV. LA POLÍTICA AMBIENTAL DE OCÉANOS Y COSTAS Y LA ESTRATEGIA NACIONAL PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO EN MARES Y COSTA .....	244
V. LOGROS ALCANZADOS.....	247
VI. PROBLEMAS COMUNES DE LA GESTIÓN DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO EN COSTAS Y MARES.....	248
VII. RETOS .....	253
<b>IMPACTOS DEL RUIDO INTRA-OCEÁNICO EN LA BIODIVERSIDAD MARINA.....</b>	<b>257</b>
I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	258
II. LIDIANDO CON EL SONIDO.....	259
III. CLASIFICACIÓN DE LOS SONIDOS MARINOS .....	263
IV. IMPACTOS DEL RUIDO SOBRE MAMÍFEROS MARINOS.....	272
V. PRINCIPALES IMPACTOS DE RUIDO A PECES Y PESQUERÍAS .....	282
VI. ACCIONES INTERNACIONALES SOBRE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO INTRAOCEÁNICO.....	284
VII. CONTROL Y MITIGACIÓN DEL RUIDO NOCIVO EN LOS OCÉANOS .....	289
VIII. MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	293
<b>NUEVOS REQUERIMIENTOS INSTITUCIONALES PARA LOGRAR UNA ADMINISTRACIÓN PESQUERA SUSTENTABLE EN MÉXICO.....</b>	<b>303</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	304
II. PROBLEMAS GENERALES DEL SECTOR PESQUERO .....	305
III. NUEVAS TENDENCIAS EN LA ADMINISTRACIÓN PESQUERA MUNDIAL.....	312
IV. REQUERIMIENTOS A CUBRIR PARA LOGRAR UN CAMBIO DE ENFOQUE EN LA ADMINISTRACIÓN PESQUERA NACIONAL.....	325
V. REFLEXIONES FINALES.....	344
APÉNDICE .....	353



## PRESENTACIÓN

*El mundo que hasta este momento hemos creado como resultado de nuestra forma de pensar, tiene problemas que no pueden ser resueltos pensando del modo en que pensábamos cuando los creamos.  
Albert Einstein*

La actual problemática ambiental por la que atraviesa nuestro planeta es consecuencia necesaria de una serie de perturbaciones ocasionadas por las actividades humanas desarrolladas desde tiempos muy tempranos. Sin embargo, hoy los efectos del deterioro ambiental son más contundentes, por lo que el fortalecimiento de los diversos instrumentos de política ambiental y de nuestro sistema jurídico nacional, resultan una medida oportuna para revertir los efectos del deterioro del medio ambiente, cada vez más perceptibles por el hombre.

Como una manifestación de interés del Poder Legislativo por el deterioro ambiental en general, y por los temas ambientales emergentes en particular, la Cámara de Diputados a través de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales, recopila ocho artículos que incluyen temas jurídicos y científicos innovadores respecto de los cuales este órgano legislativo está trabajando para consolidar un sistema jurídico que facilite la implementación de políticas públicas y el acceso a la justicia en beneficio del medio ambiente.

Esperamos que este libro de consulta permita preservar y difundir los conocimientos ahí transmitidos, así como despertar el interés de la

sociedad en general por modificar hábitos y conductas que permitan cambiar el destino al que estamos llevando al planeta.

A nombre propio y de los Diputados con los que comparto el privilegio de integrar esta Comisión, agradezco el interés de todos aquellos a los que llegue este material de consulta, invitándolos a hacer una revisión del mismo.

ATENTAMENTE  
**DIPUTADA NINFA SALINAS SADA**  
PRESIDENTA DE LA COMISIÓN DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

## INTRODUCCIÓN

La Cámara de Diputados, LXI Legislatura a través de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales atiende a uno de sus compromisos sociales, la difusión del conocimiento, con la publicación del libro titulado “Temas Selectos de medio ambiente”.

Así como su nombre lo sugiere, en este material de consulta, el lector encontrará ocho artículos que incluyen temas jurídicos y científicos innovadores a partir de los cuales, es posible promover e impulsar reformas legislativas a nuestro sistema jurídico nacional para atender problemas emergentes en beneficio del medio ambiente.

En el primer artículo titulado “Bases para el conocimiento integrado del Derecho Ambiental”, su autora nos invita a hacer una reflexión y análisis respecto de la construcción del Derecho ambiental en México, así como de la inclusión de diversas disciplinas científicas y ramas del Derecho, en la construcción de las normas ambientales y la atención del deterioro del medio ambiente.

A partir de ese análisis, concluye que el Derecho ecológico en México se encuentra en un momento de generación y desarrollo importante frente a la evidente degradación ambiental por la que atraviesa nuestro planeta, proponiendo la consolidación de un sistema jurídico nacional basado en el conocimiento integrado y análisis inter y transdisciplinario, cuyo fin sea “la defensa de la naturaleza” para las generaciones presentes y futuras.

El segundo capítulo que integra este material, se titula “Hacia una teoría de responsabilidad ambiental sin prueba del daño: las tendencias después de Río en América Latina”. En ese artículo, su autor, tras realizar un

estudio de Derecho comparado, considera que el esfuerzo de la comunidad internacional por incorporar en sus sistemas jurídicos nacionales, disposiciones relativas a la reparación del daño ambiental como revertir la carga de prueba, establecer largos periodos de prescripción y reconocer un amplio *locus standi*, son insuficientes.

En consecuencia, propone la implementación de una estrategia diferente denominada “Responsabilidad sin prueba de daño”, como un mecanismo jurídico idóneo para la imputación de la responsabilidad por daño ambiental. A partir de un análisis puntual y detallado, refiere que esa teoría deberá basarse en la idea del riesgo generado por ciertas actividades, como fundamento para asignarles la responsabilidad aún cuando el daño no haya ocurrido; asimismo propone la incorporación de mecanismos de carácter colectivo tales como impuestos, fondos y seguros ambientales.

Continuando con los temas jurídicos, en el capítulo tercero denominado “El acceso a la justicia ambiental”, su autor expresa que en México se ha trazado un conjunto amplio de normas sustantivas dispersas en diversos ordenamientos jurídicos, que tienen como objeto de tutela los recursos naturales y el ambiente en general. Sin embargo, prevalece un vacío jurisdiccional en nuestro país, pues está ausente un Derecho procesal ambiental.

En ese sentido, refiere su autor que para hacer efectivo el derecho a un ambiente adecuado de los mexicanos, es preciso diseñar un sistema procesal que complemente la aplicación de las normas ambientales en los ámbitos constitucional, administrativo y penal ambiental y, que a su vez atienda a las características propias de su objeto de tutela. Del mismo modo, señala que la aplicación de esas normas requiere la creación de un Tribunal Federal Ambiental y de tribunales locales ambientales, con competencia concurrente o coincidente, lo que permitirá el tangible acceso a la justicia ambiental.

Ahora bien, en la selección de los temas que se incorporarían en este libro, la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales consideró

oportuno incluir cinco fenómenos nuevos, cuya regulación en el sistema jurídico será en beneficio de la conservación de la diversidad biológica e incluso, de la preservación del hombre en la Tierra.

Iniciamos con los temas científicos en el capítulo cuarto de este libro, con el artículo llamado “Cambio Climático y acciones para enfrentarlo”. Lo anterior es así, en virtud de que el fenómeno conocido como cambio climático global, ha impactado considerablemente nuestro planeta.

El aumento constante de las concentraciones de los gases de efecto invernadero, que obstaculizan la emisión de energía hacia el espacio exterior, provocan aumentos en la temperatura, a tal grado que las previsiones científicas más recientes indican que la temperatura promedio de la superficie de la Tierra se incrementará alrededor de 3° Celsius, con lo que el nivel del mar podría ascender alrededor de 1 metro, en el curso del presente siglo XXI. Más aún, en ese apartado sus coautores, además de explicar detalladamente ese fenómeno y las acciones que el gobierno mexicano ha iniciado, hacen evidente la vulnerabilidad de nuestro país a los impactos de ese fenómeno a consecuencia de nuestra ubicación geográfica, el crecimiento poblacional, la pobreza, las condiciones de salud pública, la proliferación de asentamientos en lugares de alto riesgo, la intensificación industrial, el deterioro y las carencias de infraestructura o equipamiento territorial, por citar algunos ejemplos. Sin duda, es un trabajo de síntesis atendiendo a la complejidad y amplitud del tema abordado.

Por su parte, en el capítulo quinto de nuestro “Temas Selectos de medio ambiente”, se incorpora el artículo titulado “Especies exóticas acuáticas”, resultado de una excelente investigación científica. En éste, sus coautores hacen alusión a un fenómeno reciente, la introducción de ciertas especies que al ubicarse fuera de su área de distribución natural encuentran condiciones propicias del medio, colonizando nuevos ambientes y expandiéndose rápidamente, produciendo impactos significativos en detrimento de la diversidad biológica, el ambiente físico, la economía y la salud humana.

Atendiendo a la amplitud del tema, los coautores centran su análisis en la introducción de especies exóticas invasoras en ambientes acuáticos, cuya incorporación se logra a través de rutas principales como el agua de lastre de los navíos, las bioincrustaciones y la acuicultura, haciendo evidente la existencia de vacíos legales y normativos para el control de la introducción y el manejo de este tipo de especies.

Continuando con los temas científicos que involucran a los ecosistemas acuáticos, el ensayo sexto llamado “El ordenamiento costero y marino en México”, refiere que una de las estrategias para minimizar los impactos negativos al ambiente y daños a la propiedad y patrimonio de los mexicanos a consecuencia de fenómenos naturales, es el ordenamiento ambiental del territorio. En ese sentido, los coautores de este artículo detallan cómo el Ordenamiento Ecológico ha experimentado una serie de evoluciones conceptuales y normativas, constituyéndose en el instrumento de planeación básico de la política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, en un marco de sustentabilidad ambiental, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los recursos naturales.

Resultado de un proceso caracterizado por el rigor metodológico, la transparencia, la participación pública y la adaptabilidad, exponen los logros y compromisos del Ordenamiento Ecológico del territorio, uno de los instrumentos de política ambiental más prometedores por su alcance y objetivos.

Ahora bien, en el capítulo séptimo de esta compilación, se incluye el artículo intitulado “Impactos del Ruido Intra-Oceánico en la Biodiversidad Marina”. En este trabajo de investigación, su autora expone uno más de los fenómenos ocasionados por los impactos negativos de las actividades de origen antropogénico en los ecosistemas marinos, el cual es conocido como ruido intraoceánico.

En este sentido, refiere que se ha detectado el aumento de los niveles de ruido en un promedio de 3 decibeles por década, producido por el tráfico

de embarcaciones y los estudios de sonar y prospección sísmica, representando un riesgo de alto impacto sobre diversas especies, particularmente en los mamíferos marinos y algunas especies de peces e invertebrados de uso comercial. Los impactos anunciados ya en foros internacionales, van desde el enmascaramiento hasta la sordera temporal o definitiva, la muerte por hemorragias internas, así como varamientos masivos antes desconocidos, por lo que es preciso que se regule este fenómeno, incorporando en nuestra legislación nacional medidas de control y de mitigación.

El último capítulo de esta compilación “Nuevos requerimientos institucionales para lograr una administración pesquera sustentable en México”, es un artículo que hace un diagnóstico respecto a la situación por la que atraviesa esa industria en nuestro país, promoviendo en consecuencia el desarrollo sustentable y responsable de la actividad a través de una eficiente y eficaz administración.

En él, su autor expone las nuevas tendencias globales de administración de estos recursos, y hace una reflexión sobre las necesidades institucionales que se tendrían que cubrir en México para aplicar esos nuevos enfoques y técnicas, pues la tradicional percepción de que los recursos pesqueros son de uso común percibido como inagotable y con una regulación laxa, obligan a replantear esa actividad productiva.

Finalmente, es preciso manifestar nuestro reconocimiento y agradecimiento a cada uno de los autores de los trabajos técnicos y jurídicos compilados en ese material de consulta, pues el retomar sus reflexiones y recomendaciones científicas, permitirá construir un sistema jurídico que atienda a las circunstancias emergentes y permita mejorar las condiciones de nuestro planeta.

Agosto, 2010.

**DRA. YOLANDA ALANIZ PASINI**  
SECRETARIA TÉCNICA







## **BASES PARA EL CONOCIMIENTO INTEGRADO DEL DERECHO AMBIENTAL\***

**Dra. María del Carmen Carmona Lara**

**SUMARIO:** *Resumen. I. Marco de referencia conceptual. II. Interdisciplinariedad III. Transdisciplinariedad. IV. Sistematización. V. Marco de referencia metodológico. Pasos del análisis sistémico. VI. Comentarios finales.*

**RESUMEN.** El presente artículo formó parte del libro “Temas selectos de derecho ambiental”, el cual fue producto del Diplomado en Derecho Ambiental organizado en el año 2004, por el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM en coordinación con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

Este estudio tiene como objetivo dar al lector las bases para el conocimiento del Derecho ambiental en México a partir de “un enfoque integral”, así como establecer las líneas para su análisis, partiendo de la relación unívoca que existe entre el derecho y la ecología.

El planteamiento principal es la construcción de un objeto de estudio jurídico, que deberá ser entendido por la relación hombre–naturaleza, esto es, la forma en que jurídicamente se expresa ésta. En ese contexto y para lograr el objeto, se propone un análisis sistemático de la legislación

ecológica mexicana. Bajo estas premisas, se aborda al derecho ecológico partiendo desde dos aspectos: el carácter interdisciplinario y el carácter multidisciplinario.

Es importante mencionar que a través de la experiencia y de diversas reflexiones compiladas y plasmadas hoy en el presente documento, se pretende dar una visión amplia e integrada del derecho ecológico para su eficaz aplicación.

Lo que debe quedar claro, es la necesidad de construir un conocimiento integrado que permita la revisión profunda del papel que juegan las instituciones jurídicas y del sistema jurídico mexicano que sirvan de fundamento al derecho ecológico. De ahí el análisis inter y transdisciplinario, cuyo fin sea “la defensa de la naturaleza” para las generaciones presentes y futuras, como un derecho de la esperanza.

## **I. MARCO DE REFERENCIA CONCEPTUAL**

El objeto del presente estudio es hacer un breve recuento de principios que desde la ciencia nos permitirían establecer un análisis integrado para la construcción de categorías interdisciplinarias que combinen los aspectos técnicos y legales para la formación del conocimiento jurídico en torno al campo ambiental.

Se pretende dar una visión amplia de lo que es el Derecho en México, cómo afronta los problemas ambientales, así como las bases para el conocimiento integrado del Derecho ambiental, y establecer algunas líneas para su análisis, atendiendo a los aspectos más relevantes que pueden ser objeto de futuras investigaciones.<sup>1</sup>

Para ello, se determinarán en un primer nivel las bases para que se establezca la relación entre el Derecho y la Ecología, para poder llegar al concepto de Derecho Ecológico<sup>2</sup>, pues lo que se requiere, es que la relación tenga un alto contenido científico.

Para llegar al conocimiento científico interdisciplinario, es preciso que las ciencias se encuentren abordando un objeto de estudio determinado. Por ello es necesario definir claramente los significados de lo que se entiende como ciencia y conocimiento científico.

El conocimiento es la relación que se establece entre un sujeto cognoscente y un objeto a conocer. La relación se determina por lo que quiere conocer el sujeto del objeto, y la profundidad con que esto se realiza. El conocimiento científico, es el tipo de relación entre el sujeto y el objeto que tiene como características esenciales: la delimitación de un objeto de estudio y la aplicación de un método para abordarlo. Finalmente, la relación entre el sujeto y objeto, cuando es científica es dinámica, dialéctica y el resultado transforma al objeto y al sujeto.

A partir de estos postulados, el Derecho será considerado como ciencia pues tendrá un objeto de estudio claramente determinado: el conjunto de normas jurídicas, y los métodos para abordarlo.

En el caso de la Ecología, es preciso señalar que ésta es una ciencia que tiene como método al sistémico y como objeto de estudio al ecosistema.<sup>3</sup> Odum, refiere que en el caso de las ciencias sociales, la ecología tiene la misma raíz que la economía, la que trata con “manejo de asuntos”, en el sentido de la administración del trabajo del hombre, inclusive acuña este autor un nuevo término: la bioeconomía, que literalmente significa “administración de la vida”, y se deriva de la misma raíz (*nomic*: administración) como economía.

El análisis integrado se logra a través de la construcción de categorías interdisciplinarias que combinen los aspectos técnicos y científicos con los aspectos jurídicos. Es la creación de conocimiento jurídico en torno al campo ambiental.

Por ello, para tener un conocimiento jurídico ambiental se requiere tomar en cuenta lo que don Guillermo J. Cano nos dice: “...no todos los problemas ambientales tienen origen en la ecología. Es decir, los temas ambientales tienen origen en la ecología y algo más.” Y parafraseándolo,

no todos los problemas ambientales pueden resolverse con la norma jurídica, tienen un origen multicausal; es decir, se resuelven con el Derecho y algo más.

Una vez aceptados estos principios, los retos son: la construcción de un objeto de estudio y la selección del método para abordarlo. La ecología tiene como objeto de estudio al ecosistema; por su parte, el Derecho tiene como objeto de estudio al conjunto de normas jurídicas que podemos denominar jusistema. Si ambas tienen como objeto de estudio a un conjunto de elementos que se relacionan de forma interdependiente, el método que permite su análisis es el sistémico.

Los pasos para lograr el objetivo de sistematización de materias jurídicas, que ahora son consideradas como nuevas, deben iniciarse a partir de la construcción del objeto de estudio. En el caso del Derecho ecológico, es necesario que se delimite claramente este objeto; sin embargo, es que lo denominado ambiental, es una materia tan amplia y ambigua que en ocasiones pareciera que es muy difícil su aprehensión para hacer un análisis integral y coherente desde el punto de vista jurídico.

En realidad, lo que se propone en este trabajo es construir un objeto de estudio jurídico, y éste será la relación del hombre con la naturaleza; es decir, la forma en que, jurídicamente se expresa esta relación. Si el objeto del análisis jurídico es la relación entre el hombre y el entorno, se requiere de un método que permita abordar esta relación; no estamos frente a un objeto, sino ante una serie de elementos y la manera en que se encuentran interconectados; es decir, estamos frente a un objeto que es un sistema.

Se propone para ello, el análisis sistemático de la legislación ecológica mexicana. Servirá de guía el trabajo, que como una propuesta metodológica, nos legó Fernando Vázquez Pando en sus ensayos realizados en 1974 y 1975: “Notas para el estudio del sistema jurídico mexicano en materia de contaminación del ambiente” y “Notas sobre el sistema jurídico mexicano, a la luz de la Constitución”.<sup>4</sup> En ellos se puede apreciar una propuesta de sistematización que permite hacer un análisis

jurídico interdisciplinario, para llegar a conclusiones que brinden nuevas aportaciones en el campo jurídico.

Entrelazar en el análisis de un caso ambiental a instituciones jurídicas añejas con nuevos fenómenos, como el desarrollo sustentable; la prevención y control de la contaminación; y, la preservación de los ecosistemas y su equilibrio dinámico, son retos para el desarrollo teórico del Derecho ambiental. A partir de una nueva forma de ver al Derecho, se pueden apoyar las reformas legislativas en la materia así como fortalecer su aplicación y cumplimiento, las cuales han tenido un vertiginoso desarrollo en los últimos años en México.

El Derecho ecológico, bajo estas premisas, en una primera aproximación, puede ser definido como, aquel conocimiento que permite el análisis de las relaciones que se entablan entre el hombre y la naturaleza, a las cuáles se les requiere dar un contenido jurídico, teniendo como objeto a la relación existente entre el sistema jurídico y el ecosistema.

## **II. INTERDISCIPLINARIEDAD**

Desde el punto de vista metodológico, el Derecho ecológico es el resultado de la combinación de principios vertidos por las ciencias sociales y las ciencias naturales. Por ello es necesario construir un conocimiento integrado, lo cual se logra a partir de la interdisciplinariedad. El conocimiento interdisciplinario se genera cuando un mismo objeto de estudio requiere ser visto a partir de dos perspectivas, en este caso son la Ecología y el Derecho.

Lo ecológico es considerado por algunos autores como un paradigma, como la premisa que contiene una perspectiva universal que ha provocado profundas transformaciones en el ámbito productivo, económico y político. En una entrevista concedida por C. Lévi-Strauss, a L'Express de París en 1975, refirió que el problema fundamental de la sociedad actual, no es la superación del capitalismo ni la lucha de clases

sino, “a riesgo de parecer reaccionario, el del agotamiento de los recursos naturales frente al aumento poblacional de la humanidad, en fin, el problema ecológico”.<sup>5</sup>

Para Enrique Leff, la posibilidad de explicar las diversas formas de los procesos de la realidad mediante un principio ontológico fundamental, ha sido abordada por filósofos de distintas épocas y tendencias. En este lugar se inscriben las doctrinas atomistas, holísticas, causalísticas o dialécticas, así como sus teorías modernas correspondientes: la topología, el estructuralismo genético y el materialismo dialéctico; igualmente pertenecen a este nivel de doctrinas idealistas menos serias. Todas estas filosofías, se enfrentan a diversas dificultades para captar los procesos reales en los distintos niveles de organización de la materia.<sup>6</sup>

Para Follari,<sup>7</sup> el camino a seguir es el de los recientes avances en el campo de la investigación interdisciplinaria que ayudan al conocimiento y al análisis de problemas complejos. Esta situación es del interés de los científicos y filósofos de la ciencia involucrados en los programas de desarrollo y planificación regional. Para este autor, la posición interdisciplinaria en la ecología es una posición epistemológicamente fundada y prácticamente útil si se combinan una serie de elementos, y la considera como espacio ideológico. A la pregunta, ¿cuándo puede haber interdisciplinaria? Follari responde: “En primer lugar, sólo cuando hay algo que “inter”-mezclar, es decir a posteriori de las ciencias particulares conformadas...”<sup>8</sup>

En este sentido, existen dos elementos: el primero, la conformación de un nuevo objeto teórico “entre” dos ciencias previas biofísica, bioquímica, lo que lleva luego a una disciplina particular; este es el modo fundamental y más fecundo. El segundo, la aplicación a un mismo objeto práctico de elementos teóricos de distintas disciplinas.<sup>9</sup>

En México, en 1976, se debatieron estos temas en el marco del Primer Simposio sobre Ecodesarrollo, que se llevó a cabo en la Universidad Nacional Autónoma de México, en el mes de noviembre. En esta reunión los científicos concluyeron que la interdisciplinaria no se da en el

ámbito de una especie de integración teórica con pérdida de los límites entre las disciplinas particulares, el manejo de los conceptos de una ciencia a la otra debe hacerse con un marco de operatividad, respetando los niveles en que éstos se generan.

Asimismo, la interdisciplina se justifica epistemológicamente, ya que no se trata de la totalidad teórica de la ciencia, sino de la aplicación a un mismo objeto empírico de elementos de diversas disciplinas. Como ejemplo está el planteamiento urbano, que para resolverlo, es necesario un equipo de expertos de diferentes disciplinas, pues esto permite tener mejores resultados que los que podrían obtener cada experto dissociado del resto. Los elementos sociológicos, jurídicos, médicos, etcétera, se pondrán todos en juego, y el trabajo prolongado en común de los especialistas, puede permitir una aproximación más totalizante del problema.<sup>10</sup>

La interdisciplina implica un cuestionamiento a los criterios de causalidad, básicamente a los de causalidad lineal, y atenta contra la posibilidad de fragmentación de los fenómenos a abordar. Implica también el reconocimiento de que los campos disciplinarios no son un “reflejo” de distintos objetos reales, sino una construcción históricamente determinada de objetos teóricos y métodos.

La construcción conceptual de un problema que implica un abordaje interdisciplinario, supone un marco de representaciones común entre disciplinas, una cuidadosa delimitación de los distintos niveles de análisis del mismo y su interacción, pues se pone en juego la relación que cada sujeto establece con la disciplina.

Pero debido a que es una relación en la que el sujeto conoce, percibe y siente su disciplina, ésta es pasional. El sujeto puede someterse y refugiarse en ella, o hacerla trabajar y desafiarla con una actitud irreverente, sin olvidar que la irreverencia no es el rechazo, sino simplemente el no reverenciar. Las disciplinas no existen sino por los sujetos que las portan, las reproducen, las transforman y son atravesados por ellas.

El conocimiento interdisciplinario surge de un grupo de sujetos que portan las disciplinas científicas, es decir, es el resultado de un equipo interdisciplinario. El objeto de estudio, cuando se aborda interdisciplinariamente, debe ser pensado con una lógica que contemple lo subjetivo y lo intersubjetivo, así como reconociendo que las disciplinas científicas nunca son completas. Es decir, desde la disciplina y entre disciplinas para llenar un espacio que ninguna de ellas, de suyo, puede llenar.

La participación en un equipo interdisciplinario, o ante una categoría conceptual como es lo ecológico combinado con lo jurídico, implica numerosas renunciaciones. Una de ellas es la renuncia a conceptos que nos lleven a creer que la propia disciplina es suficiente para dar cuenta del problema.

La perspectiva metodológica del análisis jurídico ambiental, es que ante el objeto empírico, que está representado por el problema del deterioro ecológico del país, la posición del Derecho tiene que dar elementos para enriquecer las posibles soluciones a los problemas ambientales que no se resuelven sólo con la legislación, la doctrina y/o la jurisprudencia, en virtud de que éstos son únicamente elementos que dentro del universo de posibilidades de solución, entran en acción.

### **III. TRANSDISCIPLINARIEDAD**

El problema ecológico tiene aspectos que abarcan, por su contenido de universalidad, a todas las denominadas ramas del Derecho. Sin embargo, existe la necesidad de integrar una nueva categoría jurídica que se sustente en principios de orden universal.

Lo importante de esta nueva postura, es la transformación de principios jurídicos que hasta ahora parecían intocables y que el problema ecológico los ha puesto en revisión, para que sean nuevamente planteados.

Por ejemplo, si se somete al análisis jurídico la planeación del medio ambiente como dimensión relevante, se está dando el primer paso para lograr lo que se conoce como la revolución ecotecnológica, que implica reconocer el mecanismo real de optimación de la biósfera y el reconocimiento de que, para que la sociedad se desarrolle con éxito, es necesario crear, junto con el perfeccionamiento de las relaciones sociales, un nuevo tipo de producción compatible con la biósfera.<sup>11</sup>

Para los especialistas del enfoque de sistemas, el medio ambiente está constituido por todo lo que no forma parte del sistema intencional, política global, y que afecta su comportamiento. A medida que el sistema dispone de políticas referentes al medio ambiente, este último se estrecha, su éxito se evaluará, en estas condiciones, por la desaparición del concepto mismo de medio ambiente, que terminará por ser asimilado por el sistema.<sup>12</sup>

Desde el punto de vista jurídico, la teoría de sistemas es uno de los fundamentos del Derecho en la actualidad, pues los sistemas jurídicos contemporáneos son el resultado del racionalismo del siglo XIX; época en la que surge también el enfoque integral para el caso de las ciencias naturales que tienen su máxima expresión en la teoría de la evolución y el organicismo.

Al aparecer los problemas ambientales y la posibilidad de que algunas soluciones surjan desde la perspectiva jurídica, es factible dar un nuevo orden al sistema de normas. Así, normas que regulan asuntos que quizá parezcan ajenos a las cuestiones ambientales, cobran un nuevo sentido al enfrentarse a estas nuevas circunstancias. Un ejemplo de ello, pueden ser los delitos ecológicos o las normas relativas a la responsabilidad objetiva, que en este campo adquieren una nueva dimensión.

Las denominadas ramas del Derecho, han desarrollados principios e instituciones que pueden fundamentar las soluciones a los problemas ambientales, tal y como se puede apreciar en la siguiente tabla, sin embargo deben actualizarse y adaptarse a partir de la perspectiva ambiental debido a que ahora las ramas son elementos del sistema.

<b>Transdisciplinariedad</b> <b>Las disciplinas jurídicas y el ambiente</b>	
Derecho constitucional	Derechos y garantías individuales y formas de organización social que se relacionan con el derecho a un medio ambiente adecuado, el acceso a la información ambiental y a las diversas formas de participación pública.
Derecho administrativo	Régimen de gobierno que determina las instancias y niveles de competencias, formas de gestión y administración ambiental.
Derecho internacional	Delimita el territorio y los aspectos de soberanía sobre los recursos naturales. Régimen de relaciones entre sujetos internacionales.
Derecho civil	Régimen de propiedad sobre los recursos naturales y esquemas de responsabilidad civil, de obligaciones y contratos.
Derecho fiscal	Establecimiento de gravámenes ambientales. Fundamento para el régimen de instrumentos económicos.
Derecho procesal	Procedimientos y acceso a los tribunales.
Derecho penal	Régimen de sanciones.

#### **IV. SISTEMATIZACIÓN**

Lo importante en un análisis sistemático son los principios en los que éste se fundamenta. En el caso del Derecho ecológico los análisis tienden a ponderar algún tema, ya que en ocasiones encuentran su explicación en la defensa de la salud humana, y en otras, en el derecho de preservar a las futuras generaciones, o en la regulación de cierto recurso natural.

Mark Sagoff realizó un análisis para establecer que el Derecho ecológico en la actualidad tiene cuatro formas de expresión, los modelos bien determinados para este autor son el modelo de mercado, de la teoría de los derechos, paternalista y de defensa de los valores.<sup>13</sup>

En el modelo de mercado, los recursos naturales tienen un valor de mercancía y la racionalidad de su aprovechamiento es en función de esta situación. En este modelo, se internalizan las denominadas externalidades que son los costos del deterioro ambiental, apoyándose en las fuerzas del mercado para lograr transformaciones en los patrones de consumo y producción.

El modelo que se basa en la teoría de los derechos, parte del principio de que existen los llamados “derecho de los animales” y los “derechos del otro”, señala que para protegerlos, es necesario poner en práctica un sistema normativo que tenga como base un principio distributivo. Las medidas que se adopten en este modelo, son en función del entendimiento y reconocimiento de los derechos del otro, entre los que se encuentra, el derecho a la vida y a la supervivencia. Este modelo es llamado también libertario, y tiene como principal fuente de inspiración los derechos de las futuras generaciones y los denominados derechos difusos.

Por su parte, el modelo paternalista, tiene como base la idea de que existe la necesidad de tomar medidas en materia ecológica en virtud de la defensa de los intereses de ciertos sectores sociales. En este modelo se justifica la intervención estatal en el problema ambiental, aún para impedir la ejecución de derechos legítimamente adquiridos, en virtud de que su ejercicio podría afectar seriamente a los intereses de otros sectores sociales.

Finalmente, el modelo de defensa de los valores e intereses públicos, requiere dotar de valor a ciertos bienes para ser considerados como parte de los bienes públicos. Ese es el caso del ambiente, pues es un bien público que, como tal, debe ser considerado en el momento de la toma de decisiones para que no sean afectados los derechos colectivos, que sobre él se construyen. Una figura de este modelo es la de las áreas naturales

protegidas, que independientemente del régimen de propiedad ante las declaratorias, se convierten en bienes públicos.

Estos modelos permiten establecer las formas en que la regulación contempla y sintetiza los principios y valores que motivan su creación y aplicación.

## **V. MARCO DE REFERENCIA METODOLÓGICO. PASOS DEL ANÁLISIS SISTÉMICO**

A continuación se hará una breve descripción de los pasos que se requieren para aplicar el método sistemático que permita obtener un conocimiento integrado.

### **1. DEL ANÁLISIS SISTÉMICO AL ANÁLISIS CONSTITUCIONAL**

El primer paso para el análisis del Derecho ecológico, tiene que darse a partir de la norma fundamental y fundacional del sistema jurídico, la Constitución. Lo anterior es así, pues a través de la sistematización de sus disposiciones se puede dar una estructuración orgánica que sirva como base para un análisis más profundo que deberá elaborarse posteriormente.

El método propuesto se sustenta en un análisis de tipo formal: sistema de fuentes y su jerarquización, así como la caracterización del tipo de sistema jurídico.<sup>14</sup>

La manera en que la Constitución aborda las cuestiones ambientales, requiere de una sistematización estructurando los principios que consagran derechos y los que establecen atribuciones en la ley fundamental. Por ello, para delimitar el objeto de estudio e iniciar el análisis formal, se requiere precisar los principios que en la Constitución tienen relación con el medio ambiente.

Estos principios son:

**a. Principios que consagran derechos.**

- Derecho preferente de las comunidades y pueblos indígenas al acceso a los recursos naturales de los lugares que habitan (artículo 2º).
- Derecho a la educación para el desarrollo sustentable (artículo 3º).
- Derecho de protección a la salud (artículo 4º).
- Derecho al desarrollo ambientalmente sustentable (artículo 25).
- Principios de conservación de los recursos naturales (artículo 27).
- Principio de preservación y restauración del equilibrio ecológico (artículo 27).
- Propiedad originaria de la nación sobre “tierras y aguas comprendidas dentro del territorio nacional” (artículo 27).
- Coordinación entre la Federación y los estados (artículo 116, fracción VI, primer párrafo).

**b. Principios que establecen atribuciones-parte orgánica administrativa.**

- Medidas del Consejo de Salubridad General para prevenir y combatir la contaminación ambiental (artículo 73 fracción XVI, 4a.).
- Sistema de concurrencias en materia ambiental (artículo 73 fracción XXIX - G).
- Atribuciones a los municipios en materia ambiental (artículo 115).
- Convenios entre la Federación y los estados (artículo 116, fracción VI, primer párrafo).
- Convenios entre los estados y municipios (artículo 116, fracción VI, segundo párrafo).
- Facultades de la Asamblea de Legislativa del Distrito Federal (artículo 122, fracción IV, inciso G).
- Convenios entre las distintas jurisdicciones locales y municipales entre sí y de éstas con la Federación y el Distrito Federal en la planeación y ejecución de acciones en las zonas conurbadas limítrofes con el Distrito Federal (artículo 122 fracción IX).
- Facultades de los estados (artículo 124).
- Jerarquización del sistema normativo (artículo 133).

## **2. JERARQUIZACIÓN DE FUENTES**

Una vez que se tiene el análisis constitucional, el segundo paso es proceder al análisis de las fuentes y su jerarquización. Conforme a la Constitución, las fuentes del Derecho ambiental son:

### **a. Constitucionales**

- Los principios constitucionales que se encuentran en la Constitución general.
- Los principios constitucionales establecidos en las Constituciones de los Estados.

### **b. Tratados y Convenios Internacionales**

- Convenio Internacional para la Regulación del Comercio y Tráfico de Especies (CITES).
- Convenio de Biodiversidad.
- Convenio de Cambio Climático.
- Convenio de La Paz.
- Tratados de Libre Comercio, artículo 104 y 104.1.
- Acuerdo de Cooperación Ambiental de Norteamérica.

### **c. Legales**

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Leyes del equilibrio ecológico y protección al ambiente de los Estados.

## **3. ANÁLISIS DE LOS ÁMBITOS DE VALIDEZ**

El tercer paso es realizar el análisis de los ámbitos de validez del sistema jurídico ya caracterizado.<sup>15</sup> Los ámbitos de validez, que también pueden considerarse como la visión estática del Derecho, se clasifican en:

a. Ámbito espacial,

- b. Ámbito temporal,
- c. Ámbito material, y
- d. Ámbito personal.

#### **a. Ámbito espacial**

El análisis espacial, nos lleva a determinar cuál es el ámbito territorial de validez de las normas jurídicas. El esquema general es el siguiente:

- Aplicación de la normatividad en todo el territorio nacional.
- Aplicación de la normatividad en bienes y zonas en las que la nación ejerce su jurisdicción.
- Aplicación de la normatividad en cumplimiento de zonas fronterizas.
- Aplicación de la normatividad en cumplimiento en zonas o bienes comunes o compartidos con otros países.

#### **b. Ámbito temporal**

El análisis temporal de la regulación ambiental en México debe partir cronológicamente de la manera siguiente:

Primera etapa. Principio de conservación de los recursos naturales en el artículo 27 de la Constitución de 1917.

Segunda etapa/1920-1950. Aplicación del principio de conservación. Destacando la creación de parques nacionales y la Ley de Conservación de Suelo y Agua de 1946.

Tercera etapa/1950-1970. Sanitaria y de marginación de los aspectos ambientales.

Cuarta etapa/1970-1982. Prevención y Control de la contaminación.

Quinta etapa/ 1982-1987. Protección del ambiente.

Sexta etapa/1987-1995. Reforma constitucional en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente.

Séptima etapa/1995-1996. Revisión de la LGEEPA.

Octava etapa/1996- 2005. Bases para la gestión del desarrollo sustentable.

### c. **Ámbito material**

El ámbito material es el régimen jurídico de los recursos naturales, entendiéndolos como los elementos naturales susceptibles de apropiación, y conforme al artículo 27 de la Constitución, sujetos a las modalidades de aprovechamiento que son: cuidar de su conservación, la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Bajo la perspectiva del aprovechamiento de los elementos naturales, el Derecho se encuentra ya clasificado materialmente de la siguiente manera:

ELEMENTO DEL ECOSISTEMA	ÁMBITO MATERIAL DEL DERECHO
Agua	Derecho de aguas Derecho del mar Derecho marítimo
Suelo	Derecho agrario Derecho urbano Ordenamiento territorial
Subsuelo	Perforación de pozos Protección de acuíferos Confinamiento de residuos
Flora	Derecho forestal Regulación de la agricultura
Biodiversidad	Derecho de biodiversidad Derecho de seguridad genética
Fauna	Derecho de pesca Derecho de caza Regulación de las actividades agropecuarias Comercio y tráfico de especies
Minerales	Derecho de minas Derecho de aprovechamiento de sustancias no minerales, sales, rocas
Energía	Derecho nuclear Derecho de la electricidad Derecho del petróleo
Aire	Regulación de la contaminación atmosférica
Atmósfera	Protección de la capa de ozono
Clima	Prevención del cambio climático

#### d. **Ámbito personal**

El ámbito personal de validez de las normas es la aplicación de la normatividad ambiental en relación con algún sujeto, persona o entidad jurídica que tiene derechos y obligaciones, y en su caso, atribuciones y funciones.

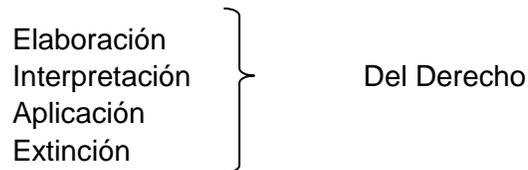
El esquema general es el siguiente:

<b>SUJETOS PÚBLICOS</b>	<b>SUJETOS PRIVADOS</b>
Federación Estado Municipios Organismos constitucionales autónomos Organismos desconcentrados Organismos descentralizados	Personas físicas  Personas morales
Partidos políticos	Organizaciones sociales
Organismos internacionales	Fundaciones / Organismos no gubernamentales
Universidades / Instituciones y Centros de Investigación	

#### **4. ANÁLISIS DINÁMICO**

El siguiente paso del análisis sistemático, es el análisis dinámico, que implica poner en movimiento al resultado del análisis formal. Es decir, es dar vida a la norma para evitar que se quede como letra muerta.

En este paso del análisis, la atención se debe centrar en lo siguiente:



Una vez que se conocen los aspectos formales, el cuarto paso es el análisis material; de los principios básicos, que por lo mismo presiden a la totalidad del sistema jurídico.

Este análisis, tendrá por objeto esbozar dichos contenidos y “hacer notar el íntimo interrelacionamiento que exista entre los aspectos de tipo formal, y los de tipo material; aspecto que, a pesar de su enorme importancia ha sido muy descuidado por la doctrina”.<sup>16</sup>

En este paso del análisis, se debe atender a las formas en que se lleva a cabo la elaboración, interpretación, aplicación y extinción del derecho que se analiza.

### **Elaboración**

En el caso del Derecho ambiental mexicano, hay que hacer una serie de aclaraciones en torno a la elaboración de las leyes, reglamentos y normas a analizar.

El primer aspecto a considerar en la elaboración de la normatividad ambiental, es el cumplimiento del artículo 73 de la Constitución y su relación con los artículos 124 y 130 Constitucionales.

El artículo 73 fracción XXIX G, faculta al Congreso de la Unión para legislar en materia de concurrencias; el artículo 124 establece que todo aquello que no está expresamente reservado a los funcionarios federales, queda reservado a los estados; por su parte, el 130 señala que la Constitución, las leyes y tratados internacionales que de ella emanen son considerados Ley Suprema de la Nación.

La elaboración de la legislación ambiental es la siguiente:

- I.       Ámbito federal. Las leyes generales y federales, que emanan del Congreso de la Unión. Los Tratados y Convenios Internacionales, ratificados por México y aprobados por la Cámara de Senadores.

- II.      Ámbito estatal. Las Leyes estatales, que emanan de los Congresos Locales y de la Asamblea de Representantes.
- III.     Ámbito municipal. Los reglamentos y bandos de policía y buen gobierno que emanan del Ayuntamiento.
- IV.     En el caso de los reglamentos, su elaboración es la siguiente:
  - \*Reglamentos a leyes generales y federales, que elabora el Ejecutivo Federal.
  - \*Reglamentos a leyes estatales, que elabora el Ejecutivo Estatal.

## **5. NORMATIVIDAD AMBIENTAL**

Normas Oficiales Mexicanas (NOM's). Éstas se expiden siguiendo el procedimiento señalado por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Cabe aclarar que las NOM's son obligatorias y aplicables en todo el territorio nacional.

Normas Mexicanas. Estas normas son de referencia, pues aún cuando se debe atender al procedimiento previsto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, no son obligatorias en su cumplimiento.

Normas Internacionales de referencia. Generalmente las elaboran organismos acreditados para ello. Las más utilizadas son las Normas ISO, que expide la Organización Internacional de Estándares.

## **6. OTRAS REGLAS A APLICAR**

### **No obligatorias**

Por la complejidad de la gestión ambiental, existen una serie de disposiciones que complementan la aplicación de la normatividad ambiental que se dan en forma de manuales, instructivos y guías.

Es importante destacar que conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estos documentos son de referencia, y no tienen carácter obligatorio.

También existen una serie de acuerdos emitidos por autoridades administrativas, que sirven como base en la aplicación de la ley.

### **Obligatorias**

En este rubro podemos encontrar a los decretos, figura jurídica bajo la cual se expiden las vedas. Asimismo, existen una serie de disposiciones que encierran derechos y obligaciones a cumplir en materia ambiental, tales como los términos y condicionantes que se imponen en autorizaciones, permisos, concesiones o asignaciones.

### **Interpretación**

En el caso de la interpretación de la legislación ambiental mexicana, encontramos que ésta debe darse conforme a las reglas generales de interpretación del Derecho. Cabe aclarar que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) no establece reglas de interpretación; ni tampoco reglas para determinar las leyes que son supletorias para su interpretación. Sin embargo, en su artículo 3º contiene una serie de definiciones que sirven para la interpretación de sus principios. También los reglamentos y las normas ambientales contienen definiciones.

### **Aplicación**

La aplicación de la legislación y normatividad ambiental se basa en el principio contenido en el artículo 1º de la LGEEPA, que señala que ésta es de orden público y de interés general.

El tema de aplicación de la normatividad ambiental ha sido el más debatido en los últimos cinco años; en virtud de que en las negociaciones del Tratado de Libre Comercio y en las del Acuerdo de Cooperación

Ambiental, que es denominado paralelo en la materia, surgió la necesidad de establecer claramente lo que se entiende como aplicación de la legislación, fundamentalmente relacionado con el tema del debido cumplimiento de la legislación y normatividad ambiental.

Por ello, para su aplicación se requiere de un análisis funcional que permita dotar a la estructura de tal forma que todos los elementos del análisis tengan el mismo valor, se encuentren relacionados y dependan entre sí, a efecto de conocer cómo se estructura y funciona ese sistema.

A mayor abundamiento es preciso señalar que la aplicación del Derecho ambiental se centra en la legislación y normatividad en la materia, que es la síntesis de los principios contenidos a nivel constitucional, de tratados internacionales, de leyes y reglamentos con contenido ambiental.

Finalmente, en el texto del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, artículo 45, se han establecido una serie de definiciones que coadyuvan a resolver la interrogante de la adecuada aplicación de la normatividad ambiental.

El artículo en comento prescribe lo siguiente:

- (a) "Legislación ambiental" significa cualquier ley o reglamento de una parte, o sus disposiciones, cuyo propósito principal sea la protección del medio ambiente, o la prevención de un peligro contra la vida o la salud humana a través de:
  - (i) La prevención, el abatimiento o el control de una fuga, descarga, o emisión de contaminantes ambientales;
  - (ii) El control de químicos, sustancias, materiales o desechos peligrosos o tóxicos, y la diseminación de información relacionada con ello; o
  - (iii) La protección de la flora y fauna silvestres, incluso especies en peligro de extinción, su hábitat, y las áreas naturales protegidas.

Pero no incluye cualquier ley o reglamento, ni sus disposiciones, directamente relacionados con la seguridad e higiene del trabajador.

- (b) Para mayor certidumbre, el término "legislación ambiental" no incluye ninguna ley ni reglamento, ni las disposiciones, cuyo propósito principal sea la administración de la recolección, extracción o explotación de recursos naturales con fines comerciales, ni la recolección o extracción de recursos naturales con propósitos de subsistencia o por poblaciones indígenas.
- (c) El propósito principal de una disposición legislativa o reglamentaria en particular, para efectos de los incisos (a) y (b), se determinará por su propósito principal y no por el de la ley o del reglamento del que forma parte.

Por su parte, el artículo 5º de dicho Acuerdo señala que cada uno de los Estados implementará las medidas gubernamentales adecuadas para la aplicación de leyes y reglamentos ambientales, a fin de lograr altos niveles de protección del ambiente y de cumplimiento de sus leyes y reglamentos en la materia.

Dentro de esas medidas gubernamentales podemos señalar las siguientes:

- (a) Nombrar y capacitar inspectores;
- (b) Vigilar el cumplimiento de las leyes e investigar las presuntas violaciones, inclusive mediante visitas de inspección *in situ*;
- (c) Tratar de obtener promesas de cumplimiento voluntario y acuerdos;
- (d) Difundir públicamente información sobre incumplimiento;
- (e) Emitir boletines u otras publicaciones periódicas sobre los procedimientos para la aplicación de leyes;
- (f) Promover las auditorías ambientales;
- (g) Requerir registros e informes;
- (h) Proveer o alentar el uso de servicios de mediación y arbitraje;
- (i) Utilizar licencias, permisos y autorizaciones;

- (j) Iniciar, de manera oportuna, procedimientos judiciales, cuasijudiciales, o administrativos para procurar las sanciones o las soluciones adecuadas en caso de violación de sus leyes y reglamentos ambientales;
- (k) Establecer la posibilidad de practicar cateos, decomisos y detenciones administrativas; y
- (l) Expedir resoluciones administrativas, incluidas las de naturaleza preventiva, reparadora o de emergencia.

También el Acuerdo Ambiental, señala que las sanciones y recursos previstos contra las violaciones a las leyes y reglamentos ambientales, se deberá:

- (a) Tomar en cuenta la naturaleza y gravedad de la infracción, cualquier beneficio económico que obtenga de ella el infractor, la situación económica de éste y otros factores pertinentes; y
- (b) Incluir convenios de cumplimiento, multas, encarcelamiento, medidas precautorias, clausura de instalaciones y el costo de detener y limpiar la contaminación.

Cada una de las Partes garantizará la disponibilidad, conforme a su derecho, de procedimientos judiciales, cuasijudiciales, o administrativos para aplicar sus leyes y reglamentos ambientales, con el fin de sancionar o reparar las violaciones a éstos. Para los efectos del Artículo 14(3), el Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte señala que, "procedimiento judicial o administrativo" significa:

- (a) Una actuación judicial, casi judicial o administrativa realizada por una parte de manera oportuna y conforme a su legislación. Dichas actuaciones comprenden: la mediación; el arbitraje; la expedición de una licencia, permiso, o autorización; la obtención de una promesa de cumplimiento voluntario o un acuerdo de cumplimiento; la solicitud de sanciones o de medidas de reparación en un foro administrativo o judicial; la expedición de una resolución administrativa; y

- (b) Un procedimiento de solución de controversias internacional del que la Parte sea “parte”.

### **Extinción**

La extinción de la normatividad ambiental sigue las reglas del Derecho mexicano en general, bajo el principio de que la norma posterior deroga a la anterior, y si se requiere hacer algún cambio o reforma a las disposiciones, éstas deben realizarse siguiendo el mismo procedimiento que para su elaboración.

Sin embargo, cabe aclarar que por la dispersión que tiene la materia ambiental, en ocasiones se extinguen muchas de las instituciones que la ley contiene por reformas a otras disposiciones, sin que desaparezcan del texto de la ley, pudiendo ser en ocasiones hasta contradictorias.

Existe también el caso de que en las nuevas leyes o en reformas a las vigentes, en materias que se vinculan con lo ambiental, cambian el sentido a las normas sin que éstas se extingan o deroguen específicamente. Esto ha ocurrido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, la Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable, las reformas a la Ley de Aguas Nacionales, en las que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ha sido tomada como ley marco y que por ello, en esos textos reformados se especifican sus principios creando nuevas instituciones y procedimientos para su aplicación.

## **VI. COMENTARIOS FINALES**

Como puede apreciarse, el Derecho ecológico en México se encuentra en un momento de generación y desarrollo importante. Por ello se requiere realizar una serie de análisis a través de distintas vías metodológicas. La propuesta que se presenta en este ensayo, es la

sistematización, pero este no es el único camino. Existen otras propuestas de análisis para abordar los aspectos jurídicos y ambientales, algunas basadas en el concepto de región o cuenca, otras a partir del análisis temático en aspectos tales como la contaminación, la cuestión energética, la materia nuclear, el manejo integral y racional de los recursos naturales, el proceso de desarrollo en relación con el proceso de deterioro ambiental, entre otros.

Lo que debe quedar claro, es que se requiere construir un conocimiento integrado que permita la revisión profunda de las instituciones jurídicas y del sistema jurídico mexicano en general, que sirva de fundamento al Derecho ecológico del próximo milenio.

En este sentido, es necesario un análisis inter y transdisciplinario en el que es indispensable la formación de juristas especializados en diversos temas; pues sin ellos la lucha en contra del deterioro ambiental estará perdida.

El abogado del futuro deberá formarse para aplicar el Derecho en defensa de la naturaleza y asegurando con ello, la existencia de las generaciones venideras.

En el futuro se pondrá en duda la eficacia y la trascendencia del Derecho. El Derecho laboral, financiero o mercantil aplicado en un medio devastado; sin nuevas posibilidades de energía, sin agua, ni bosques, ni sustento; con índices de contaminación que pongan en peligro la vida humana, sus relaciones e instituciones, perderá razón de ser.

En ese contexto, el Derecho ecológico como visión integrada de la ciencia jurídica, es el Derecho del futuro, y su evolución dependerá de la toma de conciencia de los juristas y sus estudiosos, así como de su efectiva aplicación para garantizar un mejor futuro a la humanidad. Con el Derecho y sus principios, es posible poner en práctica acciones humanas coordinadas que tengan como objeto la supervivencia de la especie humana y de las instituciones en que se sustenta la sociedad.

El Derecho, sin integrar los fundamentos humano y natural, se quedará a la zaga de las necesidades de la humanidad y sin contenido que justifique su existencia. Se trata de encontrar en éste una nueva posibilidad de armonía entre los hombres y su relación con la naturaleza, así como una nueva forma de desarrollo sin destrucción; es decir, el Derecho del futuro y la esperanza.

---

\* El presente artículo fue publicado en el libro *Temas Selectos de Derecho Ambiental*, México, UNAM–PROFEPA, 2006. Coordinado por la Dra. María del Carmen Carmona Lara y Lourdes Hernández Meza, como resultado del Diplomado que se llevó a cabo en el Instituto de Investigaciones Jurídicas en colaboración con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, en 2004.

<sup>1</sup> Existen en la doctrina jurídica mexicana algunas sistematizaciones. Véase Brañes Ballesteros, Raúl, *Derecho ambiental mexicano*, México, Universo Veintiuno, 1987 y las versiones de este mismo libro en 1994 y 2000 por el Fondo de Cultura Económica, y Carmona Lara, María del Carmen, *Aspectos jurídicos de los problemas ambientales en México*, tesis, México, Escuela Libre de Derecho, 1981.

<sup>2</sup> Queremos aclarar que en este análisis no se entrará en el debate respecto a la denominación del Derecho que se ocupa de las relaciones entre el hombre y la naturaleza que ha sido definido como derecho ambiental o derecho ecológico.

<sup>3</sup> En el ámbito científico existen algunas corrientes y autores que no consideran al derecho como ciencia y en el caso de la ecología no existe duda de que es una ciencia, sin embargo la discusión se centra en que también pudiera darse una ciencia ambiental. En este sentido, existen varias disciplinas ambientales, como es el caso de la química ambiental, física ambiental, medicina ambiental, ingeniería ambiental, arquitectura ambiental, psicología ambiental que son consideradas por algunos autores como ciencias ambientales. Esto se debe a que desde la década de los sesenta, cuando se dio el grito de alarma de los expertos respecto al estado en que se encontraba el planeta, en los trabajos preparatorios a la Conferencia de Estocolmo, se empezó a acuñar el concepto de medio ambiente, en inglés *environment*, y de entonces a la fecha no se ha podido establecer un concepto que permita definir claramente lo que es ambiente, medio ambiente o medio, que no puede decirse que sea un objeto de estudio de una ciencia en particular.

<sup>4</sup> “Notas para el estudio del sistema jurídico mexicano en materia de contaminación del ambiente”, *Jurídica, Anuario*, México, núm. 6, julio 1974, Departamento de Derecho de la Universidad Iberoamericana. “Notas sobre el sistema jurídico mexicano, a la luz de la Constitución”, *Jurídica, Anuario*, México, núm. 7, julio 1975, Departamento de Derecho de la Universidad Iberoamericana (México). El Lic. Vázquez Pando me dirigió la tesis y el esquema que él me sugirió para ella. Desde entonces es la base para el análisis del Derecho ambiental mexicano. La tesis denominada “Aspectos Jurídicos de los Problemas Ambientales en México”, se presentó para obtener el Título de Abogado en la Escuela Libre de Derecho, en 1981, y obtuvo el Premio Eduardo Trigueros de Fomento

---

Cultural Banamex. Para abundar, véase, Carmona Lara, Ma. Del Carmen, *Derecho ecológico, El derecho en México, una visión de conjunto*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Jurídicas, 1991, t. III; y *Notas para el análisis del derecho ambiental Mexicano*, Homenaje a Fernando Alejandro Vázquez Pando, México, Barra Mexicana Colegio de Abogados, Themis, 1996.

<sup>5</sup> Levi-Strauss, C., *Temas candentes de hoy*, Buenos Aires, EMECE, 1975.

<sup>6</sup> Leff, Enrique, "Biosociología y ecodesarrollo", ponencia del Primer Simposium sobre Ecodesarrollo, México, UNAM, 1975, p. 56.

<sup>7</sup> Follari, Roberto, *La interdisciplinariedad*, México, UAM Xochimilco, p. 87.

<sup>8</sup> *Ibidem*.

<sup>9</sup> *Ibidem*, p.116

<sup>10</sup> *Ibidem*.

<sup>11</sup> Novik, I., *Sociedad y naturales: problemas sociológicos*, Moscú, Ed. Progreso, 1982, p. 132.

<sup>12</sup> Sachs, Ignacy, *Ecodesarrollo, desarrollo sin destrucción*, México, El Colegio de México, 1978, p. 36.

<sup>13</sup> Sagoff, Mark, "Where lkes went right or reason and rationality in Environmental Law" *Ecology Law Quarterly*, Berkeley, vol. 14, núm. 2, 1987, pp. 265-323.

<sup>14</sup> Vázquez Pando, Fernando Alejandro, "Notas sobre el sistema jurídico mexicano, a la luz de la Constitución", *Jurídica, Anuario*, México, Núm. 7, julio 1975, Departamento de Derecho de la Universidad Iberoamericana, p. 589.

<sup>15</sup> *Ibidem*.

<sup>16</sup> *Ibidem*.



## **HACIA UNA TEORÍA DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL SIN PRUEBA DEL DAÑO: LAS TENDENCIAS DESPUÉS DE RÍO EN AMÉRICA LATINA**

**Dr. José Juan González Márquez\***

**SUMARIO:** *Resumen. I. Introducción. II. El daño ambiental en las legislaciones ambientales. III. El ambiente y el daño ambiental. IV. La inaplicabilidad de la responsabilidad civil a los daños ambientales. V. La idea de responsabilidad sin pruebas de daño. VI. Nuevos mecanismos para asignar la responsabilidad por daños ambientales. VII. Conclusiones.*

**RESUMEN.** Este artículo analiza los cambios introducidos por las leyes ambientales latinoamericanas con el ánimo de adaptar las reglas del sistema tradicional de responsabilidad objetiva como mecanismo para dar solución a los problemas derivados de la generación de daños ambientales. El estudio explica que a pesar de tal adaptación, la principal limitante para aplicar la responsabilidad civil a los daños ambientales es el requerimiento de probar el daño, asimismo hace referencia a que el daño ambiental tiene características específicas que no hacen fácil probar su ocurrencia. En consecuencia, el artículo propone una estrategia diferente para la imputación de la responsabilidad basada en la idea del riesgo generado por ciertas actividades como fundamento para asignarles la responsabilidad, aun cuando el daño no haya ocurrido. Este nuevo sistema sería denominado responsabilidad sin prueba de daño.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A partir de 1992 cuando la Declaración de Río de Janeiro fue suscrita por la comunidad internacional, muchos países han adoptado dentro de sus sistemas jurídicos nuevas normas relativas a la protección del ambiente.<sup>1</sup>

En algunos países como Alemania, Brasil y Venezuela, los órganos legislativos han aprobado leyes que están específicamente dirigidas a regular los efectos de la producción de daños al ambiente, mientras que en otros, la responsabilidad y compensación por daño son temas que están incluidos en un régimen más amplio dirigido a proteger el ambiente y los recursos naturales.

Sin embargo, la mayoría de las legislaciones antes mencionadas no se refieren a un verdadero sistema de responsabilidad ambiental; al menos no de la manera en cómo este paradigma se analiza en el presente trabajo. De hecho, en muchos casos, tales ordenamientos jurídicos confunden el daño ambiental con los daños ocurridos sobre los recursos naturales, las personas y sus patrimonios; como consecuencia de dicha confusión pretenden la aplicación del sistema de responsabilidad civil tradicional a los daños causados sobre el ambiente propiamente tal.

No obstante, este daño es muy diferente al daño civil. Debido a esta diferencia, el sistema tradicional de responsabilidad civil no es eficiente para hacer frente a los problemas jurídicos que se derivan de su generación, pues la responsabilidad resultante de éste, no puede ser imputada mediante la aplicación de las reglas tradicionales que regulan la responsabilidad civil. Por lo tanto, los recientes progresos que se observan en la legislación ambiental en este campo pueden estar moviéndose en la dirección equivocada.

En este trabajo se analizan dichas tendencias y se propone una estrategia alternativa para construir un nuevo sistema de responsabilidad ambiental

que denominamos “responsabilidad sin daño” o “responsabilidad por daño futuro”.

## II. EL DAÑO AMBIENTAL EN LAS LEGISLACIONES AMBIENTALES

La primera reacción de los sistemas jurídicos tanto internacionales<sup>2</sup> como locales para hacer frente a los problemas derivados del daño ambiental consistió en la aplicación de la responsabilidad civil,<sup>3</sup> particularmente de la llamada responsabilidad objetiva o “strict liability”.<sup>4</sup> Por ejemplo, en los Estados Unidos de América, al lado de los mecanismos clásicos proporcionados por el *common law* para obtener la reparación del daño,<sup>5</sup> la Ley de Compensación, Responsabilidad y Respuesta Ambiental Total de 1980<sup>6</sup> y la Ley de Contaminación por Petróleo de 1990<sup>7</sup> establecieron un amplio sistema normativo para la imputación de la responsabilidad civil.

De la misma manera, en Canadá, la Ley de Pesca<sup>8</sup> y la Ley de Barcos,<sup>9</sup> ambas de 1985, la Ley Ambiental de Canadá de 1999,<sup>10</sup> la Ley de Manejo de Residuos de British Columbia de 1996<sup>11</sup> y la Ley de Protección Ambiental de Ontario de 1990<sup>12</sup> se han referido a este problema desde la misma perspectiva.

Entre los países latinoamericanos, Uruguay, Ecuador y México tratan de enfrentar el daño ambiental mediante la aplicación de los códigos civiles. En otras naciones, como Bolivia y Honduras el sistema de responsabilidad civil es complementado con una serie de reglas relativas al interés jurídico colectivo. Finalmente, en países como Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica y Chile, las legislaciones ambientales han incorporado una serie de principios innovadores enfocados a regular la reparación de los daños ambientales.

En Brasil, la Ley de Acción Civil de Responsabilidad por Daños causados al Ambiente, el Consumidor y Bienes y Derechos de Valor Histórico, Estético o Paisajístico de 1985, regula: a) la compensación económica que debe pagarse en caso de daños ambientales, b) el procedimiento

para entablar acciones por daños ambientales<sup>13</sup> (artículos 2º, 3º, y 6º a 9º), c) las medidas precautorias que pueden ser ordenadas por el Juez (artículo 4º);<sup>14</sup> d) los efectos *erga omnes* de la sentencia<sup>15</sup> (artículo 16) y e) el establecimiento de un Fondo Ambiental cuyo objetivo es proveer los recursos económicos necesarios para llevar a cabo la reparación ambiental.<sup>16</sup>

De hecho, Brasil fue uno de los primeros países en reconocer el interés colectivo en materia ambiental a través de la creación de dos instituciones innovadoras: el *inquérito civil* (artículo 8º, párrafo primero)<sup>17</sup> y la *acción civil pública* (artículo 9º).<sup>18</sup> El *inquérito civil*<sup>19</sup> es un procedimiento administrativo conducido por un procurador especial y dirigido a reunir todos los elementos de prueba necesarios para iniciar una *acción civil pública*,<sup>20</sup> mientras que esta última es el mecanismo que hace posible la tutela colectiva del interés jurídico para entablar acciones que tienen por objetivo recuperar el ambiente en representación de la gente.

En Chile, la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente de 1994 incorporó el concepto de daño ambiental y diferenció entre las acciones civiles y las acciones ambientales.<sup>21</sup>

En contraste, en México, los progresos a este respecto son precarios. Hasta ahora, las previsiones legales más relevantes en materia de responsabilidad por daños ambientales son las incorporadas por la reforma de 1996 a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente cuyo artículo 203 señala que toda persona que contamine o deteriore el ambiente o afecte los recursos naturales o la biodiversidad está obligada a repararlos en los términos del Código Civil, mientras que un confuso artículo 151 del mismo ordenamiento sostiene que “la responsabilidad por el manejo y disposición final de residuos peligrosos corresponde a quien los genera.” En caso de que el generador haya contratado los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos con compañías autorizadas por la Secretaría (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y dichos residuos hayan sido entregados a esas compañías, la responsabilidad por las operaciones

será de éstas, independientemente de la responsabilidad que corresponda a quién los generó.”

De hecho, tal precepto sólo se refiere a la aplicación de la responsabilidad objetiva o estricta, pero no introduce ninguna regla para adaptarla a los casos en los cuales los residuos peligrosos puedan causar un daño al ambiente.

Más recientemente, la Ley General de Vida Silvestre de 2000<sup>22</sup> introdujo un capítulo relativo a los daños sobre los elementos que integran la vida silvestre pero que está muy lejos de resolver los problemas relativos a la responsabilidad por daño ambiental, mientras que la nueva Ley para la Prevención y Manejo Integral de Residuos de 2003,<sup>23</sup> confunde el sistema de imputación de la responsabilidad civil con el sistema de imposición de sanciones administrativas con las cuales se castiga a aquellos que incumplen las regulaciones administrativas sin tomar en cuenta las consecuencias dañosas de ese incumplimiento.<sup>24</sup>

Aunque se han elaborado diversas iniciativas dirigidas al establecimiento de un régimen de responsabilidad por daños ambientales en México, por una parte, estas iniciativas continúan moviéndose en el ámbito del sistema la responsabilidad civil y, por la otra, ninguna de ellas ha sido aprobada por el Congreso. Es el caso por ejemplo, de la iniciativa de Ley de Responsabilidad Civil por Daños al Ambiente que fue aprobada por la Cámara de Diputados en 2005, pero cuya aprobación por el Senado continúa pendiente.<sup>25</sup>

La aplicación de los códigos civiles a los casos de daños ambientales mediante la simple remisión a sus reglas, como ocurre en el caso de México, o mediante la adaptación de reglas específicas, como acontece en la mayoría de los países de América Latina, no es la mejor manera de resolver los problemas derivados del daño ambiental. La especificidad de ese daño, plantea muchos retos nuevos para la Ciencia Jurídica, que tal vez no puedan ser resueltos mediante la aplicación del sistema tradicional de imputación de la responsabilidad civil.<sup>26</sup>

Entre estos problemas se encuentran:

- a)** ¿Quién tiene la legitimación procesal para entablar una acción de restauración del ambiente?
  
- b)** ¿Cuál es el plazo de prescripción apropiado para las acciones de responsabilidad por daños al ambiente?
  
- c)** ¿A quién puede imputarse la responsabilidad por el daño ambiental?
  
- d)** ¿Quién debe soportar la carga probatoria?
  
- e)** ¿En qué debe consistir la restauración?
  
- f)** ¿Cuáles deben ser los efectos de la sentencia?

Todos esos problemas han sido analizados en una serie de estudios jurídicos publicados en diversos idiomas,<sup>27</sup> pero las reflexiones de los juristas no han llegado aún a establecer las bases para el desarrollo de una nueva y original teoría de responsabilidad por daños al ambiente.

Aunque algunas legislaciones ambientales han tratado de dar solución a los problemas mencionados, por una parte, ninguna de ellas ha establecido un sistema completo de responsabilidad ambiental como se muestra en la tabla número 1, que se refiere al estado de esta cuestión en la legislación latinoamericana, y por otra, las leyes referidas han sido proyectadas y aprobadas ignorando las especificidades del daño ambiental.

**Tabla 1.** Aspectos de la responsabilidad ambiental reguladas por las leyes de América Latina

Pais	Legitimación	Jurisdicción	Prescripción	Carga de la prueba	Restauración	Compensación	Efectos de la sentencia
Argentina	✕	✕		✕	✕	✕	✕
Bolivia	✕				✕	✕	
Brasil	✕				✕	✕	✕
Chile	✕	✕	✕	✕	✕		
Costa Rica		✕			✕		
Cuba	✕				✕		
Ecuador	✕				✕		
El Salvador	✕	✕			✕		
Honduras	✕				✕		
Nicaragua						✕	
Panamá			✕		✕		
México	✕	✕	✕	✕	✕	✕	

### III. EL AMBIENTE Y EL DAÑO AMBIENTAL

El daño ambiental es muy diferente al daño civil, no sólo porque éste afecta a un bien jurídico diferente: el ambiente, sino también porque, como se explicará en este trabajo, el daño ambiental presenta características que están ausentes en el daño civil.

En consecuencia, el desarrollo de un sistema de responsabilidad y compensación en el ámbito ambiental demanda una definición clara de lo que el ambiente y el daño ambiental significan para el Derecho. Esto es lo que trataré de explicar en los siguientes apartados.

#### El ambiente como objeto de tutela legal

Aunque desde el punto de vista científico se ha asumido que el ambiente es la suma de los elementos naturales: aire, agua, suelo, flora y fauna,<sup>28</sup> desde la perspectiva jurídica, particularmente desde el punto de vista teórico, el ambiente es un objeto de tutela legal diferente de los elementos que lo integran, como se explicará más adelante.<sup>29</sup>

En efecto, los recursos naturales pueden ser vistos al menos desde dos perspectivas diferentes. Por una parte, estos tienen un valor utilitario tradicional como insumos para los procesos productivos; pero por otra, juegan un papel ambiental muy importante como proveedores de servicios ambientales, tales como los servicios para la disposición de residuos que ofrecen el agua y el aire o los beneficios derivados directamente de la naturaleza como son los espacios para la recreación o los servicios ambientales.<sup>30</sup>

Más aún, como un tratadista ha dicho, cuando los recursos naturales están en interacción desarrollan nuevas propiedades ambientales que no tienen cuando se encuentran aislados.<sup>31</sup> Dichas propiedades son conocidas como funciones o servicios ambientales. Las funciones o servicios ambientales están en permanente interacción también. De esta manera, cuando los elementos naturales y las funciones ambientales están interactuando, un nuevo e intangible objeto de tutela legal emerge al mundo jurídico: el ambiente.

En consecuencia, el ambiente y los recursos naturales están relacionados pero son objetos de tutela legal diferentes. Por mucho tiempo, la Ciencia Jurídica ha ignorado esa diferencia. Como resultado de ello, desde 1969 cuando la Ley de Política Ambiental Nacional (NEPA, por sus siglas en inglés) fue aprobada por el Congreso Federal de los Estados Unidos de América, la mayoría de los regímenes legales alrededor del mundo se han construido sobre la idea equivocada de que el ambiente puede ser preservado mediante la simple protección de los recursos naturales. Esto explica porque la primera generación de leyes ambientales, aquellas aprobadas después de la Conferencia de Estocolmo<sup>32</sup> y antes de la Cumbre de Río,<sup>33</sup> establecieron sistemas jurídico-ambientales muy vinculados a las disciplinas tradicionales del Derecho tales como el Derecho Administrativo y el Derecho Civil que por siglos habían regulado la propiedad, el uso y la explotación de los recursos naturales.<sup>34</sup> Eso también explica porque los sistemas de responsabilidad civil han sido la primera referencia para los regímenes legales en el desarrollo de una estrategia para hacer frente al daño ambiental. Sin embargo, la protección ambiental requiere de instrumentos legales más sofisticados y menos

ortodoxos dirigidos a la protección del equilibrio entre las funciones ambientales más que a la protección de los elementos naturales en sí mismos.

De hecho, el proceso a través del cual los sistemas jurídicos reconocen la diferencia entre recursos naturales y ambiente, y en consecuencia empiezan a construir nuevas categorías jurídicas, constituye también el proceso de evolución del derecho ambiental como disciplina jurídica nueva e independiente cuyo objetivo es precisamente proteger el ambiente como un todo y no los recursos naturales de forma separada. Así, entre más clara es la diferencia entre daño civil y daño ambiental más independiente es el Derecho ambiental con respecto a las ramas tradicionales del sistema jurídico.

Sin embargo, una revisión del Derecho comparado muestra que aunque la mayoría de las legislaciones ambientales se han ocupado de incluir la definición conceptual del ambiente, ello no significa que éste haya sido reconocido como un objeto específico de tutela jurídica.

Lo anterior es así, en virtud de que el reconocimiento del ambiente como un objeto específico de tutela jurídica supone no sólo que este sea referido o definido por las leyes y reglamentos ambientales sino que también demanda que el derecho ambiental se construya sobre dos premisas. En primer lugar, se requiere el desarrollo de una serie de reglas dirigidas a evitar que el ambiente sea dañado. Este es el aspecto preventivo del Derecho Ambiental y se integra por mecanismos tales como la evaluación del impacto ambiental, los estándares ambientales y una serie de permisos y licencias de carácter administrativo. En segundo lugar, cuando los instrumentos preventivos fallan en el objetivo de evitar la ocurrencia del daño ambiental, resulta necesario el establecimiento de reglas complementarias para restaurar los daños ocurridos. Este es el aspecto reparador del Derecho Ambiental y el punto medular del sistema de responsabilidad ambiental.

Una revisión de la legislación en la materia comparada muestra que mientras los mecanismos preventivos han sido considerablemente

desarrollados, la responsabilidad, compensación y restauración de los daños al ambiente son asuntos que han sido tratados desde una perspectiva muy vinculada al sistema de responsabilidad civil.

No obstante, la responsabilidad por daños ambientales y la responsabilidad civil se refieren a diferentes materias. La primera está dirigida a tratar con los daños que afectan al interés jurídico colectivo de proteger el ambiente, es decir al derecho a un medio ambiente adecuado. La segunda categoría de responsabilidad está dirigida a proteger intereses individuales afectados cuando los recursos naturales son dañados, aún en los casos en que los recursos naturales son considerados como propiedad pública y el interés público está involucrado.

En consecuencia, una vez establecida la diferencia entre recursos naturales y ambiente como objetos de tutela legal, surge otro problema fundamental: ¿Qué es el daño ambiental? El apartado siguiente trata sobre esta cuestión.

### **La particular naturaleza del daño ambiental**

Definir el daño ambiental no es una tarea fácil, pues a diferencia de lo que ocurre en el caso del daño civil, cuando el ambiente es perturbado, las consecuencias de tal agresión no son ni fácil ni inmediatamente perceptibles.

Sin embargo, con frecuencia tanto los juristas<sup>35</sup> como los legisladores<sup>36</sup> equivocadamente identifican al daño ambiental con el daño civil cuyos efectos negativos sobre los recursos naturales son más fácilmente perceptibles.

Dos factores contribuyen a esta confusión. Primero, el daño ambiental y el daño civil comparten algunas características. Por ejemplo, como ocurre en el caso del daño civil, el daño ambiental implica un menoscabo o detrimento ocurrido sobre un objeto jurídicamente tutelado; sin embargo dicho detrimento no afecta el interés legal de ninguna persona en lo

particular sino al ambiente en sí mismo y, de esta manera, el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado.

En segundo lugar, en ocasiones el daño civil y el daño ambiental están relacionados. El daño civil que puede producirse como consecuencia de un daño ambiental, por ejemplo el cambio climático tiene una serie de efectos sobre la salud humana; y *viceversa*, el ambiente puede ser afectado como resultado de un daño civil.<sup>37</sup>

Este último escenario podría ocurrir debido a dos causas diferentes. Por un lado, el daño ambiental puede ser provocado por un evento catastrófico, como ha ocurrido en el caso de accidentes industriales mayores: Flixbourg, Reino Unido (1974), Seveso, Italia (1976), Bophal, la India (1984), San Juanico, México (1984), Chernobyl, URSS (1986), Protex E.U.A. (1988), y Guadalajara, México (1992).<sup>38</sup> Por otro lado, el daño ambiental puede ser la consecuencia de una serie de acciones producidas a lo largo del tiempo, como usualmente ocurre en los casos de contaminación histórica o sinérgica.

Sin embargo, las relaciones que existen entre daño civil y daño ambiental no significan que estos deben ser analizados desde la misma perspectiva, pues al lado de tales similitudes existen grandes diferencias. En consecuencia, es necesario distinguir entre “daño ambiental puro” y “daño civil resultante de una incidencia ambiental”. El segundo es físicamente evidente y claramente encuadra dentro de la categoría de daño civil y por lo mismo, puede ser fácilmente manejado a través de la aplicación del sistema tradicional de responsabilidad civil.

Por el contrario, determinar cuándo ha ocurrido un “daño ambiental puro” es mucho más complejo debido básicamente al hecho de que este ocurre sobre un objeto jurídico inmaterial que, como se ha mencionado antes, emerge al mundo jurídico como resultado de una serie de interacciones de las funciones ambientales desarrolladas por los elementos naturales.<sup>39</sup> En consecuencia, el daño ambiental supone un menoscabo o deterioro a tal objeto inmaterial lo cual hace muy difícil su identificación.

Baste decir que el daño ambiental sólo será evidente cuando las funciones ambientales son afectadas en una manera tal que se produce un desequilibrio ambiental entre ellas y dicho desequilibrio priva al ambiente de su propiedad principal: la de ser soporte de vida. Esta idea ha sido sostenida por un reporte elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, según el cual, el daño ambiental es “un cambio que tiene un impacto adverso considerable sobre la calidad de un ambiente particular o alguno de sus componentes, incluyendo sus valores utilitarios y su capacidad para soportar una calidad de vida aceptable y sustentable así como un equilibrio ecológico viable.”<sup>40</sup> Como puede verse según esta definición el daño ambiental no incluye los daños civiles ocurridos sobre la propiedad pública o privada.

Más aún, el “daño ambiental puro” tiene características que lo hacen diferente del daño civil: a) es incierto debido a que sus causas y efectos no son fácilmente identificables. De la misma forma, la magnitud de sus efectos no es fácilmente perceptible; b) el daño ambiental tiene un carácter colectivo debido a que normalmente afecta a una enorme colectividad de individuos, y porque puede ser el resultado de múltiples causas; y finalmente, c) sus efectos temporales no pueden ser fácilmente determinados. Algunas veces, el daño ambiental aparece muchos años después del momento en que sus causas fueron producidas.

Sin embargo, una revisión tanto del Derecho Internacional como del Derecho Comparado muestra que la diferencia entre daño civil y daño ambiental es sólo indirectamente referida pero no completamente establecida.

En el ámbito del Derecho Internacional ninguno de los instrumentos del *soft law* o del *hard law* que se refieren al tema ha establecido una definición del daño ambiental. Más aún, la mayoría de los tratados internacionales, con excepción de la Convención de Lugano de 1996<sup>41</sup> y el Protocolo de Basilea de 1999,<sup>42</sup> se refieren al daño en términos de “propiedad” y “salud” pero excluyen los daños al ambiente propiamente tal. La Convención de Lugano se refiere a todo tipo de daños ocasionados por actividades peligrosas incluyendo pérdidas de vidas, daños personales y a

la propiedad, así como a pérdidas por afectaciones al ambiente. De conformidad con el artículo 2º, numeral 7 de esta Convención el daño incluye: a) pérdida de la vida o daño personal; b) pérdida o daño a cualquier propiedad diferente a la instalación en sí misma o que se encuentre bajo el control del operador en el sitio donde se desarrolla la actividad peligrosa; c) pérdida o daño por menoscabo al medio ambiente, y d) el costo de las medidas preventivas y cualquier pérdida y daño causado por las medidas preventivas.

El Protocolo de Basilea por su parte se refiere al daño causado por movimientos transfronterizos de residuos peligrosos incluyendo el daño tradicional (pérdidas de vidas, daños personales o a la propiedad), pérdidas económicas y daños al ambiente. El artículo 2º del Protocolo señala:

**Artículo 2.** *A los efectos del presente Protocolo:*

*Por "daño" se entiende: Muerte o lesiones corporales;*

*Daños o perjuicios materiales, salvo a los bienes de propiedad de la persona responsable de los daños de conformidad con el presente Protocolo;*

*Pérdidas de los ingresos directamente derivados de un interés económico en el uso del medio ambiente incurridas como resultado de un deterioro significativo del medio ambiente, teniendo en cuenta los ahorros y los costos;*

*Costo de las medidas de restablecimiento del medio ambiente deteriorado, limitado al costo de las medidas efectivamente adoptadas o que vayan a adoptarse; y*

*Costo de las medidas preventivas, incluidas cualesquiera pérdidas o daños causados por esas medidas, en la medida en que los daños deriven o resulten de propiedades peligrosas de los desechos objeto de movimientos transfronterizos y eliminación de desechos peligrosos y otros desechos sujetos al Convenio.*

En el ámbito de los derechos nacionales ocurre algo similar. Por ejemplo, la Ley Chilena sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994) señala que daño al ambiente es "toda pérdida, disminución, detrimento o

menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno de sus componentes” (art. 2º), mientras que por ambiente entiende a “el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones” (art. 2º).

En Brasil, la Ley de Crímenes ambientales Ley N° 9.605, de 12 de febrero de 1998 se refiere en diversos preceptos al daño ambiental (art. 40, art.40, § 2º, art. 58, I, art. 54, § 3º, art. 17, art. 14, II, art. 28, I, art. 20) pero tampoco define a esta categoría jurídica ni la distingue del daño civil tradicional.

En Costa Rica, la Ley Orgánica del Ambiente confiere a la Secretaría Técnica Nacional Ambiental la función de “atender e investigar las denuncias que se le presenten en lo relativo a la degeneración o al daño ambiental” (art. 84, inciso c) y aunque la Ley de Biodiversidad señala en su artículo 54 que “Cuando exista daño ambiental en un ecosistema, el Estado podrá tomar medidas para restaurarlo, recuperarlo y rehabilitarlo”; ninguna de esas leyes define el concepto que nos interesa.

En Cuba, la Ley No. 81 del medio ambiente de 1977 define al daño ambiental como “toda pérdida, disminución, deterioro o menoscabo significativo, inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes, que se produce contraviniendo una norma o disposición jurídica.” (art. 8º).

En Nicaragua, en el artículo 5º de la Ley General del Ambiente y de los Recursos Naturales, se define al daño ambiental como “Toda pérdida, disminución, deterioro o perjuicio que se ocasione al ambiente o a uno o más de sus componentes”.

Como se observa, en la mayoría de los sistemas jurídicos latinoamericanos se identifica al daño ambiental con el daño a los elementos que integran el ambiente y como consecuencia de ello se pretende la aplicación del derecho civil, lo que resulta inapropiado, como se verá más adelante.

Argentina es quizá la excepción a esta regla, pues la Constitución Política refiere a la institución en estudio, al señalar que el daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer y el artículo 27 de la Ley General del Ambiente define al daño ambiental como “toda alteración relevante que modifique negativamente el ambiente, sus recursos, el equilibrio de los ecosistemas, o los bienes o valores colectivos.” Quizá por ello la nueva Ley ambiental de ese país, es en mucho, una Ley de responsabilidad ambiental. Sin embargo, la distinción entre daño civil y ambiental sigue siendo vaga en ese ordenamiento legal.

La situación no es diferente en América del Norte. Por ejemplo, en Estados Unidos la Ley de Responsabilidad, Compensación y Respuesta Ambiental Total de 1980 (CERCLA, por sus siglas en inglés) se refiere expresamente a los daños causados a los recursos naturales por sustancias peligrosas y lo mismo ocurre con la Ley de Contaminación por Hidrocarburos de 1990 que complementa a la anterior.

En Canadá aunque la Ley de Ambiental de 1999, la Ley de Manejo de Residuos de British Columbia de 1996 y la Ley de Protección Ambiental de Ontario de 1990 se refieren a las acciones de protección ambiental, no definen el concepto que estamos analizando.

El panorama europeo tampoco presenta grandes evoluciones a este respecto. Por ejemplo, en Italia, la Ley 349/1986 del 8 de julio de ese año definió al daño ambiental como “todo deterioro, alteración o destrucción del ambiente provocado por un acto doloso o culposo, violando una disposición de ley o de procedimiento adoptado con base en una ley”, mientras que en Alemania la Ley sobre responsabilidad ambiental de 1990 no se refirió propiamente a los daños que analizamos, sino a los daños que se materializan en el ámbito de los derechos de la persona humana. En efecto, esta Ley señala en su párrafo 1.3.1., que “el daño por influjo medioambiental existe si es causado por sustancias, vibraciones, olores, presiones, rayos, gases, vapores, calores u otros fenómenos que se han propagado por el suelo, el aire o las aguas”, de tal manera que el daño al ambiente tiene relevancia jurídica únicamente en cuanto causa de daño personal.

Por su parte, la Directiva 2004/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 21 de abril de 2004 sobre responsabilidad medioambiental en relación con la prevención y reparación de daños, no establece un criterio diferente al seguido por las legislaciones latinoamericanas o europeas preexistentes a su entrada en vigor, pues según el artículo 2º, numeral primero de la misma, el daño ambiental comprende los daños a las especies y hábitats naturales protegidos; los daños a las aguas y los daños al suelo.

En ese sentido el precepto mencionado señala:

### **Artículo 2**

#### **Definiciones**

A efectos de la presente Directiva, se entenderá por:

1. «daño medioambiental»:

- a) los daños a las especies y hábitats naturales protegidos, es decir, cualquier daño que produzca efectos adversos significativos en la posibilidad de alcanzar o de mantener el estado favorable de conservación de dichos hábitats o especies. El carácter significativo de dichos efectos se evaluará en relación con el estado básico, teniendo en cuenta los criterios expuestos en el Anexo I; Los daños a las especies y hábitats naturales protegidos no incluirán los efectos adversos previamente identificados, derivados de un acto del operador expresamente autorizado por las autoridades competentes de conformidad con disposiciones que apliquen los apartados 3 y 4 del artículo 6 o el artículo 16 de la Directiva 92/43/CEE o el artículo 9 de la Directiva 79/409/CEE, o, en el caso de hábitats o especies no regulados por el Derecho comunitario, de conformidad con disposiciones equivalentes de la legislación nacional sobre conservación de la naturaleza.
- b) los daños a las aguas, es decir, cualquier daño que produzca efectos adversos significativos en el estado ecológico, químico o cuantitativo, o en el potencial ecológico definidos en la Directiva 2000/60/CE, de las aguas en cuestión, con excepción de los

efectos adversos a los que se aplica el apartado 7 del artículo 4 de dicha Directiva;

c) los daños al suelo, es decir, cualquier contaminación del suelo que suponga un riesgo significativo de que se produzcan efectos adversos para la salud humana, debidos a la introducción directa o indirecta de sustancias, preparados, organismos o microorganismos en el suelo o el subsuelo.

Sin embargo, resulta relevante destacar que conforme al numeral 2º del precepto citado se entiende por “daños”, “el cambio adverso mensurable de un recurso natural o el perjuicio mensurable a un servicio de recursos naturales, tanto si se producen directa como indirectamente”, pues como se observa, en este concepto hay una referencia a las afectaciones a los servicios ambientales.

El concepto toma algunos elementos de la definición elaborada en el año 2002 por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, antes referido. Sin embargo, la definición transcrita acusa algunas inconsistencias. Para nosotros, el *daño ecológico puro* o *daño al ambiente*, es aquel que se dirige al conjunto del medio natural, que es considerado como patrimonio colectivo, o a las funciones ambientales que desempeñan sus componentes de tal manera que se produce un desequilibrio que priva al ambiente de sus función primordial como soporte de vida en forma definitiva, independientemente de sus repercusiones sobre las personas o las cosas (*daño por influjo medioambiental*).

Es decir, el daño al ambiente es aquel que afecta a un bien jurídico diferente, a saber: el bien jurídico medio ambiente o bien, a la función que uno de los elementos integrantes del ambiente cumple en un sistema determinado y no comprende los que como consecuencia de las afectaciones del ambiente se provoquen o trasladen también al ámbito de la propiedad pública o privada. Estos últimos aún siendo una derivación del primero, se encuentran comprendidos dentro de la responsabilidad civil tradicional.

Por otra parte, si bien en el plano doctrinal es palpable la diferencia entre daño ambiental y daño civil, en el ámbito legislativo falta aún mucho por hacer en la tarea de deslindar uno del otro. Esa diferenciación es relevante, pues como se verá, el daño ambiental posee características diversas a las que informan al daño civil tradicional.

Más aún, como consecuencia de la idea equivocada de identificar el daño civil con el daño ambiental, los regímenes jurídicos latinoamericanos intentan aplicar el derecho civil a los daños ambientales mediante la adaptación de las reglas procesales tradicionales sobre legitimación, prescripción de la acción, vínculo de causalidad, restauración y reparación del daño, y alcance de la sentencia, todo ello con el objetivo de hacer más flexible la imputación de la responsabilidad. Sin embargo, la aplicación de la responsabilidad civil a los daños ambientales sigue siendo difícil debido a que en todos los casos probar la existencia del daño ambiental es un requerimiento fundamental para imputar la responsabilidad y como se ha dicho, el daño ambiental no es ni fácil ni inmediatamente perceptible.

#### **IV. LA INAPLICABILIDAD DE LA RESPONSABILIDAD CIVIL A LOS DAÑOS AMBIENTALES**

En la tradición jurídica latinoamericana se reconocen dos tipos de responsabilidad: la responsabilidad subjetiva o por culpa y la responsabilidad objetiva o por riesgo creado. La responsabilidad subjetiva está basada en la existencia de tres elementos: la existencia de un daño; un comportamiento ilegal y el vínculo de causalidad entre esa conducta ilícita y el daño. Por otro lado, la responsabilidad objetiva no requiere la prueba de una conducta ilegal pero el vínculo de causalidad sigue siendo exigible.

Dado que el nacimiento del sistema de responsabilidad objetiva está vinculado con la realización de actividades peligrosas que envuelven un nivel considerable de riesgo, parece lógico pensar que ésta resulta aplicable a los daños ambientales, sin embargo esto puede tornarse complicado por varias razones.

Primero, cuando el ambiente es afectado, desde el punto de vista jurídico probar el vínculo de causalidad presenta dificultades irresolubles. A pesar de que algunas de las leyes ambientales latinoamericanas tratan de resolver este problema invirtiendo la carga de prueba, probar la ocurrencia del daño es todavía un reto mayor en tales sistemas legales. Por ejemplo, en Chile, el artículo 52 de la Ley sobre Bases Generales del Ambiente establece que la responsabilidad del autor de un daño ambiental se presume en los casos en los que no se haya cumplido con las regulaciones de calidad ambiental, estándares de emisiones, planes de prevención o descontaminación, regulaciones especiales para los casos de emergencia ambiental o estándares de protección, preservación o conservación ambiental, establecidas en esa ley u otras provisiones legales o reglamentarias.

De manera similar, en Argentina el artículo 29 de la Ley General del Ambiente establece que la responsabilidad del autor del daño se presume *iuris tantum* en los casos de incumplimiento de las regulaciones ambientales. Finalmente, en México, la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima establece una regla muy interesante, según la cual se estima que el daño es imputable a una fuente de contaminación si por las características de los procesos que desarrolla, las sustancias o materiales que maneja o los residuos que genera, tiene la capacidad de producir tal daño.

Invirtiendo la carga de prueba se evita que una parte importante del costo del proceso sea pagado por la víctima. Adicionalmente, esta regla se justifica ya que el posible responsable posee más información técnica y científica sobre las actividades causantes del daño que la víctima.

Una problemática adicional, consiste en el carácter colectivo del daño ambiental el cual implica determinar a quién corresponde interponer una demanda por daños al ambiente.

Al respecto, se pueden identificar tres tendencias en la legislación de Latinoamérica. La primera comprende a los países como Brasil,<sup>43</sup> Cuba<sup>44</sup> y México<sup>45</sup> en donde se concede *locus standi* a una agencia pública. La segunda incluye a Argentina,<sup>46</sup> El Salvador<sup>47</sup> y Ecuador,<sup>48</sup> donde la

legitimación legal para la restauración ambiental se otorga a organizaciones no gubernamentales. El último grupo incluye a Bolivia,<sup>49</sup> Brasil,<sup>50</sup> Colombia,<sup>51</sup> Costa Rica,<sup>52</sup> El Salvador,<sup>53</sup> Nicaragua<sup>54</sup> y Panamá,<sup>55</sup> donde cualquier persona está legitimada para entablar una acción de esta naturaleza.

Por otra parte, la naturaleza de continuidad del daño ambiental acarrea el problema de determinar cuál es el tiempo de prescripción de la acción más adecuado. La continuidad del daño ambiental significa que éste es generado por una sucesión de actos que no tienen la suficiente autonomía para determinar el momento a partir del cual el plazo de prescripción debe contarse. Normalmente, la causa es un acto complejo que involucra una serie de factores ocurridos durante un largo período de tiempo.

El tiempo límite para entablar una acción tendiente a la restauración del daño ambiental se puede calcular a partir de tres momentos diferentes: a) cuando se produce la causa, como en el caso de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de México;<sup>56</sup> b) a partir de que el daño se hace evidente como sucede en el caso de Chile<sup>57</sup> y Panamá;<sup>58</sup> o c) a partir del momento en que cesan los efectos del daño, como en el caso de la Ley Ambiental del Distrito Federal (México).<sup>59</sup>

A pesar de las soluciones planteadas por la legislación comparada para enfrentar los paradigmas descritos, determinar en que debe consistir la restauración del daño ambiental sigue siendo problemático. Mientras que para el Derecho civil el daño debe repararse mediante el pago de una compensación económica o devolviendo el objeto dañado a su condición anterior a la ocurrencia del daño, en el ámbito ambiental la restauración *in natura* debe ser la prioridad. Tanto la jurisprudencia como la legislación han reconocido la preeminencia de la restauración *in natura* por encima de la compensación económica como puede verse en Argentina,<sup>60</sup> Brasil,<sup>61</sup> Cuba,<sup>62</sup> Chile,<sup>63</sup> Ecuador,<sup>64</sup> El Salvador,<sup>65</sup> Honduras,<sup>66</sup> México,<sup>67</sup> Nicaragua<sup>68</sup> y Panamá.<sup>69</sup>

Empero, la restauración *in natura* y la compensación económica presentan dificultades prácticas casi insuperables, tales como la necesidad de contar

con información científica completa y confiable para calcular el nivel de reconstrucción del ambiente dañado. Una revisión de las leyes ambientales latinoamericanas muestra que ninguna de éstas ha incluido reglas dirigidas a determinar en qué debe consistir la restauración.

Por otro lado, si la restauración del ambiente dañado es imposible, entonces se debe pagar una compensación económica. Sin embargo, para que esto sea factible, los sistemas legales deben referirse a cuestiones relacionadas como la cuantificación y en su caso, determinar a quién se debe pagar esa compensación. Hasta ahora, la solución más popular en Latinoamérica ha establecido fondos ambientales que recolectan y administran las compensaciones económicas ordenadas por las cortes en casos en los que la restauración *in natura* es imposible.

Aun si todos los problemas planteados se pudieran resolver, la aplicación de la responsabilidad civil al daño ambiental siempre dejará hechos sin restauración, pues cuando el daño al ambiente se vuelva evidente, dos cosas pueden ocurrir: el plazo para ejercer la acción ha prescrito o simplemente la persona responsable ha desaparecido. En consecuencia, el requisito bajo el sistema de responsabilidad civil de probar la existencia del daño se convierte en un verdadero obstáculo para asignar la responsabilidad por daños ambientales.

Las características de incertidumbre, continuidad y progresividad que presenta el daño ambiental exigen que la responsabilidad deba ser imputada antes de que éste se vuelva evidente. En consecuencia, un verdadero sistema de responsabilidad ambiental deberá ser tan heterodoxo que permita asignar responsabilidad a quienes son capaces de contribuir a generar una futura agresión al ambiente. Esta es la responsabilidad sin prueba de daño que se propone en este trabajo.

Así, es necesario construir un nuevo sistema de responsabilidad por daños ambientales independiente del sistema civil de responsabilidad objetiva que para asignar la obligación de restauración requiere la prueba de daño y del vínculo de causalidad. El sistema de responsabilidad propuesto, debe ser diseñado con el propósito de reconocer que aquellos

que generan un alto riesgo al ambiente son responsables por daños futuros que están contribuyendo a producir y consecuentemente, el sistema debe asignar a estos contribuyentes la obligación de pagar por la restauración a futuro daño, a pesar de que el daño no haya ocurrido aún. Esta idea se explica a fondo en la siguiente sección.

## **V. LA IDEA DE RESPONSABILIDAD SIN PRUEBAS DE DAÑO**

Como se ha demostrado anteriormente, diversos factores indican que la restauración del daño ambiental no es siempre posible a través de la aplicación de responsabilidad civil. Sin embargo en tiempos recientes, bajo la influencia de principios establecidos por la Declaración de Río, se ha iniciado en varios países una transformación de las políticas ambientales. Estas nuevas políticas ambientales buscan un doble objetivo: por una parte, obligar al contaminador a asumir el costo de su actividad contaminante, y por otra, buscan acumular suficientes recursos para restaurar ambientes dañados por un agente contaminante no identificable. Sin embargo, hay límites para la aplicación del principio contaminador-pagador, incluyendo: la magnitud financiera del daño ambiental; dificultad en atribuir responsabilidad a los defensores y problemas de causa que necesitan del desarrollo de mecanismos de restauración con un carácter colectivo, basado en el principio de solidaridad para extender responsabilidad por daños ambientales entre todos los posibles contribuyentes a su ocurrencia. Extender la responsabilidad por daños ambientales a todo posible contribuyente de tal daño, no requiere probar la actualización del daño sino sólo probar la capacidad que tienen ciertas actividades de contribuir a generarlo. Consecuentemente, este nuevo enfoque no requiere la prueba del daño como requisito para asignar responsabilidad. Existen tres mecanismos que permiten la asignación de responsabilidad sin tener que probar la ocurrencia del daño: impuestos ambientales, fondos de restauración y seguros ambientales. Nos referiremos a estos instrumentos en el siguiente apartado.

## **VI. NUEVOS MECANISMOS PARA ASIGNAR LA RESPONSABILIDAD POR DAÑOS AMBIENTALES**

Mediante el uso de instrumentos económicos es posible asignar responsabilidad de manera más eficiente que usando el sistema de responsabilidad objetiva. La implementación apropiada de los impuestos ambientales, seguros ambientales y fondos ambientales, permite a los gobiernos recolectar suficientes ingresos de quienes están potencialmente contribuyendo a generar daños ambientales futuros y dirigir dichos ingresos hacia la restauración del ambiente dañado sin tener que probar el vínculo de causalidad y consecuentemente, sin probar el daño ni enfrentar las inconveniencias procesales propias del sistema de responsabilidad civil.

### **Seguros ambientales**

Aplicar seguros al daño ambiental permitiría la expansión del concepto de responsabilidad sin probar la existencia del daño si el seguro se define como una alternativa para hacer que las compañías paguen los costos de futuros daños al ambiente. Ello sólo es posible, si primero las legislaciones ambientales establecen un seguro obligatorio para aquellos que conducen ciertas actividades que involucren un nivel de riesgo considerable para el ambiente y segundo, si las compañías de seguros están obligadas por la ley a pagar el costo de los daños ambientales generados por tales actividades sin inquirir quién, entre el grupo de contaminadores asegurados, ha causado el daño.

Las legislaciones ambientales más recientes, imponen seguros obligatorios por actividades o procesos asociados con riesgo latente. Por ejemplo en Chile, de acuerdo con la Ley sobre Bases Generales del Ambiente, las compañías tienen permitido comenzar actividades presentadas a evaluación del impacto ambiental aun antes de que se expida la autorización correspondiente, siempre y cuando otorguen un seguro por los posibles daños ambientales. En Colombia, en concordancia con el artículo 60 del Acta Ley 99, los concesionarios de un proyecto minero están obligados a garantizar la restauración de la tierra por medio

de un seguro. En México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente establece, en el artículo 35, que la Secretaría del Medio Ambiente podrá exigir un seguro u otro tipo de garantías con respecto al cumplimiento de condiciones de una autorización de impacto ambiental, cuando el trabajo emprendido puede causar serios daños al ecosistema.

Los seguros pueden contribuir a aliviar la carga de pagar por la restauración del daño ambiental. Además al pagar un seguro, el contaminador está tomando precauciones contra las potenciales consecuencias negativas de sus actividades contaminantes, así el seguro se transforma en un instrumento anticipatorio para recolectar recursos económicos que permitan remediar el daño ambiental antes de que ocurra.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, los seguros ambientales están relacionados con el sistema de responsabilidad civil que, como previamente ha sido mencionado, no son tan fácilmente aplicables en casos en los que el ambiente es dañado. Entonces, es necesario establecer un nuevo sistema legal en el cual, los seguros sean considerados como una manera de recolectar dinero de los contaminantes y en el cual las compañías de seguros que recolectan dichos fondos, estén obligadas a restaurar futuros daños ambientales causados por las actividades de aquellos que han pagado por el seguro sin aplicar el sistema de responsabilidad civil.

## **Impuestos ambientales**

Dado que el daño ambiental está frecuentemente asociado con contaminantes difusos, que hacen casi imposible determinar la causa que lo genera, los impuestos ambientales podrían proporcionar un instrumento a través del cual los contaminantes paguen por daños ambientales futuros que podrían generar. En ese sentido, muchos países han aprobado legislaciones fiscales que, además de contribuir a la generación de ingresos tratan de regular las actividades contaminantes. Por ejemplo, en 1980, en los Estados Unidos de América la *Oil Crude Tax*, el *Chemical*

*Feedstock Tax*, el *Imported Chemical Derivatives Tax* y el *Corporate Environmental Income Tax* fueron establecidos para proveer al programa de Súper fondo de los recursos necesarios para asegurar la limpieza de los sitios contaminados en aquellos casos en los cuales los contaminadores no pueden localizarse, están en bancarrota o se rehúsan a llevar a cabo acción alguna de restauración.

Sin embargo, la tributación ambiental no es aún la tendencia universal entre los países latinoamericanos. Por ejemplo, en Chile y México, los impuestos ambientales son mencionados en las legislaciones ambientales, pero todavía no se ha establecido impuesto ambiental alguno.

Además, en los países donde los impuestos ambientales se han introducido, estos siguen teniendo una finalidad mayormente recaudatoria y no están enfocados a la restauración ambiental, como ocurre por ejemplo con el impuesto de conservación de bosques establecido en la Ley del Bosque de Costa Rica 1986.<sup>70</sup>

Así, los impuestos ambientales ofrecen una amplia posibilidad de construir un nuevo sistema de responsabilidad por daños ambientales, ya que los ingresos generados por éstos, podrían usarse para restaurar ambientes dañados sin la necesidad de canalizar la responsabilidad a un causante del daño en los términos de los códigos civiles.

### **Fondos de restauración**

Los fondos de restauración también podrían contribuir a distribuir la responsabilidad entre todas las personas potencialmente responsables, evitando así el problema de probar la existencia del daño. Una revisión de las Leyes Ambientales latinoamericanas muestra que Argentina,<sup>71</sup> Bolivia,<sup>72</sup> Brasil,<sup>73</sup> Chile,<sup>74</sup> Costa Rica,<sup>75</sup> Cuba,<sup>76</sup> Salvador<sup>77</sup> y Nicaragua<sup>78</sup> han establecido fondos de restauración, integrados con ingresos provenientes de una variedad de fuentes, incluyendo las indemnizaciones por daños ordenadas por los jueces o las multas impuestas por infracciones de carácter administrativo. Tales fondos son mecanismos de

restauración útiles en los casos en los que no se puede identificar al responsable, pero deben ser aplicados sobre la base de una conexión con los seguros e impuestos establecidos por la legislación. Desafortunadamente, en Latinoamérica tal conexión no existe aún.

En resumen, una combinación adecuada de seguros, impuestos ambientales y fondos de restauración podría ayudar en el proceso de construir un nuevo sistema de responsabilidad ambiental que elimine la necesidad de probar el daño como condición para obtener la restauración del ambiente dañado.

En este nuevo sistema de responsabilidad, todo posible colaborador en la producción de los daños ambientales estaría obligado a pagar impuestos dirigidos a un fondo ambiental y los recursos del fondo se utilizarán para restaurar daños ambientales ocurridos. La remediación sería directamente conducida por el gobierno y sin necesidad de tener que asignar la responsabilidad a persona alguna, pues ésta ha sido ya asignada previamente a través del tributo.

En la misma forma, las actividades que generen riesgo ambiental estarían obligadas a contar con un seguro para enfrentar la restauración de daños ambientales futuros. En este caso, los recursos económicos recolectados por las compañías de seguros también estarían enfocados al fondo ambiental y éste ante la eventual ocurrencia del daño, se encargaría de la restauración sin interrogación de la causa del daño.

## VII. CONCLUSIONES

La tendencia de la legislación latinoamericana a adaptar la responsabilidad civil para aplicarla a los problemas derivados de la generación de daños al medio ambiente, muestra progresos importantes pero insuficientes. A pesar de la tendencia que prevalece en muchos países de revertir la carga de prueba, establecer largos periodos de prescripción y reconocer un amplio *locus standi*, el núcleo del problema permanece: la dificultad de probar el daño ambiental.

Para resolver este paradigma, es necesario pensar en un sistema de responsabilidad por daños ambientales futuros. De la misma forma en que la incorporación del sistema de responsabilidad objetiva en el mundo jurídico significó una revolución en la Ciencia Jurídica a nivel internacional, resolver los problemas que plantea para el Derecho, el daño ambiental demanda una nueva evolución para la teoría de responsabilidad, en la cual la imputación de la responsabilidad no debe requerir prueba del daño.

Lo anterior no puede lograrse mediante la aplicación de responsabilidad civil, sino a través de mecanismos de carácter colectivo tales como impuestos, fondos y seguros ambientales. Algunos países de Latinoamérica se han movido en esta dirección pero hasta ahora, no existe la suficiente conexión entre esos mecanismos para habilitar la articulación de un nuevo sistema de imputación de responsabilidad por daño ambiental.

Es urgente que los estudiosos del Derecho y los organismos internacionales definan una agenda que guíe a los legisladores en la tarea de construir un sistema de responsabilidad dirigido a lograr la restauración de los daños producidos directamente sobre el ambiente.

---

\*Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.

Contacto: Correo [jjgonzalez@gonzalezasociados.com](mailto:jjgonzalez@gonzalezasociados.com)

---

<sup>1</sup> Bolivia, Ley General del Ambiente(1992); Venezuela, Ley Penal del Ambiente, 1992; Honduras, Ley General del Ambiente (1993); Chile, Ley Sobre Bases Generales del Ambiente (1994); Costa Rica, Ley Orgánica del Ambiente (1995); Paraguay, Ley de Crímenes Ambientales (1995); Nicaragua, Ley General del Ambiente y de los Recursos Naturales (1996); México, Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988 reformada sustancialmente en 1996), Ley General de Vida Silvestre(2000), Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (2003); Cuba, Ley del Ambiente (1997); El Salvador, Ley Ambiental (1998); Panamá, Ley General del Ambiente (1998); Brasil, Ley de Crímenes Ambientales (1998); Colombia, Ley 99 por la cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA- y se dictan otras disposiciones (1993); República Dominicana, Ley General del Ambiente y de los Recursos Naturales (2000); Uruguay, Ley General de Protección Ambiental (2000); y Argentina, Ley General del Ambiente (2002).

<sup>2</sup> Entre los Tratados Internacionales relativos a la responsabilidad por el daño ambiental se encuentra: la *Convention on Third Party Liability in the Field of Nuclear Energy (Paris Convention)* adoptada el 29 de Julio 1960 bajo los auspicios de la European Nuclear Energy Agency; la *Brussels Convention*, firmada el 31 de Enero de 1963; la *Convention on civil Liability for Nuclear Damage (Vienna Convention)*, que fue adoptada el 21 de Mayo 1963 bajo el auspicio de la International Atomic Energy Agency (IAEA); la *International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage* concluida en Brussels en 1969 bajo el auspicio de la International Maritime Organisation (IMO); la *Geneva Convention on Civil Liability for Damage Caused during Carriage of Dangerous Goods by Road, Rail, and Inland Navigation Vessels (CRTD)*; la *Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal* adoptada en 1989 y su Protocolo de 1999; y la *Council of Europe's Convention on Civil Liability for Damage resulting from Activities Dangerous to the Environment*, signada en Lugano el 21 de Junio de 1993. Como ocurre en los países de tradición jurídica romano-germánica, en los Estados Unidos de América y parte de Canadá, naciones que pertenecen a la tradición jurídica del *common law*, las instituciones legales relativas a daños (“nuisance”, “trespass”, “negligence” y “ultra hazardous activity y strict liability”) otorgan fundamento legal para el ejercicio de acciones legales dirigidas a la protección del ambiente.

<sup>3</sup> *Nuisance*, *trespass*, *negligence* y *strict liability* son los mecanismos que permiten fundamentar las acciones civiles para proteger al ambiente.

<sup>4</sup> En los países de tradición civilista, la denominada *strict liability* es conocida como responsabilidad objetiva.

<sup>5</sup> Véase la célebre regla de Rylands V. Fletcher (1868) LR 3 HL 330 que estableció el sistema de responsabilidad estricta, las doctrinas del dominio público y de los derechos riparios.

<sup>6</sup> Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA) y su Ley de reautorización de 1980 (SARA)

---

<sup>7</sup> Oil Pollution Act, secciones 34-42.

<sup>8</sup> Fisheries Act, secciones 34-42.

<sup>9</sup> Canadian Shipping Act, secciones 673-727.

<sup>10</sup> Canadian Environmental Protection Act, secciones 39-103.

<sup>11</sup> Waste Act, secciones 26-28.

<sup>12</sup> Environmental Protection Act, secciones 92-97.

<sup>13</sup> Artículos 2º, 3º, 6-9.

<sup>14</sup> Artículo 4º.

<sup>15</sup> Artículo 16.

<sup>16</sup> Artículos 13 y 20.

<sup>17</sup> Artículo 8º, párrafo primero.

<sup>18</sup> Artículo 9º.

<sup>19</sup> Antonio Augusto Mello de Camargo Ferraz. "Inquêrito Civil: dez anos de um instrumento de cidadania"; *Ação civil pública* (Public Civil Action), (1995), 62-29.

<sup>20</sup> Celso Antonio Fiorillo. "A ação civil pública e a defesa dos direitos constitucionais difusos" en Edis Milaré (Editor); *Supra* 13, 163-161.

<sup>21</sup> Eduardo Astorga Jonquera, *Derecho Ambiental Chileno* (2006), 102-121.

<sup>22</sup> Diario Oficial de la Federación 3 de Julio de 2000.

<sup>23</sup> Diario Oficial de la Federación 8 de Octubre de 2003.

<sup>24</sup> Ver artículo 68 de esta Ley.

<sup>25</sup> El proyecto original incluía una serie de innovaciones dirigidas a construir un verdadero sistema de responsabilidad ambiental, pero fue completamente modificado por la Cámara de Diputados.

<sup>26</sup> Véase: Lucía Gomis Catalá; *Responsabilidad por daños al medio ambiente* (1998), p. 247.

<sup>27</sup> Véase: en México, Campos Díaz Barriga, Mercedes. *La responsabilidad civil por daños al medio ambiente. El caso del Agua en México*. México, UNAM, 2000. González, José Juan. *La*

---

*responsabilidad por el daño ambiental en México: El paradigma de la reparación*. México, Miguel Ángel Porrúa, 2002. En España, De Miguel Perales, Carlos. *La responsabilidad civil por daños al ambiente*. Madrid, Civitas, 1980. En Italia, Prati, Luca “La ripartizioni delle responsabilità ambiental all’ interno delle organizzazioni impreditionale e del grupi societari” in *Rivista Juridica dell’ambiente* (1997); en Francia Prieur, Michael. *Droit de l’environnement*. Pariz. Dalloz, 1991. En Argentina Mosset, José y Hutchinson, Tomás. *Daño Ambiental* (Environmental damage). Buenos Aires, Rubinzal-Culzoni, 2000. En Brasil Marqués-Sampaio, José. *Responsabilidade civil e reparacao de danos ao medio ambiente* (Civl Liability and Restoration of damages to the environment). Rio de Janeiro, Editora Lumen Juris, 1998. En Estados Unidos Church, Thomas y Nakamura, Robert. *Clearing up the mess. Implementing strategies in superfund*. Washington, the Brookings Institution, 1993.

<sup>28</sup> Bernad Nabel and Richard T. Wright; *Environmental science. The way the world works* (1996) 672.

<sup>29</sup> En 1987 la Suprema Corte de Justicia de Italia estableció esa diferencia en su decisión 210/87. See: Di Plinio, Giampiero, Sei miliardi di ragioni, Di Plinio Giampiero y Pasquale Fimiani; *Principi di Diritto Ambientale* (Principles of Environmental Law) (2000) 145.

<sup>30</sup> Véase: Juan Sève, IRG, A Discussion Paper on Environmental and Natural Resources Accounting and Potential Applications in African Countries at [www.irgtd.com/resources/publications/africa/2002-03](http://www.irgtd.com/resources/publications/africa/2002-03).

<sup>31</sup> Véase: Raúl Brañes. *Manual de Derecho Ambiental*. México, FCE, 2004.

<sup>32</sup> The first United Nations Conference on the Human Environment (UNCHE) was held in Stockholm, Sweden from June 5 to June 16, 1972.

<sup>33</sup> The United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) was held from June 3 through June 14, 1992, in Rio de Janeiro, Brazil. Michel Prieur señala que “El concepto de daño ecológico fue utilizado por primera vez por M. Despax para insistir sobre la particularidad de los perjuicios indirectos resultantes de atentados al ambiente”. El autor citado agrega que “La afectación de un elemento del ambiente (el agua por ejemplo) no puede evitar sus efectos sobre otros componentes del ambiente tomando en cuenta la interdependencia de los fenómenos ecológicos. El daño ecológico es aquel que trae consigo una afectación al conjunto de los elementos de un sistema y que por su carácter indirecto y difuso no permite en tanto que tal dar paso al derecho a la reparación.” Michel Prieur. *Droit de l’environnement*. 2ª: ed. Paris, Dalloz, 1991. P. 931.

<sup>34</sup> Véase: Robinson, Nicholas, “Challenges confronting the progressive development of a second generation of environmental laws” en Lin-Heng Ly y Maria Socorro Z. Manguiat (Editors); *Towards a “second generation” in environmental laws in Asia Pacific Region* (2003), 28.

---

<sup>35</sup> Cabanillas Sánchez, Antonio. "El daño ambiental" (Environmental Damage). *Revista de Derecho Ambiental. Publicación Técnico-Jurídica de Medio Ambiente*, No. 12 (1994), pp. 11-12.

<sup>36</sup> Por ejemplo una de las más recientes iniciativas relativas a la responsabilidad por daños al ambiente: la "Directive 2004/35/CE of the European Parliament and the Council of the 21 of April of 2004 on environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage", fue estructurada sobre la idea de asociar el daño al ambiente con la responsabilidad civil.

<sup>37</sup> "El concepto de daño ambiental fue usado por primera vez por M. Despax para insistir sobre la especificidad de los daños indirectos que resultan de agresiones contra el ambiente". Prieur, Michel. *Droit de l'environnement* (Environmental Law). Paris, Dalloz, 2001, P 868.

<sup>38</sup> Véase: Juste Ruiz, José y Tullio Scovazzi (editor). *La práctica Internacional en materia de responsabilidad por accidente industriales catastróficos*. Valencia, Tirant lo Blanch, 2005.

<sup>39</sup> Tomás Hutchinson defines environmental damage as "all injury or reduction of right to interest that human beings collective or individually considered have to natural conditions of life are not negatively affected". Hutchinson, Tomás. "Responsabilidad pública ambiental" (Public Environmental Liability), in Jorge Mosset Iturraspe *et al*, Daño Ambiental (Environmental Damage). Buenos Aires, Rubinzal-Culzoni Editores, 2001. P. 37.

<sup>40</sup> UNEP. *Environmental Liability and Compensation Regimes: A review*. Nairobi, UNEP-Division of environmental policy implementation, 2003. P. 12.

<sup>41</sup> Véase Artículo 2.

<sup>42</sup> Véase Artículo 2.

<sup>43</sup> El primer párrafo del Artículo 5º. Acción Pública Acto 7.347/85 concede *locus standi* para entablar una acción principal o preventiva a fiscales además de organizaciones ambientales.

<sup>44</sup> El artículo 81 de la Ley Ambiental otorga *locus standi* con el fin de demandar la restauración del daño o la compensación económica a la Procuraduría General de la República y al Ministerio de Ciencias, Tecnología y Ambiente.

<sup>45</sup> En México la Ley General de Vida Silvestre concede *locus standi* únicamente a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

<sup>46</sup> El artículo 30 de la Ley Ambiental establece que donde un daño ambiental se produce, la persona afectada, el defensor del Pueblo y las organizaciones no gubernamentales tienen la acción legal para obtener compensación y restauración.

<sup>47</sup> El artículo 101 de la Ley Ambiental otorga *locus standi* a: 1) La persona legal o natural que ha sufrido directa e inmediatamente el daño, 2) Cinco miembros de una comunidad sin representación

---

legal, 3) La Procuraduría General de la República y 4) La oficina del procurador en defensa de los Derechos Humanos.

<sup>48</sup> El artículo 43 de la Ley de Gestión Ambiental establece que la persona legal o natural o grupos de personas unidos por un interés común y, afectado por omisión perjudicial podrán iniciar acciones por daños a la salud o al ambiente incluyendo la biodiversidad y sus elementos.

<sup>49</sup> El artículo 102 de la Ley Ambiental dice que las acciones civiles derivadas de daños cometidos en contra del Medio Ambiente pueden ejercerse por cualquier persona legalmente descrita como un representante apropiado de los intereses de los afectados colectivamente.

<sup>50</sup> Ver supra 37.

<sup>51</sup> El artículo 69 de la Ley 99 prevé que el cumplimiento efectivo de leyes o regulaciones con relación a la protección y defensa del medio ambiente puede ser demandada por cualquier persona legal ó natural a través del simple proceso de regulación del Código de Procedimientos Civiles.

<sup>52</sup> El artículo 50 de la Constitución señala que toda persona está legitimada para denunciar conductas que infrinjan el derecho a un ambiente saludable y a demandar la restauración del daño causado.

<sup>53</sup> El 2° artículo de la Ley Ambiental y los Recursos Naturales sostiene que “todas las personas tienen derecho a la participación pública para entablar acciones administrativas civiles o criminales, en contra de quienes infrinjan esta ley.

<sup>54</sup> El artículo 3 de la Ley Ambiental establece que los intereses colectivos difundidos son reconocidos para legitimar activamente a cualquier ciudadano u organismo civil, en los procesos administrativos, civiles y penales por daños ambientales.

<sup>55</sup> El artículo 111 de la Ley General del Ambiente establece que el interés colectivo y difuso está reconocido para activamente legitimar a cualquier ciudadano u organización civil, en los procedimientos administrativos, penales y civiles por daños ambientales.

<sup>56</sup> En México, el artículo 203 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente dice: “El plazo para entablar una demanda es de cinco años desde la fecha en que se comete el acto, hecho u omisión.

<sup>57</sup> La Ley chilena sobre Bases Generadores del Ambiente establece que “Las acciones ambientales y civiles emanadas de daños ambientales deben llevarse a cabo dentro del plazo de cinco años desde el día en que el daño es evidente para el demandante.

<sup>58</sup> En Panamá, el artículo 119 de la Ley General del Ambiente establece que “Las acciones ambientales civiles deben llevarse a cabo dentro del plazo de 10 años desde la fecha del incidente o la fecha en que el demandante supo del daño”.

---

<sup>59</sup> La Ley Ambiental del Distrito Federal establece que el plazo para entablar una acción ambiental es de cinco años desde la fecha en que se detienen los efectos dañinos al ambiente.

<sup>60</sup> En Argentina, el artículo 41 de la Constitución Federal establece que el daño ambiental genera la obligación de restaurarlo.

<sup>61</sup> En Brasil, la restauración *in natura* no ha sido expresamente reconocida aunque algunos colegiados reclaman que podría ser fundada en el 4° artículo de la Ley número 6.939/8. Véase: Pacheco Fiollio, Celso Antonio. Curso de Direito Ambiental Brasileiro (Curso de Derecho Ambiental Brasileño). Sao Paulo, Editora Saraiva, 2003. P. 31.

<sup>62</sup> En Cuba, el artículo 73 de la Ley Ambiental establece que en casos de acciones de compensación por daño ambiental, la restauración del medio ambiente debe ser prioridad.

<sup>63</sup> En Chile, el artículo 3 de la Ley General del Ambiente establece que aquellos que causan daños al medio ambiente tienen la obligación de restaurarlo.

<sup>64</sup> En Ecuador, el artículo 43 de la Ley de Manejo Ambiental establece que los jueces con poderes otorgados son responsables de restaurar el daño ambiental.

<sup>65</sup> En el Salvador, el artículo 85 de la Ley Ambiental establece que quien causa el daño ambiental está obligado a restaurarlo.

<sup>66</sup> En Honduras, el artículo 87 de la Ley General del Ambiente considera la restauración del ambiente como una sanción administrativa.

<sup>67</sup> En México, La LGEEPA establece que la restauración es la única forma de compensar el daño ambiental.

<sup>68</sup> En Nicaragua, el artículo 145 de la Ley General del Ambiente dice que la compensación del daño ambiental consiste en restablecer las condiciones previas del ambiente.

<sup>69</sup> En Panamá, el artículo 118 de la Ley General del Ambiente establece que el único objetivo de la acción ambiental es restaurar el ambiente dañado.

<sup>70</sup> Artículos 42 y 43.

<sup>71</sup> Fondo para la Compensación Ambiental establecido por el artículo 34 de la Ley General del Ambiente.

<sup>72</sup> Fondo Nacional Ambiental establecido por el Artículo 87 de la Ley del Ambiente.

<sup>73</sup> Fondo Nacional del Ambiente establecido por la Ley número 7. 797.

---

<sup>74</sup> Fondo para la Protección Ambiental establecido por el artículo 68 de la Ley sobre Bases Generales del Ambiente y Fondo para el Financiamiento Forestal establecido por el artículo 46 de la Ley Forestal Nacional.

<sup>75</sup> Fondo Ambiental Nacional establecido por el artículo 93 de la Ley Orgánica del Ambiente.

<sup>76</sup> Fondo Nacional del Ambiente establecido por el artículo 81 de la Ley Ambiental.

<sup>77</sup> Fondo Ambiental del El Salvador establecido por el artículo 11 de la Ley del Ambiente.

<sup>78</sup> Fondo Nacional del Ambiente establecido por el artículo 48 de la Ley General del Ambiente y los Recursos Naturales.

## EL ACCESO A LA JUSTICIA AMBIENTAL

**Magistrado Neófito López Ramos\***

**SUMARIO:** *Resumen. I. Introducción. II. Ámbitos de Protección al Ambiente. III. Situación actual de los recursos naturales en México. IV. Eficacia en la protección al ambiente. V. Acceso a la Justicia Ambiental. VI. Obligación constitucional de crear un Tribunal Ambiental, para hacer eficaz la protección al ambiente. VII. La participación ciudadana y de personas morales privadas y públicas. VIII. Justificación de la competencia jurisdiccional por materias. IX. La Cosa Juzgada en materia ambiental. X. Relevancia y urgencia en la solución de controversias en la materia ambiental. XI. Consecuencias de la existencia de un proceso y un Tribunal Ambiental. XII. Creación de un Fideicomiso o Fondo público para la reparación del daño ambiental. XIII. Propuesta de Reforma Constitucional. XIV. Conclusiones. XV. Fuentes Bibliográficas.*

**RESUMEN.** El Derecho ambiental es un conjunto de normas dispersas en diversas leyes cuyo objeto de tutela son los recursos naturales y el ambiente en general. Se trata de derechos y obligaciones de particulares, y de facultades y deberes de la autoridad, que tienen por finalidad garantizar la eficacia del derecho a un ambiente sano o adecuado para el bienestar y el desarrollo de la persona física, y por ende, la supervivencia de la especie humana en su entorno natural y cultural. Pero hay un vacío jurisdiccional porque está ausente un Derecho procesal ambiental que permita la eficacia de los derechos fundamentales que trascienden a la persona, que corresponden a todo un grupo social o colectividad, y que

resultan afectados por actividades de la administración pública y particulares, en cuanto que afectan recursos naturales, ecosistemas o la salud colectiva, ya que hasta ahora la clasificación de intereses difusos, intereses de grupo e interés colectivo, representan un obstáculo para acceder a la jurisdicción.

El ambiente es un bien jurídico colectivo, correlativo de un derecho fundamental inherente a la persona, porque sin ambiente sano, se deteriora la calidad de vida y se pone en riesgo la subsistencia y viabilidad de la especie humana. En México existe reconocimiento constitucional de un derecho a un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, pero queda sin tutela efectiva, porque no hay una regulación procesal, que establezca la legitimación, la acción, el proceso, la carga probatoria, facultades oficiosas del juez, la producción y desahogo de pruebas, así como su valoración y el contenido de las sentencias que decidan sobre una acción de naturaleza especial ambiental para la prevención, preservación y restauración del daño ambiental y en su caso, indemnización, cuyo fin específico sea la protección de los recursos naturales y en general el ambiente.

El deterioro de nuestros principales recursos naturales como bosques y agua, la contaminación del suelo y agotamiento del petróleo, son indicadores de que la aplicación de la norma ambiental también debe llevarse a cabo en sede jurisdiccional civil, de manera que se complemente la actuación de la autoridad administrativa y la política ambiental, así como la tutela efectiva con los delitos ambientales. Entonces resulta necesaria la creación de un Tribunal Federal Ambiental y de tribunales locales ambientales, con competencia concurrente o coincidente, y una Ley General Procesal Ambiental para ambos tribunales.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En una visión antropocéntrica nos colocamos fuera y por encima de la naturaleza, pretendimos dominarla explotando sus recursos sin tener que rendir cuentas a nadie; quizá alentados por el relato bíblico en el que

Adán dio nombre a todo animal sobre la faz de la tierra y por el pensamiento griego de que “el hombre es la medida de todas las cosas; de las que son en tanto que son, y de las que no lo son; en tanto que no lo son”, creímos ser señores sobre la tierra y que había que sojuzgarla.<sup>1</sup>

Sin embargo, la naturaleza ha respondido en diversos momentos con fenómenos imprevisibles e inevitables.

Julio Verne ubica en Rosarito (Baja California) el inicio del cataclismo que hará surgir nuevos continentes y mandará al fondo los que ahora están en la superficie; para dejar a unos cuantos sobrevivientes que iniciarán nuevas civilizaciones<sup>2</sup>.

En el “diluvio” bíblico es el Arca de Noé la que permite la sobrevivencia del hombre y otras especies.<sup>3</sup>

Pompeya quedó sepultada por la erupción del Vesubio y misteriosamente ciudades como Teotihuacán, Palenque y Chichen Itzá, dejaron de florecer.

Esos cataclismos, uno debido a la imaginación o visión profética, y los otros correspondientes a una realidad que quedó registrada en la memoria de la humanidad, reflejan la posibilidad de desaparición de cada civilización, lo que debe alertarnos para cuidar nuestro entorno y evitar que el agotamiento de los recursos naturales existentes provoque graves consecuencias por no respetar las leyes de la naturaleza.

Engels apunta con claridad la diferencia entre la acción modificatoria de la naturaleza por la actitud de los hombres y la de los animales, porque éstos utilizan la naturaleza exterior y la modifican por el mero hecho de su presencia en ella; mientras que el hombre la modifica y la obliga a servirle, la domina; sólo que podemos prever las primeras consecuencias, pero “en segundo y tercer lugar aparecen unas consecuencias muy distintas, totalmente imprevistas y que, a menudo, anulan a las primeras.”<sup>4</sup>

También precisa que los pueblos antiguos de Mesopotamia y Asia Menor talaron bosques para obtener tierras de labor; con lo que sentaron las bases de la actual aridez de esas tierras.<sup>5</sup>

Los fenicios talaron los bosques para construir sus barcos y provocaron consecuencias desastrosas;<sup>6</sup> así como la hipótesis de que el esplendor de la civilización Maya decayó al rebasarse los límites sustentables de la selva que mantenía a la población.

Tenemos que recordar con Engels nuestra unidad con la naturaleza<sup>7</sup> y que somos, como apunta Víctor Toledo una especie biológica y social<sup>8</sup> cuya actividad no se limita a la apropiación de los recursos naturales para la satisfacción de sus necesidades primarias sino que los explota, les da un valor económico y produce riqueza y eso lleva a la sobreexplotación de los recursos; de manera que en la actualidad asistimos a un gran deterioro ambiental.

Es necesario educar para una conciencia ecológica y modificar nuestros hábitos de consumo, porque como especie biológica aún no hemos superado la fase de colonización y estamos en transición a la fase culminante.<sup>9</sup>

El camino seguro y largo es la actuación conjunta de gobierno y particulares; que todas las instituciones públicas y privadas, junto con niños y ciudadanos hagamos la tarea de racionalizar lo que consumimos.

Desde hace treinta y cinco años, con la primera conferencia sobre el ambiente humano celebrada en Estocolmo, Suecia<sup>10</sup> se planteó la situación de crisis ambiental y ese evento posiblemente marca el inicio de una preocupación internacional en la que subyace una reflexión del hombre que vuelve al seno de la naturaleza y está dispuesto a reconocerse como parte de la vida en la tierra, y que forma parte de la conciencia del planeta.

Desde entonces, se han acuñado conceptos como ecodesarrollo, desarrollo autosustentable, desarrollo sustentable o sostenible, desarrollo

integral y sustentabilidad, algunos de los cuales, junto con el reconocimiento de un derecho a un medio ambiente sano o adecuado para el bienestar y el desarrollo, se han incorporado a las constituciones de Latinoamérica.

El problema de la contaminación y el agotamiento de los recursos necesarios para la subsistencia trasciende ámbitos temporales y geográficos; y la respuesta es lo que ahora denominamos Derecho ambiental, en el que subyace la relación hombre-naturaleza; su objeto específico es regular la conducta del hombre para asegurar la subsistencia y bienestar de la especie humana en su entorno natural y cultural; es solidario y transgeneracional, porque atañe a las generaciones presentes y futuras y es garantista, porque tiende a hacer efectiva la protección al ambiente con un desarrollo integral y sustentable.

Esa construcción del Derecho ambiental y de una conciencia ecológica se pudo generar por el movimiento internacional cuyo punto de partida formal es la Conferencia de Estocolmo, en 1972<sup>11</sup>, continuó con la Cumbre de Río de Janeiro, en 1992 y la Cumbre de Johannesburgo, Sudáfrica, en 2002.

En cumplimiento a esos compromisos internacionales y ante una conciencia internacional de protección al ambiente, los estados de Latinoamérica han incorporado a su Derecho interno conceptos propios de la materia ambiental, y por ende el Derecho ambiental ha podido configurarse por la fuerza del Derecho internacional.

Esos eventos internacionales generaron cambios constitucionales principalmente en Latinoamérica: en México el 28 de junio de 1999 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la adición al artículo 4° de la Constitución Federal para establecer el derecho de toda persona a un ambiente adecuado para el bienestar y el desarrollo<sup>12</sup>, aunque tal derecho ya tenía su reconocimiento en la fracción I del artículo 1° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988.

Por lo que toca al papel de los jueces en la aplicación de la norma ambiental, los poderes judiciales se han involucrado con su participación en el Congreso Latinoamericano de Jueces celebrado en el mes de enero del año 2000, en México, auspiciado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, y que con otros congresos regionales posteriores fueron la preparación de la Cumbre Mundial de Jueces celebrada en Johannesburgo, Sudáfrica, en el mes de agosto del año 2002, en la que se reconoció el rol del Poder Judicial en la aplicación coercitiva de las normas jurídicas y su función decisiva en la potenciación del interés del público en un ambiente saludable y seguro.

En materia procesal, al lado del concepto de interés jurídico y legitimación procesal clásicas, han surgido los de intereses difusos, colectivos o de grupo, que ante la falta de reconocimiento legal para cualquier persona en defensa de un ambiente sano, constituyen una barrera doctrinaria que obscurece e impide el acceso a un juicio de naturaleza ambiental que garantice la eficacia de las diversas leyes que regulan derechos y obligaciones para particulares y autoridades en la materia de protección al ambiente y en general, de los recursos naturales.

## **II. ÁMBITOS DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE**

### **a) Sede Constitucional**

La prevención y reparación del daño ambiental puede darse en sede constitucional si es que la máxima norma jurídica del País regula una acción o recurso constitucional con la que se pudiera exigir la concreción del derecho a un ambiente sano, con medidas precautorias o provisionales y la resolución definitiva que decidiera la controversia vinculando a las autoridades a aplicar la norma ambiental.

Ejemplo de esa protección constitucional del ambiente es el artículo 43 de la Constitución Federal de la República Argentina que regula la acción expedita y rápida de amparo en los siguientes términos:

“Art. 43.- Toda persona puede interponer acción expedita y rápida de amparo, siempre que no exista otro medio judicial más idóneo, contra todo acto u omisión de autoridades públicas o de particulares, que en forma actual o inminente lesione, restrinja, altere o amenace, con arbitrariedad o ilegalidad manifiesta, derechos y garantías reconocidos por esta Constitución, un tratado o una ley. En el caso, el juez podrá declarar la inconstitucionalidad de la norma en que se funde el acto u omisión lesiva.

Podrán interponer esta acción contra cualquier forma de discriminación y en lo relativo a los derechos que protegen al ambiente, a la competencia, al usuario y al consumidor, así como a los derechos de incidencia colectiva en general, el afectado, el defensor del pueblo y las asociaciones que propendan a esos fines, registradas conforme a la ley, la que determinará los requisitos y formas de su organización.

Toda persona podrá interponer esta acción para tomar conocimiento de los datos a ella referidos y de su finalidad, que consten en registros o bancos de datos públicos, o los privados destinados a proveer informes, y en caso de falsedad o discriminación, para exigir la supresión, rectificación, confidencialidad o actualización de aquéllos. No podrá afectarse el secreto de las fuentes de información periodística.

Cuando el derecho lesionado, restringido, alterado o amenazado fuera la libertad física, o en caso de agravamiento ilegítimo en la forma o condiciones de detención, o en el de desaparición forzada de personas, la acción de hábeas corpus podrá ser interpuesta por el afectado o por cualquiera en su favor y el juez resolverá de inmediato, aun durante la vigencia del estado de sitio.”

En México, los controles jurisdiccionales de la Constitución son los ejercidos por uno de los poderes de la Unión: el Judicial, a través del cual se trata de salvaguardar la supremacía de la Constitución establecida en su artículo 133, con la actividad netamente jurisdiccional.

En el sistema de control jurisdiccional de la Constitución, ejercido por el Poder Judicial de la Federación, está la acción de amparo, regulada en los artículos 103 y 107, las controversias constitucionales y las acciones de

inconstitucionalidad, previstas en el artículo 105 de la Constitución Federal; esto es, la protección a la parte dogmática y parte orgánica.

Por otro lado, en el artículo 99, se regulan los juicios de revisión constitucional y de protección de los derechos político electorales que permiten la tutela efectiva de estos derechos, donde el Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación, como máxima autoridad en materia electoral, tiene la facultad de analizar las violaciones a derechos político electorales del ciudadano y de los principios que rigen la actuación de autoridades electorales, partidos políticos y agrupaciones políticas, para hacer eficaz el modelo de democracia representativa que consagra la norma fundamental del País.

Cabe destacar que desde el mes de febrero de 1992, con la existencia de los Tribunales Agrarios y la Procuraduría Agraria, la seguridad o certeza sobre la tenencia de la propiedad de ejidos y comunidades, y por ende la propiedad social de la tierra, ya están tutelados por una acción jurisdiccional en el procedimiento ordinario agrario, cuyas resoluciones definitivas son analizadas en sede constitucional a través del juicio de amparo.

En cuanto a los derechos de los trabajadores tutelados en el artículo 123 de la Constitución, existen los tribunales del trabajo que se encargan de la aplicación de las normas en esa materia; aunque sus resoluciones definitivas quedan sometidas al análisis constitucional a través del juicio de amparo.

El juicio de amparo es la acción constitucional para que cualquier gobernado, persona física o moral, pueda impugnar actos de autoridad, y está regulado en los artículos 103 y 107 de la Constitución Federal; pero por su origen y límites actuales, dado el concepto de interés jurídico y principio de instancia de parte agraviada, no tiene la naturaleza de un instrumento que pueda utilizar cualquier ciudadano para obtener la aplicación directa e inmediata de la norma ambiental, porque como está regulado, únicamente sirve para impugnar actos de cualquier autoridad y de declararse la inconstitucionalidad del acto, se deja insubsistente el

mismo y se obliga a la autoridad a que actúe como lo ordena la garantía individual o deje de hacer lo que la garantía prohíbe.

La promoción del juicio de amparo biinstancial ha derivado en sentencias que interpretan y determinan la constitucionalidad de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; hacen eficaz el derecho a la información; reconocen el derecho de los vecinos para opinar en la autorización para realizar ciertas actividades industriales o para la concesión de licencias de construcción y cambios de uso de suelo; pero no es un instrumento por el que directamente se haya podido dar eficacia a la norma ambiental, y menos puede servir para prevenir u obtener directamente la reparación de un daño ambiental.

#### **b) Sede Administrativa**

La protección efectiva y directa al derecho a un ambiente sano o adecuado para el bienestar y el desarrollo, corresponde al ejercicio de facultades concedidas a la autoridad administrativa mediante un acto administrativo único o por un procedimiento administrativo seguido en forma de juicio, que puede iniciar con una orden de visita y culminar con una resolución que imponga una sanción que va de la clausura parcial o total de la fuente contaminante, temporal o definitiva; la multa hasta por cincuenta mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, así como el decomiso de especies de fauna y flora, o la revocación y cancelación de permisos, autorizaciones y concesiones.

Tal resolución como acto administrativo definitivo es impugnabile por una acción de nulidad en un procedimiento contencioso administrativo ante el Tribunal Federal de Justicia Fiscal y Administrativa, cuya sentencia a su vez puede impugnarse de conformidad a lo dispuesto en los artículos 63 y 64 de la Ley Federal de Procedimiento Contencioso Administrativo mediante el juicio de amparo directo por el particular y a través del recurso de revisión por la autoridad ambiental, con la dificultad de que para la procedencia de la impugnación a la resolución favorable al particular, es necesario que se demuestre como requisito de procedencia la importancia y trascendencia del asunto.

Esto implica una carga procesal para la autoridad ambiental, pues tiene que exponer razonadamente porqué en el caso se surten esas características de importancia y trascendencia, puesto que el tema ambiental no está considerado per se, como un asunto de esas características, según la jurisprudencia vigente obligatoria de la Suprema Corte de Justicia de la Nación bajo el rubro de: “REVISIÓN FISCAL. EL HECHO DE QUE EL ASUNTO SE REFIERA A LAS MATERIAS FORESTAL Y AMBIENTAL, NO BASTA PARA TENER POR ACREDITADOS LOS REQUISITOS DE IMPORTANCIA Y TRASCENDENCIA PARA LA PROCEDENCIA DE ESE RECURSO”<sup>13</sup>

Por otro lado, el recurso tiene que ser interpuesto por el titular de la unidad jurídica de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), porque se ha desconocido legitimación procesal al Delegado de esa institución, lo que provoca una importante dificultad, dada la extensión de nuestro territorio y los plazos que deben cumplirse. Así deriva de la jurisprudencia bajo el rubro de: RECURSO DE REVISIÓN FISCAL. LOS DELEGADOS DE LA PROCURADURÍA FEDERAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN LAS ENTIDADES FEDERATIVAS Y EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO, CARECEN DE LEGITIMACIÓN PARA INTERPONERLA.<sup>14</sup>

### **c) Sede Penal**

En el ámbito penal, hay un capítulo especial en el Código Penal Federal del artículo 414 al 423, que regula los delitos ambientales y la reparación del daño ambiental; de modo que el Derecho penal como forma de inhibir la conducta que daña el ambiente ha tomado su papel, pero sujeto al molde clásico en el que se necesita una clara descripción técnica de la conducta y donde la garantía de exacta aplicación de la ley impone una rigidez que es una carga procesal para el Agente del Ministerio Público, que rara vez se verá satisfecha y tendrá como resultado la impunidad, con la consecuencia de que el daño ambiental no será reparado.

Ejemplo de esa rigidez actual es la sentencia de un Tribunal Colegiado de Circuito con residencia en Guadalajara, que concedió el amparo a una persona que había sido condenada a la reparación del daño ambiental, porque el Ministerio Público al formular sus conclusiones acusatorias en el proceso solicitó se condenara al inculpado a la reparación del daño en términos de los artículos 30 al 38 del Código Penal Federal que regula la reparación del daño genérica, y no en el 421 del mismo Código, que regula de manera especial la reparación del daño ambiental, el contenido de esa sentencia generó la tesis bajo el rubro siguiente: “REPARACIÓN DEL DAÑO. PARA SU CONDENA, TRATÁNDOSE DE DELITOS CONTRA EL MEDIO AMBIENTE, EL JUZGADOR DEBE SUJETARSE A LO QUE ESTABLECE EL ARTÍCULO 421 DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL.”<sup>15</sup>

Por eso, los modelos clásicos penales no responden adecuadamente a las necesidades de la protección del ambiente como bien jurídico tutelado, tanto en la descripción penal como en la sanción, porque mientras que en los delitos de tutela de la vida, de la propiedad, del patrimonio, de la salud, la finalidad es sancionar al delincuente con el retiro de la sociedad mediante su reclusión y condenarlo a la reparación del daño y en su caso multarlo; en el delito ambiental no se trata del sujeto que realiza una conducta criminosa clásica, sino que puede tratarse de empresarios<sup>16</sup> o, personas físicas y morales, nacionales y transnacionales, que a través de una actividad comercial, industrial o agrícola, y acaso de manera cotidiana, con una conducta culposa o dolosa, están deteriorando el ambiente en aras quizá de obtener un satisfactor económico que les procure la subsistencia o la obtención de riqueza; de manera que presenciamos una realidad distinta tanto en los sujetos como en el bien jurídico tutelado, y deben darse soluciones distintas.

En los delitos ambientales, esta rama del Derecho debe crear tipos penales y sanciones que deben tener como principal finalidad la reparación del daño, más que el encarcelamiento del individuo; toda vez que en la materia ambiental, la prevención e inhibición de la conducta y la reparación del daño, así como la construcción de conciencia ecológica, debe ser la esencia y última razón del Derecho<sup>17</sup>; pero en

correspondencia, debe darse flexibilidad al tipo penal que permita la determinación de la conducta punible y la posibilidad de convenir la reparación para suspender y en su caso, una vez lograda la reparación o su pago, extinguir el proceso penal; por tanto, debe haber un procedimiento más transparente y abierto, con énfasis en la obtención de la reparación del daño ambiental; de lo contrario con esa inflexibilidad que caracteriza al Derecho penal tradicional, se produce la ineficacia de la norma.

#### **d) Sede Civil**

La institución de la reparación del daño material es muy antigua y puede tenerse como un antecedente remoto que en el pueblo Hebreo, se destacó el carácter religioso y colectivo de la responsabilidad, en donde la violación de la ley era esencialmente un pecado y configuraba a la vez, un crimen y un acto de responsabilidad civil, lo que exigía un castigo, de una gravedad que tenía en cuenta la dignidad del pecador (Lev. 4, 1-35), como la responsabilidad proveniente de un hecho ilícito como las lesiones que ponían en cama a la víctima y obligaban al agente activo a cubrirle el salario devengado durante los días no laborados y a pagar los gastos de curación<sup>18</sup>

En Roma, con la Ley Aquilia, se creó también la posibilidad de reclamar la reparación del daño tanto del sujeto causante de éste, como de quienes estaban a cargo de los causantes del daño, y la obligación de reparar cuando el daño se hubiere causado por las cosas del dueño.

De modo que es responsable quien directamente realiza la conducta dañosa o porque el daño se causa por terceros que están bajo su cuidado o por las cosas respecto de las cuales sea el dueño.

Se trata de una responsabilidad subjetiva o por culpa, que está complementada por la denominada responsabilidad objetiva o del riesgo creado, que se regula en el artículo 1913 del Código Civil Federal. En este tipo de responsabilidad se prescinde del elemento culpa y tiene como

base que el responsable del daño introduce al medio la utilización de mecanismos, instrumentos o sustancias peligrosas por sí mismos y basta la demostración del nexo causal entre el uso de ese tipo de mecanismos, instrumentos o sustancias, y el daño, para que se produzca la obligación de pago, a menos que se demuestre que hubo culpa o negligencia inexcusable de la víctima.

Esa regulación civil actual para obtener la reparación del daño, establece como elementos la existencia del daño y un elemento causal entre ese daño y la causa del daño, por lo que es eficaz para tutelar el derecho a la reparación del daño individual.

El daño ambiental puede dar lugar a la reparación individual que seguirá su cauce a través de los moldes clásicos civiles de la reparación del daño patrimonial, sea porque se puedan restituir las cosas al estado que tenían -reparación in natura- o con la indemnización por pago de daños y perjuicios, regulado en el artículo 1913 del Código Civil Federal; pero actualmente, en el ámbito federal, no tiene regulación especial una acción para plantear una controversia para la tutela del daño ambiental puro<sup>19</sup>, considerado como un bien jurídico concreto, distinto al patrimonio individual de las personas y que a la vez les atañe.

Sobre esta característica dual del daño ambiental, Néstor Cafferatta y Goldenberg precisan que es: “como un dios Jano, dos rostros bifrontes, que en la vuelta ha de dar respuesta y satisfacción al daño repartido”.<sup>20</sup>

Actualmente, no existe una ley procesal que regule una acción y jurisdicción ambiental, esto es, la substanciación de una controversia ambiental, con las formalidades esenciales de un procedimiento, ante un tribunal federal o local especializado, sino que existe remisión al Código Federal de Procedimientos Civiles, por la Ley General de Vida Silvestre que en sus artículos 106 a 109, regulan una acción civil para la reparación del daño ambiental, y se da competencia a los Juzgados de Distrito del Poder Judicial de la Federación, para conocer de la reparación del daño.

En esa legislación se reconoce legitimación a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y a cualquier interesado, cuando se trate de daño ambiental realizado por algún ente de la administración pública federal, pero hasta hoy no tenemos noticia de una acción civil de reparación del daño.

También se regula la prescripción de la acción civil por el transcurso de cinco años a partir de que se tenga conocimiento del daño.

La falta de ejercicio de una acción civil con base en la legitimación que reconoce la legislación mencionada, que culminaría con sentencia definitiva que fuese impugnada a través del juicio de amparo directo, ha imposibilitado que un Tribunal Colegiado de Circuito pueda crear algún precedente en materia civil, que analizara las desventajas que para la protección eficaz del ambiente, implican las instituciones clásicas del Derecho procesal civil federal como la de interés jurídico, carga de la prueba, sentencia, cosa juzgada, la materia de la condena y la reparación del daño, así como de las costas.

En el ámbito local, algunos códigos procesales de entidades federativas como el Código Procesal Civil para el Estado Libre y Soberano de Morelos en sus artículos 213 y 219 fracción V<sup>21</sup> y el Código Procesal Civil para el Estado de Coahuila De Zaragoza en sus artículos 89 fracción VI y 285<sup>22</sup>, regulan el tema de la legitimación procesal para exigir la reparación del daño ambiental o la tutela de los denominados intereses difusos, pero no se adecuaron las otras instituciones procesales para responder a una tutela efectiva del ambiente.

### **III. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RECURSOS NATURALES EN MÉXICO**

La extensión territorial de México es de 1,972,550 km<sup>2</sup>, con una superficie continental de 1,923,040 km<sup>2</sup>, por lo que se ubica en el decimocuarto lugar entre los países del mundo con mayor territorio. Se divide en 31 estados y un Distrito Federal.<sup>23</sup>

Por su excepcional riqueza biológica es uno de los doce países megadiversos; con menos de 1.5% de la superficie total terrestre del planeta, se localizan cerca de un 10% de las especies de plantas superiores conocidas, de las cuales más de 40% son endémicas, porque sólo pueden encontrarse en nuestro país y también entre las especies animales, hay especies endémicas.<sup>24</sup>

Hubo una época en la que se identificaba a México con la figura de un cuerno de la abundancia. Los bosques, selvas y otras áreas con vegetación natural ocupan aproximadamente 74% del territorio nacional. Abarcan una superficie de 146.1 millones de hectáreas, de las cuales 70 millones de hectáreas corresponden a bosques y selvas, 57.5 millones a matorrales y 18.6 millones a otros tipos de vegetación,<sup>25</sup> pero paulatinamente hemos dilapidado ese capital natural, de una manera grave.

El ecosistema de las selvas altas y medianas originalmente<sup>26</sup> ocupaba cerca de 200,000 km<sup>2</sup>, desde el sur de Tamaulipas hasta Chiapas, incluyendo buena parte de Veracruz, Tabasco, Campeche y algunas porciones de San Luis Potosí, Hidalgo y Oaxaca. Pero al año 2001, quedaba reducido a menos de la cuarta parte de su extensión original, o sea, menos de 50,000 km<sup>2</sup>. Al mismo año de 2001 se había perdido cerca de la mitad de los bosques templados y más de la mitad de los bosques mesófilos.

Tenemos una tercera parte (1/3) de la extensión original de los manglares (que son necesarios para la reproducción de múltiples especies de interés pesquero). La deforestación de bosques, selvas y zonas áridas avanzaba a un ritmo estimado de alrededor de 600,000 hectáreas por año, lo que supera a la extensión territorial de Aguascalientes.<sup>27</sup>

Al cambio del uso del suelo contribuyen factores como la ganadería extensiva, formas no sustentables de agricultura, tala inmoderada, incendios y dispersión de asentamientos humanos.<sup>28</sup>

Por otra parte, de los recursos no renovables disponibles en México, destacan las reservas de petróleo y gas. Las reservas probadas al 31 de diciembre de 2007 ascienden a 14.7 miles de millones de barriles de petróleo crudo equivalente, de las cuales el 71% corresponde a crudo; 12% a condensados y líquidos de planta; y el restante 17% a gas seco equivalente a líquido.<sup>29</sup>

En el año 2001 en la Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, México manifestó que en 1998 las reservas probadas de hidrocarburos se estimaron en 60,160 millones de barriles, de las cuales 80% corresponden a petróleo crudo y 20% a gas natural,<sup>30</sup> lo que contrasta con los datos al año de 2007 y es evidente que ha existido una importante reducción de reservas, sin que a la vez aparezca un adecuado programa económico que contemple la sustitución de esa fuente de ingresos y uno de carácter técnico y científico que pueda sustituir a los hidrocarburos como fuente de energía.

## **Recursos hídricos**

Un indicador básico para evaluar la situación de los recursos hídricos en un país es la disponibilidad natural del agua por habitante y año. En la actualidad, más de la mitad de los países del mundo tiene disponibilidades anuales, per cápita, menores a los cinco mil m<sup>3</sup> y más de 15% se ubica debajo de la barrera que define la escasez.

Con las tendencias actuales, en el año 2025, aproximadamente, las dos terceras partes de la población mundial vivirán en países con baja disponibilidad de recursos hídricos. La disponibilidad promedio en México fue de 11,500 m<sup>3</sup>/habitante/año en 1955 y por efecto del crecimiento demográfico, en 1999 pasó a 4,900 m<sup>3</sup>/habitante/año, por lo cual nuestro país ya se encuentra entre los países con baja disponibilidad de agua. Con base en proyecciones de la Comisión Nacional del Agua (CNA), para el año 2020 la disponibilidad de agua descenderá a 3,500 m<sup>3</sup>/habitante/año.<sup>31</sup>

Actualmente, sabemos que la zona del santuario de la mariposa monarca, y los bosques de Zempoala, así como la zona de “los Chimalapas” entre Oaxaca y Chiapas, están siendo gravemente atacadas; por eso es necesaria una adecuada y urgente respuesta para evitar que el daño continúe y revertirlo con los mecanismos jurídicos ambientales y las instituciones públicas encargadas de su aplicación.

Esos datos específicos al año 2001, presentados por México para la Segunda comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, podrían haberse incrementado y revelan la gravedad de la situación, y es evidente que no se ha podido detener ni revertir el daño ambiental.

En el transcurso del año 2009, se han implementado cortes de agua en la zona metropolitana para permitir la recarga en la cuenca del río Cutzamala de la cual se surte de agua el Distrito Federal.

Resulta alarmante que el 95% de la superficie mexicana está afectada por procesos de degradación de diverso tipo; y en cuanto a la calidad de aguas superficiales con fuente en CNA (2000), indica que sólo el 8.6% del agua es aceptable o excelente y que el resto se encuentra contaminada en diferentes grados y prácticamente, todos los cuerpos de agua superficiales importantes están contaminados.<sup>32</sup>

Por eso, con todas las bondades institucionales y medidas de prevención y sanción con que cuenta actualmente el sistema jurídico ambiental mexicano, carece de cabal eficacia, porque no se ha podido evitar que nuestra actividad en conjunto incida de manera grave en el deterioro del ambiente.

La ley marco, vigente desde 1988 y reformada en 1996, otorga a la autoridad administrativa, las facultades necesarias y suficientes para la protección del ambiente en sede administrativa, pero del sistema jurídico en conjunto, no deriva que en vía distinta a la administrativa, pueda darse la participación directa y eficaz de la ciudadanía o de personas morales

privadas u oficiales para dar cabal eficacia y eficiencia a la norma jurídica ambiental.

Ante la actual situación del deterioro, es evidente la insuficiencia de recursos humanos y de la efectiva aplicación de la política ambiental, puesto que los resultados no son satisfactorios.

Existe una importante actividad de las autoridades administrativas ya existentes, pero debe legislarse para que toda la sociedad, con sus ciudadanos y organizaciones pro ambiente, así como todas las instituciones y autoridades administrativas federales, locales y municipales, puedan actuar y actúen para obtener la aplicación de la norma ambiental.

La falta de recursos humanos y técnicos, la falta de educación en pro del cuidado del ambiente, necesidades económicas de las mayorías y del desarrollo nacional, entre otros posibles factores, ha contribuido al deterioro del ambiente. La falta de participación efectiva de los ciudadanos, y sociedad en general, nos ha llevado a la necesidad de revertir urgentemente un gran deterioro que puede llegar a ser irreversible.

No hay una jurisdicción ambiental y por ende, no existe justicia ambiental, porque falta una acción especial en una ley procesal ambiental.

#### **IV. EFICACIA EN LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE**

Ante ese panorama de la situación ambiental del país, las instancias de protección al ambiente como la jurisdiccional constitucional, el proceso administrativo y la fase contenciosa administrativa, la jurisdiccional civil y penal, han revelado su insuficiencia; incluso es casi nula en el ámbito civil, por lo que es necesario que la actividad de la autoridad administrativa se complemente con la de la judicatura, en la protección del ambiente. La ley procesal debe reconocer legitimación activa a los ciudadanos e instituciones públicas y privadas para acceder a

un juicio en el que a través de una acción especial y de medidas provisionales, precautorias o preventivas, se detenga el grave deterioro ambiental que sufre nuestro país.

Derivado de la actual inexistencia de un sistema jurisdiccional que comprenda una acción ambiental y Tribunales especializados, tampoco hay controversias en materia ambiental para obtener la prevención, preservación o reparación del daño ambiental, por lo que en estricto sentido, ante la falta de una legislación procesal civil ambiental y de un tribunal ambiental, no hay justicia ambiental.

En sede constitucional, directamente, a través del juicio de amparo no se puede dar eficacia al derecho a un ambiente sano y adecuado para el bienestar y desarrollo del individuo, porque se exige interés jurídico y no únicamente interés legítimo.

## **V. ACCESO A LA JUSTICIA AMBIENTAL**

El acceso a la justicia ambiental supone la existencia de derechos sustantivos que están en el patrimonio del individuo y que ante su desconocimiento o vulneración presente o inminente, por parte de autoridades o particulares, debe tener la posibilidad, a través de un mecanismo procesal, de plantear esas controversias ante un tribunal previamente establecido que debe resolver sobre la existencia o no de ese derecho, su reconocimiento y exigencia obligatoria, para prevenir, restaurar o lograr la reparación del daño ambiental mediante indemnización, o sobre la legalidad o subsistencia de un acto administrativo definitivo o de un procedimiento administrativo que tenga por objeto la aplicación de la norma ambiental.

Conforme al artículo 17 constitucional, en un aspecto formal, el acceso a la justicia se satisface en la medida en que exista un tribunal y un proceso judicial ambiental que permita al individuo plantear su controversia y que exista obligación por parte del tribunal de resolver sobre las pretensiones materia de la acción. En el aspecto formal y material, el contenido de esa

sentencia debe atender a la naturaleza del daño ambiental y tener como características que resuelva la totalidad de la controversia, esto es, la justicia que imparta debe ser de manera completa, y la actuación del juez imparcial, pronta y expedita; de modo que las instancias para hacer valer los derechos deben ser las idóneas y no deben demorar al grado que hagan nugatoria la existencia de ese derecho, porque una justicia que se demora, es injusticia, porque implica denegación del derecho cuyo cumplimiento se exige.

El daño ambiental por destrucción de los ecosistemas, recursos naturales, fauna o flora, la contaminación de ríos y cuencas hídricas, o del mar o su deterioro paulatino parcial o total, se incrementa con la dilación en la aplicación de la norma ambiental.

La eficacia de una norma sustantiva estriba en la prontitud con que pueda verificarse su cumplimiento, la agilidad y sencillez del procedimiento para hacerla efectiva, y la ejecución pronta y plena, de las condenas y sanciones que se impongan.

Entonces, sostenemos que la tutela de un bien jurídico de cualquier especie no puede darse con la sola existencia de normas jurídicas sustantivas. Para esta materia en particular han sido insuficientes. Al igual que lo ha sido el procedimiento administrativo instituido para aplicar y vigilar el cumplimiento de dichas normas; las sanciones relativas para los infractores y las medidas de seguridad previstas para ese fin, las que no han generado los resultados esperados.

La trascendencia de este problema, que llega hasta a impactar la salud pública, hace imprescindible una mayor participación del ciudadano y contar con un instrumento jurisdiccional eficaz para hacerle frente.

Sin embargo, existen obstáculos para el acceso a la justicia ambiental. Uno de ellos es la falta de una norma jurídica que reconozca legitimación procesal activa a cualquier ciudadano y persona moral o física, de nacionalidad mexicana, para ejercer acción en contra de autoridades administrativas o particulares, por actos u omisiones que impliquen

infracción a la normatividad tutelar del ambiente o de algún recurso natural en particular; que regule la carga de la prueba y constituya presunciones pro ambiente.

En este sistema procesal ambiental que debe crear el legislador, el juez tendría facultades y deberes como recabar pruebas para demostrar la posible existencia del daño ambiental, con la colaboración de las instituciones públicas especializadas, porque el costo de la prueba pericial, que es la idónea para demostrar la existencia o riesgo de daño al ambiente, representa un serio obstáculo para el acceso a la justicia ambiental. Esta prueba es fundamental para demostrar que un determinado acto de autoridad provoca el daño al ambiente con la actividad que realiza un particular, no obstante que la desarrolle lícitamente con licencia, autorización, permiso o concesión; que la autoridad y el acto o la omisión de un particular, sí causan o pueden causar deterioro al ambiente. De esta suerte, la participación de cualquier persona que pretenda demostrar la afectación, se vuelve ineficaz si no cuenta con recursos económicos y asesoría técnica adecuada.

Otro obstáculo a la justicia ambiental plena, es la carencia de un órgano jurisdiccional especializado que conozca de las controversias ordinarias derivadas de la aplicación de las normas sobre recursos naturales, desarrollo urbano, ordenamiento territorial o ambiente; en general la ausencia de un procedimiento que reúna las formalidades esenciales previas al acto de molestia o privación para tutelar tanto el interés público como el privado.

Entonces, en el sistema jurídico mexicano existe una laguna legal, porque no se regula un instrumento procesal ordinario, adecuado e idóneo en el que cualquier persona pueda controvertir la legalidad y subsistencia de un acto administrativo o de un procedimiento llevado a cabo por la autoridad administrativa que incida en la aplicación indebida o en la omisión de la aplicación de las normas de protección al ambiente, o por el que se obtenga la aplicación inmediata de esas normas<sup>33</sup> y que comprenda actos de particulares que actúen mediante concesión, permiso, licencia o

autorización para realizar una actividad lícita, pero que puede generar un daño ambiental grave.

También debe regular la sentencia ambiental y su ejecución acorde a la naturaleza del daño ambiental y la calidad de autoridad o particular que resulten responsables y obligados a reparar el daño ambiental, así como los efectos de la cosa juzgada: *erga omnes* si es positiva a favor del ambiente o relativa para los actores si la absolución fue por falta o insuficiencia de prueba.

Por eso es que resulta necesaria la creación de un Tribunal Federal Ambiental y de tribunales locales ambientales, con competencia concurrente, y la existencia de un solo Código Procesal Ambiental para ambos tribunales; lo cual no sería extraño a la tradición jurídica existente, porque en materia mercantil opera esa concurrencia y tanto un juez federal como uno local, puede aplicar una norma federal, como es el Código de Comercio, según lo previene el artículo 104 fracción I, de la Constitución Federal.

Solamente cuando los ciudadanos y sus formas organizadas en personas morales tengan plena legitimación para exigir la prevención, restauración y reparación del daño ambiental, ante un tribunal, habrá acceso a la justicia ambiental, porque ésta se puede concretar cuando la ley regula instrumentos procesales y existan tribunales competentes para aplicar la norma ambiental, y hacer efectivo el derecho a un ambiente sano o adecuado para el bienestar y el desarrollo consagrado en el artículo 4° de la Constitución y regulado en las leyes ordinarias.

## **VI. OBLIGACIÓN CONSTITUCIONAL DE CREAR UN TRIBUNAL AMBIENTAL, PARA HACER EFICAZ LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE**

El Estado tiene la obligación frente a los gobernados de crear tribunales que estén expeditos para resolver las controversias que se puedan suscitar entre los particulares, y entre éstos y las autoridades, que es correlativa de la prohibición que tienen de hacerse justicia por propia

mano; este derecho a la jurisdicción o derecho a la administración de justicia es en esencia, el derecho al acceso a la justicia, previsto en el artículo 17 de la Constitución Federal de la República Mexicana.

Raúl Brañes precisó que: "...cuando se habla del derecho fundamental de todas las personas a un ambiente apropiado no se está haciendo referencia a un derecho 'programático', sino a un derecho en el sentido propio de la palabra, que requiere de las correspondientes garantías procesales para hacerse efectivo.<sup>34</sup>

El poder legislativo debe asumir su obligación derivada del artículo 17 constitucional, que establece una norma de mandato, o como lo dice José Julio Fernández Rodríguez, contiene un encargo<sup>35</sup> al legislador para crear tribunales que resuelvan las controversias que se puedan suscitar entre los individuos de este País.

Se trata de una obligación que debe concretarse creando un Tribunal Federal Ambiental y tribunales locales ambientales y una Ley General Procesal Ambiental, porque el derecho sustantivo a un ambiente adecuado para el bienestar y el desarrollo, tiene el carácter de constitucional fundamental y otros derechos sustantivos con obligaciones para los particulares y facultades y deberes para la autoridad, ya están regulados en diversas leyes generales y sectoriales (aunque pudiera buscarse sistematización y lograrse una sola codificación), y solamente falta el cómo ejercerlo o sea la vía procesal y el tribunal que debe resolver la controversia ambiental, con instituciones propias que propendan a la efectiva tutela del ambiente.

## **VII. LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y DE PERSONAS MORALES PRIVADAS Y PÚBLICAS**

Para que la protección al ambiente sea eficaz, como ya existen delitos ambientales, y un procedimiento administrativo, es preciso que se contemplen como parte de un sistema integral de acceso a la justicia

ambiental, en la que se comprenda: en el ámbito especial civil, un proceso ambiental y tribunales ambientales.

No es posible que se pudiera incrementar a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente o a las procuradurías locales, un gran número de inspectores que pudieran cubrir el territorio Nacional, para verificar el cumplimiento de la norma ambiental, porque a la larga el número siempre sería insuficiente, por eso es preciso que los ciudadanos y las instituciones públicas como los municipios, así como las personas morales privadas como las ONG's, participen de una manera eficaz, a través de un instrumento procesal especial ante un tribunal ambiental.

Esta necesidad de crear un tribunal en materia ambiental se manifiesta en la medida en que la dimensión, gravedad e importancia del problema hace insuficiente la actividad administrativa de regulación de la política ambiental y de su aplicación por sí y ante sí. Los importantes logros que ha tenido con la manifestación de impacto ambiental, estudios de riesgo, auditorías ambientales, declaración de áreas naturales protegidas, parques nacionales, zonas de veda y normas oficiales mexicanas, requieren complementarse con la jurisdicción ambiental, para que todas las instituciones del estado y la sociedad, se integre en la actividad necesaria para satisfacer las necesidades ambientales del País, cuya extensión territorial y sus diversas zonas y materias, necesitan de la concurrencia de las organizaciones sociales, de la participación de los ciudadanos interesados y de todas las instituciones públicas de los poderes Ejecutivos federal, estatales y municipales.

La eficacia de esa participación quedará garantizada con un tribunal especializado y un derecho procesal ambiental con mecanismos e instrumentos adecuados para que se pueda ejercer la acción de tutela del ambiente como corresponde al deber solidario para las generaciones futuras.

El molde clásico del Derecho procesal civil<sup>36</sup> no responde a la necesidad de tutela del ambiente, que es un bien jurídico colectivo, por lo que es necesario remozar las instituciones procesales "como un nuevo odre para

un vino nuevo”; las instituciones del proceso deben adecuarse a la materia ambiental: tanto las medidas cautelares como las instituciones fundamentales del proceso; de manera que en la fusión de la materia civil y ambiental, la legitimación en la causa, la carga probatoria, las presunciones, la cosa juzgada y el contenido de las sentencias de condena a la reparación con sus efectos se configure un proceso ambiental que debe responder a la naturaleza del bien jurídico que se pretende tutelar; no se trata de desdeñar las instituciones ya existentes sino adecuarlas.

Néstor Cafferatta<sup>37</sup> citando a Ricardo Lorenzetti narra la metáfora de una fiesta en la que el anfitrión es el Derecho ambiental y todas las disciplinas jurídicas están invitadas a condición de que vistan un traje nuevo; se trata entonces de que primero el legislador y después el operador jurídico tiene que dar flexibilidad a los moldes clásicos.

El rol del juez ambiental tendría que ser como lo destaca Néstor Cafferatta, de acompañamiento<sup>38</sup>, esto significa que debe estar comprometido socialmente. Desde luego que el proceso ambiental en sede civil tendría que comprender facultades oficiosas y el deber de recabar las pruebas necesarias para demostrar la existencia del daño ambiental y sus consecuencias, así como para llamar a juicio a todos los interesados; lo que implicaría alejarse del principio dispositivo y que prevalezca el inquisitivo.

Se trata también y primordialmente, de que el poder legislativo cumpla con su obligación constitucional de crear una ley procesal ambiental y tribunales ambientales, porque la realidad social así lo demanda, para la debida tutela del ambiente. De este modo la sociedad y los jueces colaborarían en la aplicación del Derecho ambiental que asegure un desarrollo integral y sustentable del País como lo precisa el artículo 25 constitucional. Debe advertirse que la creación de los tribunales especializados en materia de ambiente, requieren también de un Derecho procesal ambiental.

Al reformar la Constitución Federal o, en su caso, expedir leyes que crearan tribunales federales y locales ambientales y un Código procesal ambiental, el Poder Legislativo cumplirá con una obligación a su cargo, derivada del artículo 17 de la Constitución Federal.

### **VIII. JUSTIFICACIÓN DE LA COMPETENCIA JURISDICCIONAL POR MATERIAS**

En el sistema jurídico sustantivo y procesal mexicano se ha mantenido la división por materias y conforme a política y administración judicial, se tienen en cuenta la división clásica de las materias (penal, civil, administrativa, laboral), pero se ha reaccionado prudente y rápidamente ante la realidad y necesidad social, mediante la especialización de los jueces, de este modo existen de única instancia civiles y penales, de primera instancia en materia civil, familiar, del arrendamiento inmobiliario y penal; tribunales del trabajo: juntas locales, juntas federales, y Tribunal Federal de Conciliación y Arbitraje; tribunales contenciosos administrativos: locales y federales y tribunales agrarios.

Con esta diversificación en la especialización, se han cubierto la gran mayoría de las expectativas que pueda tener un individuo para satisfacer sus derechos sustantivos. Sin embargo el papel de los jueces descansa en las sistematizaciones de derechos sustantivos y procesales, como los Códigos Civil y Penal; de Procedimientos Civiles y de Procedimientos Penales, la Ley Federal del Trabajo y la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, y la Ley Federal de Procedimiento Contencioso Administrativo, etc.

Resulta evidente que existen jueces que hacen eficaz cada uno de los derechos sustantivos a través de instrumentos procesales idóneos en relación a cada materia, mediante los cuales se pueden hacer efectivas las normas sustantivas correspondientes.

En las últimas cuatro décadas ha tenido auge la materia ecológica y ha dado lugar al denominado Derecho ambiental, que ha reclamado su

autonomía. Tenemos una Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente desde 1988, reformada en 161 de sus 194 artículos en el año de 1996, leyes sectoriales como la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley Minera y la Ley de Aguas Nacionales, que recogen derechos sustantivos ambientales; incluso está reconocido a nivel constitucional, en el artículo 4° a partir de su reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación del 28 de junio de 1999, el derecho a un ambiente adecuado para el bienestar y el desarrollo.

También existen diversas facultades, deberes y obligaciones constitucionales del Estado mexicano, que tienen por materia el desarrollo integral y sustentable, la preservación y restauración del equilibrio ecológico, la protección de los recursos naturales y la de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés social, y otorgar derecho de preferencia en la explotación y aprovechamiento de los recursos naturales, a las comunidades y pueblos en donde se encuentren, como deriva de los artículos 2, 25, 26 apartado A, 27, 73, fracción XXIX-G, y 116, último párrafo, de la Constitución General de la República.

La existencia de esas disposiciones constitucionales y las leyes ordinarias, crean situaciones de hecho que benefician a toda la colectividad, solamente que no se ha regulado un instrumento procesal que los haga efectivos, por eso es patente la necesidad de crear una jurisdicción ambiental, con jueces especializados y un proceso ambiental que responda a esta necesidad social.

## **IX. LA COSA JUZGADA EN MATERIA AMBIENTAL**

Es una realidad innegable que las instituciones humanas son perfectibles y que jamás se llegará a un estadio en el que haya infalibilidad.

Ante esa naturaleza falible y por el temor al error en la sentencia, el legislador crea recursos, remedios o mecanismos de defensa para la impugnación de las resoluciones que se puedan dictar en un juicio; pero la

necesidad de que esas controversias no se prolonguen indefinidamente ha hecho necesario que tengan un límite, y así advertimos que atendiendo a la materia social que subyace en la relación jurídica, las legislaciones procesales contemplan única instancia o doble instancia.

Sin embargo, dado nuestro sistema jurídico constitucional que regula la acción de amparo, las resoluciones que dictan los tribunales judiciales administrativos o del trabajo, generalmente son materia de impugnación en sede constitucional a través del juicio de amparo directo o indirecto, previsto en los artículos 103 y 107 de la carta magna, en respeto a la supremacía constitucional, que deriva del artículo 133 del pacto federal.

Los juicios ordinarios concluyen ante la autoridad jurisdiccional local o federal, pero las sentencias definitivas y los actos dentro de un juicio así como los actos de ejecución son reclamables en amparo directo o indirecto, lo que es acorde con el sistema constitucional que creó al juicio de amparo, y es acorde con los intereses patrimoniales que se tutelan en las garantías individuales.

A diferencia de la materia privada y patrimonial que puede tutelarse en los juicios ordinarios, en el sistema de justicia ambiental se resolverán controversias sobre el daño ambiental y la preservación o restauración del ambiente como bien jurídico colectivo, por lo que es preciso que el proceso ambiental sea concentrado, integral, autónomo y de impugnación limitada, para caracterizarlo con principios de economía, eficacia, celeridad, etc.

Entonces, las sentencias que constituyen cosa juzgada en materia ambiental tendrán que quedar excluidas de la impugnación en juicio de amparo, sobre la base de que la resolución de segunda instancia se confíe a un órgano colegiado que pueda tener competencia para dejar de aplicar una norma tildada de inconstitucional, solamente en cada caso concreto, como ya ocurre en el juicio de amparo directo, quedando reservada la materia de constitucionalidad por vía de acción a otros instrumentos procesales constitucionales.

## **X. RELEVANCIA Y URGENCIA EN LA SOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS EN LA MATERIA AMBIENTAL**

La materia de daño al ambiente requiere de un proceso con medidas provisionales y brevedad en la resolución de las controversias, porque hay procesos de deterioro que pueden llegar a ser irreversibles, de manera que de no detenerse oportunamente se puede llegar a extinguir un ecosistema, una especie de fauna o de flora, o contaminar una cuenca hídrica o destruir un arrecife que demorará muchos años en regenerarse; etc.

De manera que estamos ante una situación de riesgo de destrucción de los recursos naturales y especies de fauna y flora, así como la subsistencia de los ecosistemas y por otro lado, debe asegurarse un desarrollo integral y sustentable con respeto al ambiente sano que garantice la supervivencia con bienestar de las generaciones futuras.

Esta característica transgeneracional y de solidaridad del Derecho ambiental justifica la necesidad urgente de crear a nivel constitucional, en complemento al derecho a un medio ambiente adecuado para el bienestar y el desarrollo, consagrada en el artículo 4º constitucional; tribunales ambientales federales y locales y un proceso general ambiental único que determine la concurrencia o coincidencia de la actuación de tribunales federales y locales ambientales.

Es importante reflexionar sobre la existencia de procesos ambientales tanto en única instancia como en doble instancia, dependiendo de la naturaleza del asunto y del órgano que conozca, así como que se otorgue firmeza constitucional a las sentencias ambientales para excluirlas de la impugnación en juicio de amparo directo e indirecto, con facultad del Tribunal Federal Ambiental para decidir sobre la constitucionalidad de la aplicación de leyes en materia ambiental, con la única consecuencia de dejar de aplicarlas al caso concreto, como ya lo hacen los tribunales colegiados de circuito en el juicio de amparo directo.

De otorgarse firmeza constitucional a la cosa juzgada en materia ambiental, se lograría celeridad y eficacia plena de la sentencia que se pronuncie. Esa celeridad guardaría equilibrio con la necesidad de que en el proceso ambiental se reciba toda la información necesaria para resolver de manera completa y sobre la proximidad de la verdad real. La necesidad de que la controversia ambiental sea resuelta en forma pronta y completa para dar cabal eficacia a la norma, es acorde con la autonomía y trascendencia del derecho a un ambiente sano.

Para otorgar firmeza a esas resoluciones, tendría que confiarse en la forma colegiada para las dos instancias del proceso ambiental; de lo contrario las medidas que se pudieran llegar a adoptar serían irrealizables, porque el tiempo para desahogar dos instancias más la del juicio de amparo directo e indirecto, restaría eficacia al remedio preventivo e inhibitorio de un juicio civil para la tutela del ambiente, y se agregaría una gran carga al Poder Judicial de la Federación en los órganos de amparo.

## **XI. CONSECUENCIAS DE LA EXISTENCIA DE UN PROCESO Y UN TRIBUNAL AMBIENTAL**

- Certeza para la sociedad de que existe un tribunal y un Derecho procesal ambiental.
- La inimpugnabilidad de las sentencias que se dicten dará eficacia a la norma con lo cual habrá ya un efecto moralizador y cultural en la aplicación de la norma ambiental.
- La existencia del tribunal ambiental con mecanismos procesales adecuados motivarán una verdadera y mayor participación de la ciudadanía, de las organizaciones no gubernamentales interesadas en la protección del ambiente y de las instituciones públicas.
- El actuar conjunto y múltiple que podría dar lugar al ejercicio de acciones con una pretensión que de ser resuelta tendría efectos generales, lograría una eficaz tutela del derecho a un ambiente sano, porque no es el número de acciones, sino la magnitud del daño, su preservación o restauración, lo que justificaría la existencia de una jurisdicción ambiental.

Todos podemos resultar perjudicados por el daño ambiental y en la misma porción resultaríamos beneficiados con una sentencia que responderá a la naturaleza del bien jurídico tutelado.

- Los medios de comunicación pueden ser grandes colaboradores en la solución del deterioro ambiental, porque pueden contribuir o fomentar la educación ecológica con la difusión de programas para crear conciencia y racionalizar el consumo de recursos que incluso siendo renovables como el agua, se están perdiendo por contaminación y falta de medidas adecuadas para aprovechar el potencial que tiene México. La protección del ambiente nos atañe a todos.

- La conciencia ecológica debe formarse con la educación desde los primeros niveles: son los niños los que pueden adquirir ese respeto a la naturaleza y crecerán con una cultura de observancia de las normas ambientales.

- La difusión de una reforma legislativa con una ley procesal y tribunales especiales en materia de ambiente tendría consecuencias benéficas, porque como lo decía Vladimir Passos de Freitas<sup>39</sup>, la opinión pública, las personas físicas y las empresas en general tendrían conocimiento de que su actividad va a estar regulada en forma especial y controlada de manera eficaz a través de la acción civil, con legitimación para cualquier interesado, en un proceso judicial ambiental especial.

- La sola existencia de una ley que regule lo sustantivo y un proceso ambiental tiene como consecuencia que se pueda inhibir la conducta dañosa y se genere una conciencia ecológica.

- El juez no es un activista<sup>40</sup> porque su papel es neutro, imparcial, y la tarea activista corresponde a los ciudadanos y a las ONG's, a la administración pública federal, estatal y municipal; pero el papel del juez realmente comprometido con su función, con facultades y deberes para recabar pruebas que le permitan dictar medidas provisionales, precautorias, preventivas o de seguridad y sanciones, es vital, para aplicar la ley de manera eficaz, siempre que existan los mecanismos procesales adecuados.

- La flexibilidad que se pudiera esperar de las medidas procesales<sup>41</sup> que adoptaría el tribunal, también redundaría en una eficaz protección, porque más que obtener una sanción personal se trata de obtener la prevención, restauración o reparación del daño ambiental.

- Para asegurar que las sanciones pecuniarias en los procesos civiles y penales ambientales y que las condenas en los juicios civiles se destinen de manera pronta y directa a la restauración o reparación del daño ambiental, debe regularse la existencia de un fondo público o fideicomiso para la compensación o reparación del daño ambiental, así como un fondo público de administración de la justicia ambiental.
- Las multas aplicadas en el proceso civil o penal ambiental o condenas de reparación del daño ambiental, deben ingresar a un fondo o fideicomiso por orden judicial, y el tribunal directamente tiene que encargarse de la ejecución de las sentencias hasta lograr la reparación del daño ambiental.
- El consumo racional y sustentable como parte de la conciencia ecológica, es una herramienta necesaria para garantizar los derechos de las futuras generaciones.

## **XII. CREACIÓN DE UN FIDEICOMISO O FONDO PÚBLICO PARA LA REPARACIÓN DEL DAÑO AMBIENTAL**

Para hacer efectiva la protección al derecho fundamental a un ambiente sano, mediante la preservación, restauración o reparación, es necesaria la creación de un fideicomiso o fondo público que concentre lo recaudado con motivo de donaciones, aportaciones estatales, sanciones y condenas pecuniarias impuestas a los infractores del ambiente, etc., con el objeto de que a su vez lo distribuya a diversas áreas de la administración de la justicia ambiental, traduciéndolos en acciones directas de prevención, reparación y protección del ambiente.

## **XIII. PROPUESTA DE REFORMA CONSTITUCIONAL**

La Constitución Federal en el artículo 4° establece el derecho a un medio ambiente adecuado para el bienestar y el desarrollo de la persona, y en el artículo 27, se hace referencia a la protección de los recursos

naturales en nuestro territorio, pero por técnica legislativa la creación de un Tribunal Federal podría estar en la parte orgánica de la Constitución en la que se adicionara un párrafo al artículo 73 fracción XXIX-G, para regular la obligación de crear los tribunales ambientales y la ley procesal necesaria para hacer eficaz esas normas fundamentales de la parte dogmática y orgánica, previendo que el Congreso de la Unión y las legislaturas locales, en el ámbito de sus respectivas competencias, establecerán Tribunales Federales y Locales Ambientales, que conocerán de controversias que se susciten en materia ambiental con la aplicación de una ley procesal general ambiental única.

El 14 de octubre del 2008, la diputada María Eugenia Jiménez Valenzuela presentó una iniciativa de reforma constitucional en la que proponía, entre otras, la adición de un apartado B) al artículo 99 de la Constitución General de la República para instaurar el Tribunal Nacional Ambiental y Salas Regionales Ambientales, así como bases del Derecho ambiental que consolidarían el derecho a un ambiente sano para todos los habitantes de México.

A finales del mes de abril de 2009, la Comisión de Puntos Constitucionales de la Honorable Cámara de Diputados, desechó esa iniciativa, con lo que se extinguió la posibilidad de que México fuese el primer país que regulara a nivel constitucional un subsistema de jurisdicción ambiental.

De cualquier modo, esa iniciativa queda como un antecedente muy importante del quehacer legislativo y muestra el genuino interés en la protección del ambiente.

Estaban también pendientes algunas iniciativas de reforma a los artículos 4° y 27 de la Constitución, las que de concretarse serán de poca utilidad si no se da al gobernado el instrumento procesal adecuado, ante un órgano jurisdiccional, para hacerlas efectivas, junto a los ya previstos en leyes ordinarias.

#### **XIV. CONCLUSIONES**

- 1.- La actividad administrativa y jurisdiccional penal no han podido controlar ni inhibir la causación del daño ambiental y tampoco se ha logrado una eficaz reparación.
- 2.- La dificultad para ejercer una acción civil que tenga por objeto la reparación del daño ambiental, ha impedido el acceso a la justicia ambiental.
- 3.- Es necesaria una reforma constitucional para establecer que el Congreso de la Unión y las legislaturas de los estados deben crear tribunales federales ambientales y tribunales locales ambientales; así como una ley procesal ambiental única que procure la concurrencia o coincidencia de ambas jurisdicciones.
- 4.- La difusión en los grandes medios de comunicación de la expedición de una ley procesal ambiental y la creación de Tribunales Ambientales motivará el conocimiento de la sociedad de que existirá un órgano jurisdiccional con facultades específicas para aplicar la norma ambiental y dictar sentencias que sancionen la conducta infractora de la norma y obliguen a la reparación del daño, con medidas adecuadas; lo que podría crear conciencia y cultura ecológica.
- 5.- La existencia de tribunales ambientales hará eficaz la tutela del ambiente en sede judicial y complementará la aplicación de las normas ambientales en los ámbitos constitucional, administrativo y penal ambiental.
- 6.- La existencia de un tribunal ambiental contribuirá a la eficacia de la norma ambiental, porque permitirá la participación efectiva de ciudadanos, ONG's, Ministerio Público Federal y local, así como de la administración federal, estatal y municipal.

- 7.- La existencia de un tribunal ambiental con un proceso especial ambiental para obligar a la preservación, restauración o reparación del daño ambiental, tiene como ventaja concentrar en un órgano jurisdiccional la aplicación de la norma ambiental con principios de prevención, precaución y reparación efectiva, sin que este suponga privar a la autoridad administrativa de las facultades que ya tiene, sino que sería una esfera complementaria, en una visión integral de la aplicación de la norma jurídica.
- 8.- Un Código Procesal Ambiental debe dotar al tribunal ambiental de medidas de aseguramiento, precautorias, provisionales o cautelares que permitan paralizar las actividades del particular y de la administración pública federal, estatal o municipal, que ponga en riesgo algún recurso natural, ecosistema, especie de fauna o flora, y en general se podrá evitar el deterioro ambiental, mientras se resuelva el juicio; y tendrá instituciones procesales adecuadas en materia de legitimación, carga probatoria, presunciones, valoración de pruebas, facultades y deberes del juez, contenido de las sentencias, cosa juzgada, así como procedimiento de ejecución y medios de apremio adecuados, para dar eficacia a la norma ambiental y a las resoluciones ambientales.
- 9.- Las actuales medidas de prevención, de seguridad, sanción y reparación en sede administrativa tendrán más eficacia si también se regulan como medidas procesales prejudiciales en un juicio ambiental y en las sentencias.
- 10.- Las sentencias tendrán un contenido de condena diferente a las sentencias tradicionales de reparación del daño individual, porque atendiendo al proceso de generación del daño ambiental, desde las medidas prejudiciales vincularán a autoridades y particulares para que en conjunto puedan suspender la actividad dañosa y en su caso ordenar la ejecución de las medidas necesarias para restaurar u obtener la reparación. Se logrará crear solidaridad y conciencia ecológica, para construir en lo posible, una justicia ambiental en México.

- 11.- La judicatura debe participar y contribuir en la capacitación y especialización ambiental, para asegurar una adecuada aplicación de la norma ambiental, como una cuestión de interés público y social.
- 12.- Los Consejos de la Judicatura y las Escuelas Judiciales, así como las asociaciones y colegios de jueces y magistrados deben contemplar la difusión del derecho ambiental entre la judicatura y fomentar la participación en cursos, congresos y reuniones nacionales e internacionales.
- 13.- Los Consejos de la Judicatura y Escuelas Judiciales también deben fomentar el estudio de legislaciones y doctrina del derecho ambiental en otros países, para fomentar en México conciencia ecológica en la judicatura para una eficaz aplicación de la ley y lograr la protección al ambiente.

## **XV. FUENTES DE INVESTIGACIÓN**

AGUAYO QUEZADA, Sergio, México en Cifras, Ed. Hechos Confiables-Grijalbo, México, 2002.

BRAÑES, Raúl, Manual de Derecho Ambiental Mexicano, Fondo de Cultura Económica, México, 2001.

CAFFERATTA, Néstor, Principios y Efectividad del Derecho Ambiental, Terceras Jornadas Nacionales de Derecho Ambiental, Facultad de derecho Universidad de Chile 25 a 27 de octubre de 2006.

ENGELS, Federico, El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre, Ediciones de cultura popular, México, 1975.

FERNÁNDEZ Rodríguez, José Julio, La Inconstitucionalidad por Omisión. Civitas Ediciones, S.L. Madrid, España.1998.

GOLDENBERG, Isidoro H. y CAFFERATTA Néstor, Daño Ambiental, Ed. Abeledo-Perrot, Buenos Aires 2001.

GONZÁLEZ MÁRQUEZ, José Juan, La responsabilidad por el daño ambiental en América Latina, Serie de documentos sobre Derecho Ambiental, 12, PNUMA, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 2003.

LÓPEZ LÓPEZ, Víctor Manuel, Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable, editado por el Instituto Politécnico Nacional, México, 2006.

LÓPEZ RAMOS, Neófito, El Derecho Ambiental, un derecho al alcance de todos, Revista Tepantlato, Instituto de Ciencias Jurídicas de Egresados de la UNAM, Campus Aragón, A.C., Época 1, número 3.

TOLEDO, Víctor M., et al, La modernización rural de México: un análisis socioecológico, Editado por SEMARNAT, INE y UNAM, México, 2002.

## **Documentos**

México 2a Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Comité Intersecretarial sobre cambio climático, SEMARNAT-INE, México, 2001.

Resúmenes de Sentencias Judiciales en Materia Ambiental, Serie de documentos sobre Derecho Ambiental, 11, editado por PNUMA, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 2003.

## **Otros**

Archivo de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, México. D.F.

Santa Biblia, Sociedades Bíblicas en América Latina, México, D.F. 1960.

Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, México, D.F. Novena Época.

Diario Oficial de la Federación. Junio 28,1999, México, D.F.

---

<sup>1</sup> Génesis 1.28: "Y los bendijo Dios, y les dijo: Fructificad y multiplicaos; llenad la tierra, y sojuzgadla, señoread en los peces del mar, en las aves de los cielos, y en todas las bestias que se mueven sobre la tierra". 2.19: "Jehová Dios formó, pues, de la tierra toda bestia del campo y toda ave de los cielos y las trajo a Adán para que viese cómo las había de llamar; y todo lo que Adán llamó a los animales vivientes, ese es su nombre." 2.20. "Y puso Adán nombre a toda bestia y ave de los cielos y a todo ganado del campo; mas para Adán no se halló ayuda idónea para él."

<sup>2</sup> VERNE, Julio, El Eterno Adán, "Es, pues, el 24 de mayo cuando empieza el relato de los terribles acontecimientos que quiero dejar registrados aquí, para información de aquellos que vendrán después de mí, si es que la humanidad se halla aún en situación de creer en un posible futuro."

<sup>3</sup> Génesis 7.12. "Y hubo lluvia sobre la tierra cuarenta días y cuarenta noches." y 7.17. "Y fue el diluvio cuarenta días sobre la tierra; y las aguas crecieron, y alzaron el arca, y se elevó sobre la tierra."

<sup>4</sup> ENGELS, Federico, El Papel del Trabajo en la Transformación del Mono en Hombre. Ediciones de Cultura Popular. México, D.F. 1975, Pág. 220.

<sup>5</sup> *Íbidem*.

<sup>6</sup> LÓPEZ LÓPEZ, Víctor Manuel. Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable.,Editado por el Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. 2006. Pág. 18.

<sup>7</sup> ENGELS, Federico, *Op. Cit.*, Nota número 4. Pág. 221.

<sup>8</sup> TOLEDO, Víctor M., La Modernización Rural de México: Un Análisis Socioecológico. Editado por SEMARNAT, INE y UNAM, México, D.F. 2002, Pág. 27

<sup>9</sup> LÓPEZ LÓPEZ, Víctor Manuel, *Op. Cit.*, Nota número 6 Pág. 57.

<sup>10</sup> *Ídem*, Pág. 20.

<sup>11</sup> *Ídem*, Págs. 20-31.

<sup>12</sup> *Diario Oficial de la Federación*. Junio 28,1999, México, D.F. Pág. 3

<sup>13</sup> Suprema Corte de Justicia de la Nación; Segunda Sala, Tesis de Jurisprudencia 153/2002, f. Novena época, Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, Tomo XVII, enero de 2003, p. 667.

---

<sup>14</sup> Suprema Corte de Justicia de la Nación, Segunda Sala, Contradicción de Tesis 49/2007-SS. Entre las sustentadas por el Tercer Tribunal Colegiado del Vigésimo Primer Circuito y el Primer Tribunal Colegiado en materias Administrativa y de Trabajo del Décimo Sexto Circuito. 9 de mayo de 2007 Cinco Votos. Ponente: Margarita Beatriz Luna Ramos. Secretaria: Hilda Marcela Arceo Zarza. Novena Época. Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta Tomo XXV. México. D.F. Junio 2007. Pág. 337.

<sup>15</sup> Segundo Tribunal Colegiado en Materia Penal del Tercer Circuito. Amparo Directo 61/2002 Unanimidad de votos. Ponente: Hugo Ricardo Ramos Carreón. Secretaria: María del Carmen Cabral Ibarra, F. Novena Época. Semanario Judicial de la Federación y su Gaceta, Tomo XVII, México, D.F. Mayo de 2003, Pág. 1256.

<sup>16</sup> PASSOS DE FREITAS, Vladimir, Responsabilidad Ambiental en Brasil. Instituto Nacional de Ecología, México. D.F. 2002, Pág. 7.

<sup>17</sup> *Ibíd.*

<sup>18</sup> Éxodo 21. "18. Además, si algunos riñeren, y uno hiriere a su prójimo con piedra o con el puño, y éste no muriere, pero cayere en cama". 21. "19 si se levantara y anduviere fuera sobre su báculo, entonces será absuelto el que lo hirió; solamente le satisfará por lo que estuvo sin trabajar, y hará que le curen".

<sup>19</sup> GONZÁLEZ MÁRQUEZ, José Juan, La Responsabilidad por el Daño Ambiental en América Latina. Derecho Ambiental. Serie de Documentos sobre Derecho Ambiental, 12, PNUMA, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. México. D.F. 2003, Pág. 26.

<sup>20</sup> GOLDENBERG, Isidoro H. y CAFFERATTA, Néstor, Daño Ambiental, Ed. Abeledo-Perrot, Buenos Aires, Argentina. 2001, Pág. 16

<sup>21</sup> Artículo 213.- Representación en defensa de intereses difusos. En los casos de cuestiones relativas a la defensa del medio ambiente, de valores culturales o históricos, y en general, que pertenezcan a un grupo indeterminado de personas o la obligación que establece el artículo 14 del Código Civil, de realizar actividades particulares en beneficio colectivo; estarán legitimados para promover el proceso pertinente, el Ministerio Público local, cualquier interesado y las instituciones o asociaciones de interés social, no políticas ni gremiales, que a juicio del tribunal garanticen una adecuada defensa del interés colectivo comprometido. Artículo 219. Pretensión. A través de las diversas pretensiones se puede aspirar a que: ...V. Se tutele el interés colectivo de grupos indeterminados

<sup>22</sup> Artículo 89.- Tienen capacidad para comparecer en juicio:  
...VI. Cualquiera de los integrantes de un grupo afectado, que garantice una adecuada defensa para el interés general, o las instituciones, asociaciones o agrupaciones privadas, no políticas ni

---

gremiales, especializadas en la defensa de los intereses sociales colectivos, cuando se trata de la tutela de intereses difusos, de grupos indeterminados que no constituyan una persona moral.

Artículo 285.- En la acción mediante cuyo ejercicio se pretenda exigir la responsabilidad por daños o perjuicios actuales o emergentes, causados a un grupo indeterminado de personas que no constituye una persona moral, se observarán las siguientes reglas:

I. La demanda podrá proponerse por cualquiera de los integrantes del grupo afectado, que garantice una adecuada defensa para el interés general, y asuma la responsabilidad de notificar a los interesados. También podrán demandar las instituciones, asociaciones o agrupaciones privadas especializadas en la defensa de los intereses sociales o colectivos, acordes a la naturaleza de la pretensión.

II. La sentencia no sufrirá efectos respecto de las personas que, debidamente informadas por el representante del grupo, acerca de la radicación del juicio, comparezcan ante la presencia judicial, antes de la audiencia de desahogo de pruebas a manifestar su voluntad de no intervenir en el proceso.

III. El juzgador dará por concluido el procedimiento, sin sentencia, si la parte actora omite rendir las pruebas de su pretensión, en la fase correspondiente.

IV. En la sentencia podrán imponerse a la parte demandada, las medidas que se juzguen más eficaces y necesarias para prevenir o impedir que se sigan produciendo los daños.

V. La ejecución del fallo condenatorio comprenderá la distribución equitativa del resarcimiento de los daños generados, sin perjuicio de la indemnización de los daños particulares.

<sup>23</sup> [www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/336/contexto.html](http://www.ine.gob.mx/publicaciones/libros/336/contexto.html). Fecha de consulta enero del 2009

<sup>24</sup> *Ibidem*.

<sup>25</sup> *Ibidem*.

<sup>26</sup> *Ibidem*.

<sup>27</sup> *Ibidem*.

<sup>28</sup> *Ibidem*.

<sup>29</sup> [www.pemex.com/index.cfm?action=content&sectionID=2&catID=2624&contentID=2634](http://www.pemex.com/index.cfm?action=content&sectionID=2&catID=2624&contentID=2634) fecha de consulta 20 de enero del 2009.

<sup>30</sup> México 2a Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Comité Intersecretarial sobre cambio climático, SEMARNAT-INE, México, 2001. Pág. 72.

---

<sup>31</sup> Ídem. Pág. 79

<sup>32</sup> AGUAYO QUEZADA, Sergio, México en Cifras, Ed. Hechos Confiables-Grijalbo, México, D.F. 2002. Págs. 36, 38 y 39.

<sup>33</sup> LÓPEZ RAMOS, Neófito. El Derecho Ambiental, un derecho al alcance de todos, Revista Tepantlato, Instituto de Ciencias Jurídicas de Egresados de la UNAM, Campus Aragón, A.C., Época 1, número 3, pp. 8-11.

<sup>34</sup> BRAÑES, Raúl, Manual de Derecho Ambiental Mexicano, Fondo de Cultura Económica, México, D.F. 2001. Pág. 105.

<sup>35</sup> FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, José Julio, La Inconstitucionalidad por Omisión. Civitas Ediciones, S.L. Madrid, España. 1998, Pág. 32.

<sup>36</sup> GOLDENBERG, Isidoro H. Y CAFFERATTA Néstor, *Op. Cit.* Nota número 19. Pág. 15.

<sup>37</sup> CAFFERATTA, Néstor, Principios y Efectividad del Derecho Ambiental, Terceras Jornadas Nacionales de Derecho Ambiental, facultad de derecho Universidad de Chile 25 a 27 de octubre de 2006. Pág. 3.

<sup>38</sup> Idem, Pág. 17.

<sup>39</sup> PASSOS DE FREITAS, Vladimir, *Op. Cit.* Nota número 15. Pág. 16.

<sup>40</sup> Idem, Pág. 17.

<sup>41</sup> GOLDENBERG, ISIDORO H. y CAFFERATTA, Néstor, *Op. Cit.* Pág. 17



## **CAMBIO CLIMÁTICO Y ACCIONES PARA ENFRENTARLO**

**Adrián Fernández Bremauntz<sup>1</sup>**  
**Julia Martínez Fernández<sup>2</sup>** Aquileo  
**Guzmán Perdomo<sup>3</sup>**

**SUMARIO:** *I. El Cambio Climático y vulnerabilidad. II. Impactos potenciales del Cambio Climático en algunos sectores de México. III. Organismos Internacionales y compromisos de México. IV. Los compromisos de México. V. Política Pública en México ante el Cambio Climático. Nuevos mecanismos para asignar la responsabilidad por daños ambientales.*

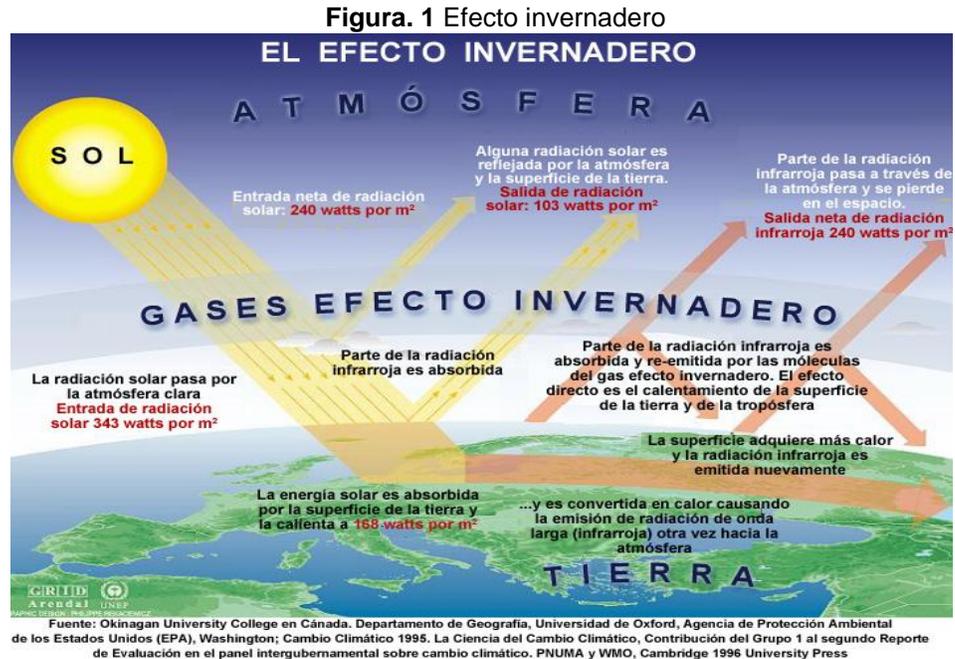
### **I. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y VULNERABILIDAD**

#### **Ciencia del cambio climático**

La capa de la atmósfera, está constituida de manera natural principalmente por oxígeno y nitrógeno (99.03%), existen además otros gases en concentraciones más bajas -Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), vapor de agua, Ozono (O<sub>3</sub>), Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Metano (CH<sub>4</sub>) y Clorofluorocarbonos (CFCs), estos últimos en cantidades traza-localizados en la parte más cercana a la tierra, llamada troposfera. Estos gases tienen la capacidad de retener parte de la energía que refleja la tierra proveniente del sol, y remitirla como radiación infrarroja, produciendo un efecto de calentamiento (Figura 1),<sup>4</sup> por lo que se denominan gases de

efecto invernadero (GEI). Sin el efecto invernadero la vida no sería posible en la tierra, ya que la temperatura promedio sería de  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Sin embargo, se ha detectado que las concentraciones de GEI se incrementan año con año, principalmente por la quema de combustibles fósiles y por el cambio de uso de suelo, permaneciendo y acumulándose en la atmósfera por cientos de años.<sup>5</sup> El resultado del aumento de las concentraciones de los GEI, obstaculiza la emisión de energía hacia el espacio exterior y provocan aumentos en la temperatura, fenómeno que da lugar al **Cambio Climático Global**.<sup>6</sup>



Los gases de efecto invernadero cubren una amplia gama de gases de origen natural y antropogénico.

En 1997 se aprobó el texto del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones sobre el Cambio Climático, mediante el cual se controlarían las emisiones de 6 gases de efecto invernadero: Bióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) y Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Gases de Efecto Invernadero controlados por la CMNUCC

Origen	Gases	Fuentes	Vida media en años	Potencial de Calentamiento
Gases de origen natural	Bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	Quema de combustibles fósiles (carbón, derivados de petróleo y gas), reacciones químicas en procesos de manufactura; (como la producción de cemento y acero) cambio de uso de suelo (deforestación).	50 a 200	1
	Metano (CH <sub>4</sub> )	Descomposición anaerobia (cultivo de arroz, rellenos sanitarios, estiércol), escape de gas en minas y pozos petroleros.	12 ± 3	21
	Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	Producción y uso de fertilizantes nitrogenados, quema de combustibles fósiles.	120	310
Gases antropogénicos	Hidrofluorocarbonos (HFCs)	Emitidos en procesos de manufactura y usados como refrigerantes.	1.5 a 264	140-11,700
	Perfluorocarbonos (PFCs)	Producción de Aluminio, fabricación de semiconductores, sustituto de las sustancias destructoras del ozono. Ej. Uso de solventes, espumas, refrigeración fija.	2600 a 50000	6,500-9,200
	Hexafluoruro de Azufre (SF <sub>6</sub> )	Producción y uso en equipos eléctricos; Producción de magnesio y aluminio; Fabricación de semiconductores.	3200	23,900

## Vulnerabilidad de México ante los efectos del cambio climático

Las previsiones científicas más recientes indican que la temperatura promedio de la superficie de la Tierra se incrementará alrededor de 3° Celsius, con lo que el nivel del mar podría ascender alrededor de 1 metro, en el curso del siglo XXI.

De presentarse ese incremento, las zonas costeras serían las más afectadas. La humedad en la atmósfera se elevará, en tanto que la humedad en los suelos se reduce, generando un impacto negativo en la

calidad y la disponibilidad del agua, la producción agrícola e intensificando en consecuencia, los fenómenos meteorológicos extremos como los tornados y, particularmente los fenómenos hidrometeorológicos como ciclones, huracanes, depresiones tropicales, etcétera.

La vulnerabilidad frente a la variabilidad natural del clima y a los efectos del cambio climático, está relacionada con factores como el crecimiento poblacional, la pobreza, las condiciones de salud pública, la proliferación de asentamientos en lugares de alto riesgo, la intensificación industrial, el deterioro y las carencias de infraestructura o equipamiento territorial; y con los efectos locales acumulados por los procesos de deterioro ambiental.

Tal como lo señala la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC, 2007)<sup>7</sup> la situación geográfica de México, las condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros factores, contribuyen a que nuestro país esté expuesto a eventos hidrometeorológicos que pueden llegar a situaciones de desastre y cuyos efectos se verán exacerbados por el cambio climático. Los impactos adversos derivan de huracanes, lluvias torrenciales, heladas, sequías, inundaciones, ondas de calor o de frío y oscilaciones extremas en la humedad de suelos y atmósfera. Estos impactos frenan temporalmente, o incluso hacen retroceder el desarrollo socioeconómico en las regiones afectadas, ya que implican, la destrucción material y el deterioro de los recursos naturales, cuya situación actual es ya crítica.

En México, tanto los factores de exposición como los de vulnerabilidad a eventos hidrometeorológicos extremos han aumentado. Durante los últimos años, se registró un incremento en la precipitación media anual en la zona noroeste, así como en la frecuencia y la severidad de las sequías en el centro-norte del país; aumento en el número de depresiones tropicales en la región caribeña y del Golfo de México e intensificación en la fuerza de los huracanes. Al respecto es preciso señalar que la temporada de huracanes del año 2004 fue la tercera más activa desde 1950 y la temporada de 2005, la más activa jamás registrada.

En nuestro país, de acuerdo con la Secretaría de Gobernación, el número de eventos extremos de origen geofísico, como los sismos, ha permanecido constante; mientras que la ocurrencia de desastres de origen hidrometeorológico se ha duplicado en las últimas décadas.

Durante la década de los años noventa, más del 90% de las personas que fallecieron por los efectos de fenómenos naturales perdieron la vida en huracanes, sequías, tormentas e inundaciones. A estas cifras hay que agregarle que alrededor de 20 millones de personas habitan áreas susceptibles al impacto de huracanes (alrededor de 800 mil km<sup>2</sup> del país).

Por otro lado, las predicciones de los efectos producidos por el cambio climático para México, mencionados en la Tercera Comunicación Nacional - TNC (INE-SEMARNAT, 2006)<sup>8</sup>, señalan que, en general, el clima del país será más cálido (2-4 °C) para el año 2050. Los resultados indican que la parte más continental del norte de México será la que experimente mayores incrementos de temperatura.

Los cambios para las lluvias de invierno indican reducciones de hasta 15% en regiones del centro de México, y de menos del 5% en la zona de la costa del Golfo de México, alrededor del año 2080. En tanto que, los huracanes y frentes fríos (nortes), serán menos frecuentes. En el caso de ciclones tropicales se estima que en promedio aumenten en intensidad.

## **II. IMPACTOS POTENCIALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN ALGUNOS SECTORES DE MÉXICO**

Prácticamente no existe un sólo sector de la economía, población o región de México que quede liberada de los impactos negativos del cambio climático. Los riesgos son mayores para la seguridad de los asentamientos humanos, la industria turística costera y de montaña, la salud pública, la producción de alimentos, la disponibilidad y la calidad del agua, la integridad de los ecosistemas, la infraestructura petrolera y de generación y suministro de energía.

En el siguiente cuadro se enumeran los principales impactos del cambio climático en algunos sectores o áreas; para otros sectores prioritarios puede consultarse la información íntegra en la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

**Cuadro 1.** Impactos previsibles del cambio climático en México, en algunos sectores o áreas

<b>Sector o área</b>	<b>Impactos</b>
<b>Condiciones climáticas y recursos hídricos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación de los regímenes de precipitación.</li> <li>• Mayor frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos (huracanes y ciclones tropicales, inundaciones, sequías, oscilación del Sur «El Niño-La Niña», etc.).</li> <li>• Incremento de escurrimientos superficiales y deslizamientos en algunas regiones.</li> <li>• Mayor azolvamiento en presas y embalses.</li> <li>• Intrusión de agua salada en acuíferos costeros por la elevación del nivel del mar.</li> <li>• Reducción drástica en la disponibilidad de agua por habitante en algunas regiones (D.F., Estado de México, Guanajuato, Jalisco).</li> </ul>
<b>Ecosistemas, biodiversidad y sus servicios ambientales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación de regiones ecológicas, migración de ecosistemas a mayores latitudes y altitudes.</li> <li>• Transformación de hábitats a tasas que excederán sus capacidades naturales de adaptación.</li> <li>• Extinción probable de bosques de coníferas y praderas de alta montaña y cambios importantes en al menos el 50% de los demás tipos de ecosistemas.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción drástica de zonas de distribución de otros bosques de coníferas y encinos, así como bosques mesófilos de montaña.</li> <li>• Mayor incidencia de incendios forestales.</li> <li>• Pérdida de humedales que constituyen hábitats para especies migratorias.</li> <li>• Disminución en la abundancia de poblaciones de flora y fauna silvestres.</li> <li>• Incremento de la tasa de extinción, particularmente especies de distribución restringida.</li> <li>• Invasión de especies exóticas, las cuales modificarán estructuras tróficas y eliminarán especies nativas.</li> <li>• Disminución de las capacidades de renovación de servicios ambientales de los ecosistemas.</li> <li>• Reducción de la producción de madera, celulosa y papel derivados de bosques de coníferas.</li> </ul>
<p><b>Agricultura y ganadería</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución neta de la superficie apta para cultivar maíz de temporal y posible erosión de la agrobiodiversidad del maíz.</li> <li>• Reducción de los rendimientos de cultivos de maíz en algunas regiones.</li> <li>• Reducción de la superficie apta para la ganadería extensiva en el centro y norte del país debido a mayor aridez, sequías más agudas y degradación de tierras.</li> <li>• Riesgo incremental de siniestros causados por eventos hidrometeorológicos extremos en zonas productivas (sequías, inundaciones, huracanes).</li> <li>• Expansión de plagas por el cambio de condiciones</li> </ul>

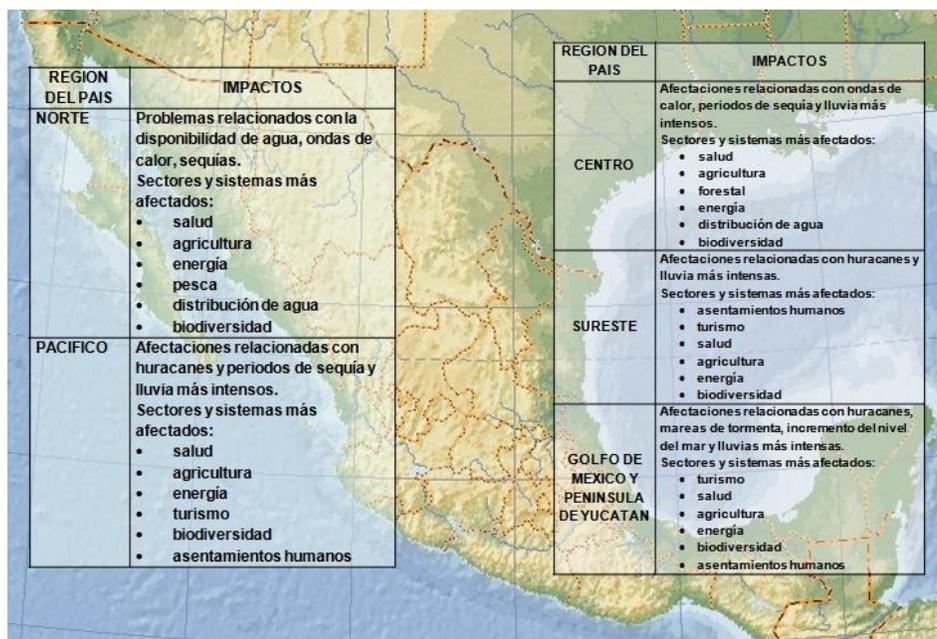
	<p>ambientales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioro de los niveles de bienestar de la población rural.</li> </ul>
<b>Salud pública</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento y redistribución de enfermedades transmitidas por vectores como los mosquitos (paludismo, dengue, etcétera).</li> <li>• Mayor incidencia de enfermedades infecciosas relacionadas con la calidad del agua (cólera, tifoidea, etcétera).</li> <li>• Incremento de la morbilidad y la mortalidad por ondas de calor y deshidratación.</li> </ul>

**Fuente:** ENACC, 2007.

Realizando un análisis del impacto del cambio climático por región del país y por sector más vulnerable, en función del evento hidrometeorológico que se presenta y derivado de los resultados de los estudios presentados en la TCN, se pueden obtener resultados como los mostrados en la tabla 1.

De esta forma podemos observar en el cuadro 1 que, por ejemplo, en la región norte de México se tienen problemas relacionados con la disponibilidad de agua, ondas de calor, sequías; y los sectores y sistemas más afectados son, salud, agricultura y energía, principalmente. Por otro lado, en el Golfo de México y la Península de Yucatán, los impactos están relacionados con huracanes, mareas de tormenta, incremento del nivel del mar y lluvias más intensas, afectando principalmente al sector turístico, salud, agricultura, energía, biodiversidad y asentamientos humanos.

**Figura 2.** Impactos previsibles del cambio climático en México, en algunos sectores o áreas



**Fuente:** Elaboración propia con información de la Tercera Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC. INE-SEMARNAT. 2006.

### Impactos potenciales del cambio climático en el sector agrícola

El cambio climático es una seria amenaza para el mundo en desarrollo e importante obstáculo para la reducción continua de la pobreza en sus múltiples dimensiones. En primer lugar, desde el punto de vista geográfico, las regiones en desarrollo se encuentran en desventaja, puesto que, por término medio, son ya más cálidas que las regiones desarrolladas, además de experimentar una elevada variabilidad en la pluviosidad. Como resultado de ello, todo calentamiento adicional del planeta resultará en mayores costos y reportará escasos beneficios para los países pobres. En segundo lugar, los países en desarrollo -y, en particular, los más pobres- dependen en gran medida de la agricultura, sector económico más afectado por el clima.<sup>9</sup>

En ese sentido, se prevé que el cambio climático afecte a esa actividad mediante el decrecimiento de la producción, y la reducción de zonas de tierra cultivable, así como del abastecimiento de alimentos para peces. El cambio climático pone en riesgo a los agricultores de subsistencia. Los cultivos marginales como el sorgo y el mijo son más vulnerables debido a la caída de la productividad y a la pérdida de la diversidad genética de los cultivos.<sup>10</sup>

Al respecto, el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC-AR4, 2007), señala que como consecuencia de este fenómeno, se espera que los rendimientos de arroz disminuyan después del año 2020, y es probable que el aumento de las temperaturas y las precipitaciones en la región sureste de América del Sur, aumenten los rendimientos del frijol de soya, si no se toman en consideración los efectos del CO<sub>2</sub>. El mismo informe refiere, que es muy probable que la productividad del ganado vacuno disminuya, como respuesta a un posible aumento de 4°C en la temperatura.

En México, el mayor esfuerzo de los productores agrícolas sigue estando en la producción de maíz, lo que refleja la importancia de esta actividad para la seguridad alimentaria de las familias rurales. La producción de maíz ha mostrado una gran sensibilidad a la variabilidad climática en el país, particularmente por los eventos de sequías.

Los escenarios de clima para México, en el año 2020, implican reducciones moderadas en la aptitud para el cultivo de maíz de temporal e incrementos en la superficie no apta de hasta 4.2%. La canícula “vendrá” sin agua con mayor frecuencia y en consecuencia, los efectos en cultivos de temporal serán negativos en la mayoría de los casos. Sin embargo, las condiciones de cambio climático ampliarían el ciclo de crecimiento de los cultivos, reduciendo la amenaza de heladas tempranas.

Las medidas adoptadas contra la sequía incluyen cambiar de cultivo a una especie más resistente, de ciclo más corto o alguna variedad; implementar

programas de empleo temporal en otros predios o en zonas urbanas, o bien, emigrar a ciudades o estados e inclusive, a otros países.

### **Impactos potenciales del cambio climático en el sector hídrico**

El cambio climático constituye una amenaza contra los elementos básicos de la vida humana en distintas partes del mundo: acceso a suministro de agua, producción de alimentos, salud, uso de la tierra y medio ambiente.

El Grupo de Trabajo II del IPCC (IPCC-AR4, 2007) señala que más de un sexto de la población mundial vive en cuencas fluviales alimentadas por glaciares o nieve derretida, por lo que se verá afectado si reduce el volumen de agua almacenada en los glaciares y bancos de nieve.

El aumento del nivel del mar supondrá un incremento de las zonas de salinización de aguas subterráneas y de los estuarios, provocando la reducción de disponibilidad de agua dulce para los seres humanos y los ecosistemas en las zonas costeras. Se prevé que la mayor intensidad y variabilidad de la precipitación, aumente el riesgo de inundaciones y sequías en muchas zonas.



Los efectos adversos del clima en los sistemas de agua dulce, agravan los impactos de otros factores de estrés como el crecimiento demográfico, los cambios en las actividades económicas, el cambio en el uso del suelo y la urbanización. A nivel mundial, la demanda de agua aumentará en los próximos decenios, principalmente debido al crecimiento demográfico y del poder adquisitivo de ciertos grupos sociales. A nivel regional, es probable que el cambio climático modifique la demanda de agua para riego.

En México, casi el 75% de la precipitación se pierde por evapotranspiración y sólo el 5% recarga los acuíferos, que abastecen de agua. El escenario actual indica una disponibilidad media de agua en el país es de aproximadamente 4,000 m<sup>3</sup>/hab/año.

Casi el 75% del agua que se consume en México se destina a la agricultura. El uso doméstico consume 14% y el restante 11% es para uso industrial. Sin embargo, la baja eficiencia en el uso contribuye a incrementar la problemática del sector hídrico. En las actividades agrícolas se desperdicia 55% del total de agua que se extrae para ese fin, debido a la mala eficiencia en el riego, entre otras causas. El sector urbano pierde 43%, en tanto que las pérdidas en la industria y los servicios son mínimas, aunque contribuyen fuertemente a la contaminación del recurso.



### **Medidas de adaptación en el sector agua**

En la Tercera Comunicación Nacional se señalan las siguientes medidas de adaptación del recurso hídrico ante los efectos negativos del cambio climático:

- Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola.
- Captura y almacenamiento de agua de lluvia con métodos tradicionales (pequeños embalses, *jagüeyes*, sistemas de canales, terrazas y semi-terrazas, etcétera).
- Fomentar la ampliación de cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico.

- Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua, así como promover la cultura de su buen uso.
- Disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías.
- Restauración de ecosistemas prioritarios para dar soporte al manejo integral de cuencas, regular escurrimientos superficiales y mantener (o reconstituir) barreras naturales como dunas costeras, humedales, manglares, vegetación riparia y de galería, etc.
- Construir infraestructuras para potenciar la recarga de acuíferos.
- Incrementar la capacidad de almacenamiento en presas de cuencas altas y medianas, para mejorar el abasto para uso humano y de riego; controlar el volumen del agua en los ríos y reducir los riesgos de escurrimientos destructivos e inundaciones cuenca abajo.

### **Impactos potenciales del cambio climático en el turismo**

Pocas actividades económicas son tan dependientes del clima como el turismo. La mayoría de las actividades turísticas se desarrollan al aire libre, por lo que un medio ambiente limpio y condiciones meteorológicas favorables son esenciales para la satisfacción de los visitantes, y fundamentales para mantener el éxito de cualquier destino turístico.

Tratar las causas y las consecuencias del cambio climático es una prioridad estratégica, ya que este fenómeno mundial tiene repercusiones en ese sector, el cual, a su vez, contribuye a él a través de sus emisiones de gases de efecto invernadero.

En ese sentido, es preciso señalar que diversos destinos ya se están viendo afectados por el cambio climático, y la población es cada vez más sensible al impacto ambiental de las decisiones que toma sobre su forma de vida, incluido el lugar a donde ir de vacaciones.

La Organización Mundial del Turismo (OMT), ha determinado que el turismo es fuente primordial de ingresos de divisas en 46 de los 50 países menos adelantados del mundo (PMA).<sup>11</sup>

El Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC-AR4, 2007)<sup>12</sup> destaca que los últimos estudios confirman que, probablemente, los efectos del cambio climático en próximos años impacte con más contundencia a ese sector. Asimismo, señala que el turismo es la fuente principal del PIB y del empleo en la mayoría de los pequeños territorios insulares.

Es probable que el aumento del nivel del mar y de la temperatura de las aguas marinas, contribuyan a acelerar la erosión de las playas, así como a degradar y decolorar los arrecifes de coral. Además, la pérdida del patrimonio cultural a consecuencia de inundaciones y crecidas reducirá el valor turístico de los vacacionistas de las costas. Aunque un clima más cálido puede reducir la cantidad de personas que visitan los pequeños territorios insulares en latitudes bajas, un efecto contrario puede presentarse en territorios insulares de latitudes medias y altas. Sin embargo, es probable que la escasez de agua y el aumento de la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores disuadan a los turistas.

La OMT señala que el Cambio Climático plantea riesgos para el sector turístico, por lo siguiente:

- El cambio climático plantea un riesgo creciente para ese sector, los propios turistas y las economías que se apoyan en el gasto derivado.
- La precisión de la información meteorológica y la predicción de los fenómenos climáticos extremos son cada día más importantes para las empresas del sector.
- Las repercusiones del fenómeno podrían afectar a muchos proveedores que dependen del turismo, desde agricultores hasta artesanos.

- Los destinos de playa, las estaciones de deportes de invierno y en general, las actividades turísticas al aire libre dependen en gran medida de condiciones climáticas favorables.
- Los fenómenos meteorológicos extremos como huracanes o inundaciones ponen en peligro la salud y la seguridad de los turistas, y de las poblaciones locales por igual, pues pueden destruir la infraestructura básica de un destino.
- Es posible que el cambio climático transforme también el entorno natural que atrae a los turistas, al erosionar el litoral, deteriorar los arrecifes de coral y otros ecosistemas sensibles, además de afectar a servicios básicos como el suministro de agua, especialmente durante períodos de máxima demanda.
- Por otra parte, la alteración de los patrones meteorológicos podría brindar nuevas oportunidades al sector turístico, en particular al incrementarse el número de visitas en meses que antes eran de temporada baja.



La Organización Mundial del Turismo, en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el apoyo del Foro Económico Mundial y del Gobierno de Suiza, convocaron a la Segunda Conferencia Internacional sobre Cambio Climático y Turismo en Davos (Suiza), del 1 al 3 de octubre de 2007.<sup>13</sup>



### **La Conferencia** convino en que:

- El clima es un recurso esencial para el turismo, por lo que éste es un sector particularmente sensible a los efectos del cambio climático y del calentamiento global. Más aún, sus efectos ya se están experimentando en ciertos destinos turísticos.
- Se estima que este sector contribuye con cerca del 5% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>; es decir, 1,307 millones de toneladas en 2005.
- El turismo –de negocios y de recreo– seguirá siendo componente fundamental de la economía mundial, una actividad importante para el logro de los objetivos de desarrollo del Milenio y elemento positivo integrado en nuestra sociedad.
- Dada la importancia del turismo en los retos mundiales del cambio climático y de la reducción de la pobreza, es necesario adoptar con urgencia una serie de medidas políticas que fomenten un turismo verdaderamente sostenible, que refleje la «cuádruple cuenta de resultados» en los ámbitos ambiental, social, económico y **climático**.
- El sector turístico debe responder con rapidez al cambio climático en el marco en evolución de las Naciones Unidas, y reducir progresivamente su emisión de gases de efecto invernadero (GEI) para crecer de forma sostenible; con ese objeto, habrán de tomarse medidas para:
  - **mitigar** sus emisiones de GEI, derivadas especialmente de las actividades de transporte y alojamiento;
  - **adaptar** las empresas y los destinos turísticos al cambio de las condiciones climáticas;
  - aplicar las **técnicas** nuevas y las ya existentes, para aumentar la eficacia del uso de la energía;
  - recabar recursos **financieros** para ayudar a las regiones y a los países pobres.

### **Importancia del sector turístico en México**

El turismo es una actividad económica importante: es el tercer ingreso económico y aporta casi el 8 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB).

México ya resiente las consecuencias de huracanes de mayor intensidad, sequías, inundaciones y erosión costera. A nivel nacional, el turismo de sol y playa es el que tiene mayor demanda. Después de la Ciudad de México, los destinos que reciben más turistas son: Cancún, Los Cabos, Puerto Vallarta, Acapulco, Mérida, Mazatlán, Cozumel, Ixtapa y Tijuana.<sup>14</sup>

### **Los huracanes y el turismo**

Los escenarios de cambio climático señalan que la temperatura de la superficie del mar en el Caribe, Golfo de México y Pacífico Mexicano podría aumentar entre 1 y 2°C, favoreciendo las probabilidades de que los ciclones tropicales alcancen categorías mayores en la escala Saffir-Simpson.

En este mismo sentido, cabe resaltar que en los últimos 35 años, el número de huracanes categoría 1 han disminuido ligeramente, los de categoría 2 y 3 se han mantenido constantes y los de categorías 4 y 5 se han duplicado. El 2005 fue el año con mayor número de huracanes desde que se tiene registro. Lo anterior afecta gravemente los destinos turísticos de las penínsulas de Yucatán y Baja California, pues incrementa las inundaciones y la erosión costera.

Los huracanes Emily, Stan y Wilma, los tres grandes de 2005, dejaron pérdidas al país por 25 mil millones de pesos y generaron 24 mil 464 reclamaciones por siniestros hacia las aseguradoras.

El huracán Wilma provocó un éxodo de cerca de 30 mil turistas y la saturación en los vuelos. El aeropuerto de Cancún operó durante ese periodo 240 vuelos diarios, es decir, 150 más que los 90 programados habitualmente.<sup>15</sup>

### **Recomendaciones de adaptación para el sector turismo ante cambio climático en México<sup>16</sup>**

- Mantener y recuperar humedales costeros para reducir los efectos de huracanes y tormentas.

- Recuperar ecosistemas en las partes altas de las cuencas para tener mejor calidad y cantidad de agua.
- Fortalecer instrumentos económicos para cubrir los costos de riesgos hidrometeorológicos.
- Construir la infraestructura turística en lugares elevados y lejos de la costa.
- Desarrollar infraestructura de protección en zonas críticas.
- Mejorar el reglamento de construcciones: los elementos no estructurales (recubrimientos) son muy frágiles ante vientos fuertes, por lo que se recomienda el uso de “cortinas” para proteger de vientos extremos.
- Superar las deficiencias en los procedimientos específicos para la operación de todos los sistemas (por ejemplo, telecomunicaciones) en caso de huracanes.
- Coordinar mejor las acciones de emergencia entre las instituciones y los hoteles.
- Reducir la vulnerabilidad de las vías de acceso (carreteras, caminos, aeropuerto).
- Establecer un centro dedicado a la administración de emergencias, lo suficientemente equipado y resistente.

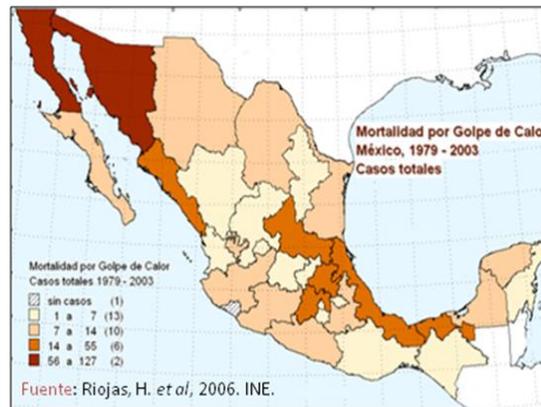
### **Impactos potenciales del cambio climático en la salud**

El sistema climático mundial es parte integrante de los complejos procesos que mantienen la vida. El clima y el tiempo siempre han repercutido en la salud y el bienestar de los seres humanos, pero, al igual que otros grandes sistemas naturales, el climático está empezando a sufrir la presión de las actividades humanas.

En ese contexto, el cambio climático global representa un nuevo reto para las actuales iniciativas encaminadas a proteger la salud humana.

Hay pruebas abrumadoras de que las actividades de origen antropogénico están afectando al clima mundial, generando repercusiones graves en la salud pública. El calentamiento global tiene consecuencias que ponen en riesgo la salud, pues los fenómenos meteorológicos catastróficos y la variabilidad de los climas, afecta a los suministros de agua y alimentos, modifica la distribución de los brotes de enfermedades infecciosas o emergentes relacionadas con los cambios de los ecosistemas.

Las repercusiones sanitarias del cambio climático ya se están haciendo sentir: aumento del número de fallecidos por olas de calor, mayor presencia de desastres naturales como inundaciones, y cambios de la distribución de enfermedades potencialmente mortales transmitidas por vectores, como el paludismo.

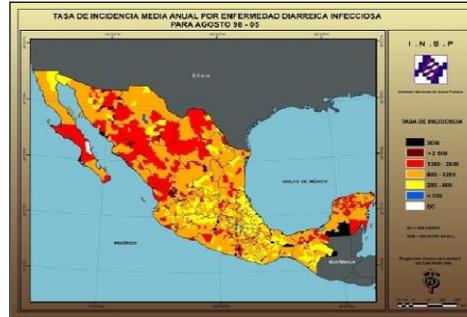


## La amenaza al sector

Los eventos climáticos relacionados con afectaciones a la salud de la población mexicana están relacionados con temperaturas y condiciones de humedad extremas, que llevan a condiciones propicias para la aparición de brotes de enfermedades como golpes de calor, enfermedades transmitidas por vector, por agua y alimentos, por lo que los impactos del clima en la salud humana pueden ser de diversa índole y gravedad.

Algunos efectos directos en la salud, relacionados con el clima, que provocan padecimientos e incluso muertes son:

- Ondas de calor.
- Ondas de frío.
- Enfermedades transmitidas por vectores: dengue y paludismo.
- Pérdidas humanas y enfermedades registradas por sequías, inundaciones o huracanes.
- Enfermedad diarreica aguda.



También pueden presentarse algunos impactos indirectos, a consecuencia de afectaciones del clima sobre los vectores transmisores de algunas enfermedades, tales como los mosquitos, los agentes patógenos, o sobre la productividad o calidad de algunos cultivos, que impacta la alimentación humana.

## Vulnerabilidad del Sector

La población de adultos mayores en el país está en aumento, por lo que cada vez habrá más habitantes de este grupo expuestos a los efectos de las ondas de calor. Por ejemplo, el porcentaje de la población de la ciudad de México que se considera vieja (mayor a 65 años) aumentó de la década de los ochenta a la de los noventa, pasando de 0.66% a 1.22%.

Los estados con mayor mortalidad son Sonora y Baja California. El riesgo de muertes por golpes de calor en los estados del norte de México aumentará en el futuro debido al incremento de entre 1 y 2°C en los próximos veinte años, a menos que se trabaje en una estrategia de protección con los grupos más vulnerables, es decir, los adultos mayores. Las localidades de difícil acceso en el sureste y sur de México son vulnerables al dengue y paludismo. Este riesgo aumenta en años con temperaturas extremas. El cambio climático favorecerá un clima más cálido, por lo que en episodios de fuertes precipitaciones, el riesgo de brotes de estas enfermedades aumentará.

Por otro lado, en ambientes secos y cálidos, los alimentos pueden descomponerse y producir enfermedades gastrointestinales afectando a niños y ancianos. Existe una relación positiva y consistente entre la morbilidad por enfermedades diarreicas agudas y la temperatura máxima en algunos estados del país.

## **La adaptación**

Para reducir los impactos del cambio climático, se deben realizar acciones de prevención adecuadas como ampliar la cobertura de campañas de repartición de suero oral para prevenir la deshidratación y de vacunación, por citar ejemplos. La reducción de la mortalidad relacionada a enfermedades diarreicas agudas podría explicarse por el manejo del diagnóstico y tratamiento de esta enfermedad por el sector salud, a la detección temprana de síntomas y atención inmediata.

Se deben instrumentar sistemas de alerta temprana para la detección de síntomas de las enfermedades y su tratamiento.

Falta desarrollar estudios a nivel estatal y municipal con base en las condiciones y características del entorno mexicano y de su población, que analicen los efectos actuales y potenciales del cambio climático en la salud humana de los mexicanos.

Asimismo, se deben reforzar las estrategias de protección para los grupos más vulnerables, es decir para adultos mayores y niños.

Se recomienda incrementar la investigación en el tema salud, de tal manera que sirva de herramienta en el desarrollo de sistemas de alerta temprana, la protección de grupos vulnerables y vigilancia en la calidad del agua, principalmente en poblaciones al sur del país.

## **Costos de los impactos del cambio climático sobre el sector salud**

La falta de prevención ocasiona más gastos después de algún evento climático; en el 2005, por ejemplo, el Fondo Nacional de Desastres Naturales (FONDEN) erogó más 64.5 millones de pesos para atender a los afectados por fenómenos hidrometeorológicos y 1,415.6 millones para la atención a damnificados.

Para cada repercusión potencial del cambio climático habrá algunos grupos especialmente vulnerables a enfermedades y traumatismos. La vulnerabilidad de una población depende de factores como la densidad demográfica, el grado de desarrollo económico, la disponibilidad de alimento, el nivel y la distribución de los ingresos, las condiciones ambientales locales, el estado previo de salud, y la calidad y disponibilidad de la atención sanitaria pública. Por ejemplo, entre las personas con mayor riesgo de sufrir daños por temperaturas extremas están los habitantes de ciudades socialmente aislados, los ancianos y los pobres.

Las poblaciones que vivan en las fronteras de las actuales zonas endémicas de paludismo y dengue serán, si no reciben una atención primaria eficaz, las más susceptibles en caso de que, en un mundo más cálido, esas zonas se extiendan.

## **Impactos potenciales del cambio climático en la biodiversidad**

El clima es el principal control en los patrones de distribución, productividad primaria, estructura y composición de las especies de plantas y animales a nivel global. Muchas plantas sólo pueden reproducirse y crecer exitosamente dentro de un rango específico de temperaturas, así como responder a cantidades determinadas y patrones estacionales de precipitación.

En consecuencia, si el clima se modifica pueden ser desplazadas por competencia con otras plantas o no sobrevivir; mientras que la mayor parte de las especies de animales dependen, a su vez, de la existencia de ciertos tipos de vegetación para su sustento, como hábitat, fuente de alimentos y sitio de reproducción.

El cambio climático afecta ya a la diversidad biológica y la continuará afectando. Debido al rápido ritmo con el que está ocurriendo, plantas y animales presentan problemas de adaptación generando cambios en la distribución de especies, tiempos de reproducción, patrones de migración de aves, y en los patrones de crecimiento de las plantas, entre otros.

La rica variedad de vida en la Tierra estuvo siempre expuesta a un clima cambiante. La necesidad de adaptarse a los nuevos patrones de temperatura y de precipitación, tuvo una influencia importante en los cambios evolutivos produciendo la riquísima variedad de especies de plantas y animales que vemos actualmente.

La variación climática es perfectamente compatible con la supervivencia de los ecosistemas y de sus funciones, de los cuales dependemos para las cosas esenciales de la vida. Aún así, el cambio climático plantea ahora una de las amenazas principales para la diversidad biológica del planeta y se prevé que en las próximas décadas cobrará mayor fuerza.<sup>17</sup>

Hay varias razones por las cuales ciertas plantas y animales son menos capaces de adaptarse a la actual fase del calentamiento global.



En primer lugar, la velocidad del cambio climático que se prevé es mayor que lo que se ha experimentado en por lo menos 10,000 años, haciendo que sea muchísimo más difícil para las especies trasladarse a zonas más adecuadas o adaptarse a las nuevas condiciones mediante el desarrollo de mecanismos apropiados para su supervivencia. Los arrecifes de coral, por ejemplo, ya se han vuelto lugares yermos en algunas partes, debido a un aumento relativamente moderado de las temperaturas del mar, combinado con otras presiones tales como la contaminación con nutrientes y el exceso de pesca.

En segundo lugar, es preciso señalar que las opciones con que cuentan las plantas y animales se han reducido considerablemente debido a los cambios masivos que los seres humanos han introducido en el paisaje. Muchas especies están encerradas en islas de naturaleza rodeadas de zonas urbanas o de cultivos intensivos que les obstaculizan las “salidas de emergencia” y las hacen altamente vulnerables al cambio climático.

Un resultado de estos cambios, ha sido la significativa reducción en la variedad de especies que se pueden encontrar en ciertas áreas y en el planeta en su conjunto. La conversión de las selvas tropicales en campos de cultivo, de las riberas de los ríos en embalses o de los pantanos en complejos turísticos, no van a acabar con todos los procesos naturales, pero tenderá a crear un paisaje menos diversificado que excluye a muchas de las especies que antes ocupaban ese espacio.

No podemos ser precisos en cuanto a la escala total del cambio, ya que se calcula que la ciencia ha identificado a sólo el 10% de las especies de la Tierra. Sin embargo, podemos decir que la mayoría de las especies de varias categorías, tales como los anfibios, los pájaros de las tierras agrícolas y los corales caribeños, están disminuyendo en abundancia o en el área ocupada por sus poblaciones. Alrededor del 12% de las aves, el 25% de los mamíferos y por lo menos, el 32% de los anfibios están amenazados de extinción durante el próximo siglo.

Si bien la desaparición cierta de una especie reconocida es inaudita en términos de las escalas de tiempo humanas, se calcula que los seres

humanos pueden haber hecho aumentar el ritmo global de las extinciones hasta 1000 veces con respecto al ritmo “natural” típico de los largos períodos de la historia de la Tierra.<sup>18</sup>

Al respecto, el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC-AR4, 2007) señala que, es probable que la elasticidad de muchos ecosistemas sea superada por una combinación sin precedentes de cambio climático asociado con alteraciones (por ejemplo inundaciones, sequías, incendios, plagas de insectos y acidificación de los océanos) y otros impulsores del cambio climático mundial (como el cambio en los usos del suelo, contaminación, sobreexplotación de recursos).

Asimismo, es probable que la absorción neta de carbono por los ecosistemas terrestres alcance su nivel máximo antes de mediados de siglo, debilitándose y luego se debilite e incluso se invierta, y aumente el cambio climático.

Es probable que aproximadamente entre el 20-30% de las especies de plantas y animales evaluadas hasta el momento estén en mayor riesgo de extinción si los aumentos de la temperatura media mundial exceden de 1.5 a 2.5 °C.

Para aumentos en la temperatura media mundial que excedan los 1.5 a 2.5°C y en las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico concomitantes, se prevén cambios importantes en la estructura y función de los ecosistemas, las interacciones ecológicas de las especies y en los ámbitos geográficos de las mismas. Estos cambios acarrearían consecuencias predominantemente negativas para la biodiversidad y los bienes y servicios de los ecosistemas, entre otros, en el abastecimiento de agua y alimentos.

Se espera que la acidificación progresiva de los océanos, debida al aumento del CO<sub>2</sub> atmosférico, tenga impactos negativos en la formación del caparazón de organismos marinos como los corales y sus especies dependientes.

El mismo Informe (IPCC-AR4, 2007) señala que en América Latina se prevé que el aumento de temperatura y la disminución asociada del agua y del suelo, den como resultado el reemplazo gradual de los bosques tropicales por sabanas en el este de la Amazonia, para mediados de siglo. La vegetación árida tenderá a reemplazar a la vegetación semiárida. Asimismo existe el riesgo de pérdida significativa de biodiversidad, mediante la extinción de especies en muchas zonas tropicales de América Latina.<sup>19</sup>

### **Efectos del cambio climático en la biodiversidad de México**

México es un país privilegiado por la diversidad biológica excepcional que se distribuye en su territorio, expresada en algunos ecosistemas y numerosas especies con una amplia variabilidad genética.

Se estima de manera conservadora que más de 10 millones de especies de plantas, hongos y animales habitan la Tierra, de las cuales se conocen sólo alrededor de 1.8 millones. México es un país megadiverso ya que se ubica entre los cinco primeros países del mundo que albergan entre 60 y 70% de la diversidad biológica conocida del planeta. La diversidad conjunta de especies representa aproximadamente 12% del total mundial; esto quiere decir que 12 de cada 100 especies conocidas en el mundo se encuentran en México. La notable diversidad conocida hasta el momento en México podría incrementarse en la medida que se tenga mayor conocimiento de los grandes grupos en los que ésta se clasifica.

En México, si se incrementa la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, los escenarios de cambio climático generados con modelos computacionales predictivos muestran su inminente impacto sobre los componentes de la biodiversidad. Los primeros estudios sobre los efectos del cambio climático en los ecosistemas de México señalan cambios en el área de distribución de especies y ecosistemas (su ampliación o reducción), o incluso su extinción. Por ejemplo, podrían presentarse movimientos altitudinales en la distribución de especies, sujetos a su

tolerancia al cambio de temperatura en su hábitat, además de cambios en los patrones fenológicos de las especies.

En general, los ecosistemas más afectados serán los bosques de coníferas ubicados en las grandes elevaciones, los bosques templados de las sierras y los bosques de niebla. Los ecosistemas tropicales terrestres serán afectados en menor medida. Es probable que ocurran modificaciones importantes en la interfase mar-tierra y en los manglares y los arrecifes coralinos, que podrán ser afectados por el aumento del nivel del mar pronosticado por los modelos de calentamiento global. Es difícil, por el momento, predecir con mayor precisión las consecuencias del cambio climático sobre la biodiversidad actual, incluidas las zonas agrícolas. Sin embargo, dada la certidumbre de que habrá un impacto negativo, es esencial empezar a elaborar programas integrales de mitigación y adaptación al cambio.<sup>20</sup>

No obstante lo anterior, los impactos profundos del cambio climático como la captación de agua en los bosques, la importancia de los humedales, o los beneficios potenciales de la bioprospección han sido muy poco evaluados.



En la Estrategia Nacional de Cambio Climático (2007)<sup>21</sup> se señala que las fronteras de los diversos tipos de comunidades vegetales se modificarán, pues las especies que las componen migrarán hacia mayores latitudes o altitudes para compensar el incremento en la temperatura. Las modificaciones en los regímenes de precipitación también propiciarán migraciones en diversos sentidos. Las poblaciones endémicas son más vulnerables, ya que su supervivencia depende de condiciones ecológicas locales y únicas. Asimismo, se verán seriamente afectados muchos anfibios y peces, los bosques mesófilos de montaña y las comunidades arrecifales.



Se esperaría que una parte de los ecosistemas acuáticos continentales se transformen de permanentes a estacionales, y otros desaparezcan. La magnitud de estos cambios aún no puede precisarse, pero con seguridad los sistemas más afectados serán las planicies y humedales costeros del Golfo de México.

En suma, el cambio climático afectará la abundancia, la distribución o incluso, la presencia de muchas especies y tipos de ecosistemas en el país. Los ecosistemas forestales ofrecen servicios ambientales vinculados

con la mitigación de emisiones, así como la protección y el amortiguamiento ante embates de fenómenos hidrometeorológicos extremos. La protección de los ecosistemas forestales y de la cobertura vegetal en general, constituye una acción prioritaria de toda estrategia de adaptación climática.

## Algunos estudios sobre el efecto del cambio climático en la biodiversidad de México

Las especies con baja capacidad de dispersión tienen menor posibilidad de migrar, siendo más vulnerables a los efectos negativos del cambio climático. En este sentido, Domínguez-Pérez (2007)<sup>22</sup> realizó un estudio con el conejo de los volcanes o teporingo (*Romerolagus diazi*), tras el análisis de su distribución histórica y la actual de la especie, se hicieron proyecciones a futuro para determinar la dirección y magnitud del cambio en su distribución por efecto del cambio climático. Téllez y otros autores (2006)<sup>23</sup>, realizaron un estudio de los efectos del cambio climático



sobre la especie *Fagus grandifolia* que es una especie característica de los bosques mesófilos de montaña. Estudios del impacto del cambio climático en 20 especies de cactáceas de la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán fueron estudiados por Téllez-Valdés y Dávila-Aranda (2003)<sup>24</sup>, quienes resaltan la importancia de considerar los efectos de posibles cambios futuros en el clima en la selección de áreas de conservación.

Los autores consideran que la aproximación bioclimática representa una herramienta útil para guiar la toma de decisiones concernientes a la definición de áreas protegidas una vez que se conozca el patrón de distribución potencial de algunas especies seleccionadas.

En general estos trabajos han sido de sensibilidad, donde se incrementa desde 0.5°C hasta 2.5°C la temperatura y la reducción de la precipitación.

## Cambio climático y conservación

- Una prioridad debe ser proteger las especies en peligro de extinción y endémicas.
- La conservación y el manejo deben pasar de una visión estática a una de flujo de condiciones.
- Las comunidades no responderán como conjuntos, sino que habrá respuesta individual de especies.
- Los procesos sucesionales no tendrán estadios similares a los actuales.
- La posibilidad de cambios climáticos abruptos impone situaciones impredecibles de conservación y manejo de ecosistemas.
- La necesidad, como nunca antes, de mayor coordinación institucional y de niveles de gobierno.
- La integración de aspectos sociales y económicos será aún más importante.
- Los diseños y análisis de áreas naturales protegidas, nuevos, en número y en calidad.
- Los corredores serán vitales para reducir extinciones debidas a cambios de áreas de distribución.
- Las necesidades en investigación dentro de este contexto son:
  - El incremento de presupuestos para realizar investigación sobre efecto del cambio climático y monitoreo.
  - La modelación de cambio climático.
  - Los mecanismos y la dinámica de dispersión de especies.
  - La reducción de factores no climáticos que afectan ecosistemas (e.g. sedimentación y contaminación en arrecifes coralinos).
  - La planificación más cuidadosa, en corto y largo plazo, y a escalas locales, regionales, etc.



## **El Cambio climático y el manejo de las áreas naturales protegidas**

- Se requiere planificar a futuro, de 5 a 10 décadas, con base en Modelos de Circulación General aplicados regionalmente.
- Resulta esencial el diseño de paisaje y el ordenamiento ecológico del territorio, para establecer buenos modelos de adaptación al cambio climático.
- Llevar a cabo el monitoreo de especies, ligado a manejo de éstas, con un enfoque de manejo adaptativo.
- De nuevo, los corredores bien establecidos, son una herramienta esencial en la planificación del territorio para lograr una conservación más efectiva.

## **Identificación de algunas medidas de adaptación en los ecosistemas naturales**

La ENACC, identifica algunas medidas específicas de adaptación para los ecosistemas naturales:

- Establecer sinergias entre los diferentes instrumentos de gestión ambiental orientados a la conservación de la biodiversidad y la reversión del deterioro de los ecosistemas, para potenciar sus efectos positivos.
- Modificar los actuales límites geográficos de algunas ANP y regiones prioritarias para la conservación, con el fin de apoyar la capacidad de ajuste de los ecosistemas y especies.
- Ampliar sustancialmente la red de viveros comunitarios en todo el país y establecer áreas de conservación de bancos de semillas y germoplasma, para garantizar el abasto de éstos; la disponibilidad de una base genética muy amplia de la mayoría de las especies vegetales, así como el abasto de plantas y germoplasma para la reforestación, la restauración ambiental y la conservación de ecosistemas.

- Recuperar la biomasa leñosa y la conectividad ecológica y paisajística en zonas abiertas y productivas (p.e. agropecuarias), mediante el establecimiento de corredores biológicos, cercos vivos, árboles de sombra, reforestaciones en pequeña escala, sobre todo para conectar ANP's y otras áreas de vegetación conservada, y permitir la migración de especies y propágalos.
- Conservar *in situ* la agrobiodiversidad mexicana mediante programas conjuntos SEMARNAT, SAGARPA y SEDESOL, a manera de pagos por servicios ambientales dirigidos a comunidades indígenas y campesinas que aún emplean prácticas tradicionales de producción en agroecosistemas, en los cuales predominan las razas y variedades criollas de maíz, frijol, calabaza y otros cultivos domesticados en Mesoamérica.
- Diseñar medidas para la evaluación de balances de carbono y de las actividades destinadas a potenciar sumideros de carbono y sus efectos sobre la biodiversidad.
- Identificar indicadores forestales de cambio climático y poner en marcha un sistema de vigilancia y alerta temprana en el sector.
- Promover la participación de los actores sociales en la planificación de estrategias de conservación.

### **III. ORGANISMOS INTERNACIONALES Y COMPROMISOS DE MÉXICO**

#### **Antecedentes**

La Organización de las Naciones Unidas contiene, dentro de sus diferentes organismos especializados, a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) o en inglés, World Meteorological Organization (WMO), que se ha dedicado a estudiar, desde 1951, el estado y comportamiento de la atmósfera terrestre, su interacción con los océanos y el clima que produce. Encontrando que el CO<sub>2</sub> en la atmósfera ha aumentado a pasos constantes, al unísono de la temperatura en la baja atmósfera.

La consecuencia de la difusión de esta información científica, llevó a la organización de la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima.<sup>25</sup>

La Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, se realizó en 1979, con el objetivo de revisar los conocimientos existentes sobre el cambio y la variabilidad climática debido a causas naturales y antropogénicas; así como evaluar las posibles modificaciones futuras y sus implicaciones en las actividades humanas. En la Conferencia se reconoció que el cambio climático era un problema grave y se emitió una declaración en la que se exhortaba a los gobiernos de las diferentes naciones a prever y prevenir los posibles cambios en el clima provocados por el hombre. Así mismo se estableció el Programa Mundial sobre el Clima, bajo la responsabilidad de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y la Comisión Internacional de Uniones Científicas (CUIC).<sup>26</sup>

Entre 1985 y 1990 se realizaron varias conferencias intergubernamentales centradas en el cambio climático,<sup>27</sup> en las que, además de encargados gubernamentales participaban también científicos y ambientalistas examinando información científica y política. En este periodo se registraron también altas temperaturas globales promedio y una serie de condiciones climáticas inusuales en varias partes del mundo, como sequías, inundaciones, ciclones, huracanes, entre otros.<sup>28</sup>

De esta manera, en 1988 la Conferencia de Toronto sobre Cambios en la Atmósfera recomendó promover el debate público sobre la elaboración de una convención marco amplia y de ámbito mundial para proteger la atmósfera. Esta es la Primera reunión de alto nivel donde científicos y políticos discutieron acerca de las medidas a tomar para combatir el cambio climático. Posteriormente, el Congreso Mundial sobre Clima y Desarrollo, el Consejo Gobernante del PNUMA y la OMM establecieron un organismo intergubernamental para evaluar el estado de los conocimientos existentes acerca del sistema climático y el cambio climático, el cual se denomina actualmente como el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC o IPCC por sus siglas en inglés).

## **Panel intergubernamental sobre el cambio climático (PICC)**

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, fue constituido en 1988 por 300 de los mejores científicos sobre el tema. El PICC tiene el mandato de evaluar el estado de conocimiento existente acerca del sistema climático, los cambios en el mismo, y sus impactos ambientales, económicos y sociales; así como las posibles estrategias de respuesta para hacerles frente, dando a conocer los resultados a intervalos regulares mediante informes de evaluación (*Assessment Reports*).

El PICC, está integrado por todos los Estados miembros de las Naciones Unidas y de la Organización Meteorológica Mundial. Para atender a su mandato el Panel está dividido en tres grupos de trabajo y un equipo especial dedicado a inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero.

- **Grupo de Trabajo I.** Grupo científico: evalúa la información científica mundial disponible sobre cambio climático.
- **Grupo de Trabajo II.** Grupo de vulnerabilidad, impactos y adaptación: evalúa la vulnerabilidad de los sistemas naturales y socioeconómicos al cambio climático, sus consecuencias negativas y positivas e identifica los posibles impactos a esos sistemas y propone medidas de adaptación.
- **Grupo de Trabajo III.** Grupo de respuesta o mitigación: evalúa opciones para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y las posibles estrategias de mitigación al cambio climático.
- **Equipo especial sobre inventarios:** lleva a cabo el Programa sobre elaboración de Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

El PICC publicó el Primer Informe de Evaluación sobre el estado del clima Mundial en 1990. El informe confirma la evidencia científica del cambio climático, aseveración que se convierte en la base principal de las negociaciones que dieron origen a la Convención sobre el cambio climático. El más reciente es el Cuarto Informe de Evaluación publicado en 2007.

## Cumbre de Río

En diciembre de 1990, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó el Comité Intergubernamental de Negociación de una Convención Marco sobre el Cambio Climático (CIN). El CIN realizó cinco periodos de sesiones para ultimar el texto de la Convención, que fue aprobado en Nueva York el 9 de mayo y dado a conocer en junio de 1992, en La Cumbre Mundial para la Tierra, de Río de Janeiro, también conocida como la Cumbre de Río.

Los objetivos fundamentales de la Cumbre de Río eran lograr un equilibrio justo entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y de las futuras; sentar las bases para una asociación mundial entre los países desarrollados y los países en desarrollo; así como entre los gobiernos y los sectores de la sociedad civil sobre la base de la comprensión de las necesidades y los intereses comunes.<sup>29</sup>

Entre los principales temas tratados se encontraban: fuentes alternativas de energía para el uso de combustibles, vinculados al cambio climático global; apoyo al transporte para reducir las emisiones de los vehículos, la congestión en las ciudades y los problemas de salud causado por la contaminación; la creciente escasez de agua; además del escrutinio sistemático de patrones de producción, especialmente de componentes tóxicos como el plomo en la gasolina y los residuos contaminantes.

La Cumbre de Río es catalogada, por muchos, como el encuentro sin precedentes de jefes de estado en el que se adoptaron los acuerdos como la Declaración de Río, el Programa 21, el Convenio sobre la Diversidad Biológica, los Principios Forestales y la **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**, considerada esta última como el principal logro.<sup>30</sup>

## **Convención marco de las Naciones Unidas y su Protocolo de Kioto**

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático fue firmada en 1992 en Río de Janeiro y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. El objetivo último de la Convención, es lograr **“la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático”**. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de los alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.<sup>31</sup>

### **Principios que rigen la CMNUCC**

Los principios que rigen la Convención se guían, entre otros, por lo siguiente: *“El principio de precaución”*, el cuál sostiene que la falta total de certidumbre científica no debería ser utilizada como excusa para posponer las medidas cuando existe una amenaza de daño grave o irreversible.

El principio de *“responsabilidades comunes pero diferenciadas”* de los Estados, las Partes deberían proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras sobre la base de la equidad, tomando en cuenta las necesidades específicas y las circunstancias especiales de las Partes, que son países en desarrollo, deberán soportar una carga anormal o desproporcionada, en virtud de la Convención, especialmente aquellas que son vulnerables a los efectos adversos del cambio climático. Este principio asigna a los países desarrollados la iniciativa de combatir el cambio climático y sus efectos. Otros principios hablan sobre la importancia de promover el desarrollo sostenible y las necesidades específicas de los países en desarrollo.

El CIN ultimó su labor de preparación para la aplicación de la Convención, después de su undécimo período de sesiones, y en 1995 se disuelve por

lo que la máxima autoridad de la Convención es la Conferencia de las Partes (CdP).

La CdP celebra su primer periodo de sesiones (CP 1) en Berlín en 1995. Las partes convinieron que los compromisos para los países industrializados que figuraban en la Convención no eran adecuados, ni suficientes. Dando inicio a las conversaciones del “Mandato de Berlín” con el fin de establecer compromisos adicionales.

El PICC dio a conocer su Segundo Informe de Evaluación, en el que concluye que efectivamente la influencia humana incide sobre el clima mundial y recomienda que se adopten medidas eficaces compatibles con el desarrollo sustentable, para prevenir los posibles riesgos. Por lo que en 1997, los gobiernos acuerdan incorporar una adición a la Convención Marco, conocida con el nombre de Protocolo de Kioto.

### **Protocolo de Kioto**

El Protocolo de Kioto, cuenta con medidas más enérgicas que la Convención y a diferencia de ésta, son jurídicamente vinculantes. En el período de 2008 a 2012, el Protocolo compromete a los países desarrollados y en proceso de transición a economías de mercado, que estén dispuestos a tomar medidas positivas para reducir las emisiones de GEI (son 6 gases estipulados en el anexo A del Protocolo) de las fuentes situadas en sus territorios, en no menos del 5% con respecto a sus emisiones de 1990. Los países en desarrollo conforman el grupo no Anexo I del Protocolo y no tienen el compromiso de reducirlas.

En este sentido, se contempla la posibilidad de adoptar un nuevo Protocolo durante la XV Conferencia de las Partes, en Copenhague, a fines de 2009.<sup>32</sup> Aún no se ha llegado a un acuerdo global sobre metas a mediano y a largo plazo con cifras específicas de reducción de emisiones, para estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera.

## Costos económicos del cambio climático

La cantidad estimada adicional de inversión y de flujos financieros necesarios en 2030 para tratar el cambio climático, es mayor comparado con la financiación actualmente disponible bajo la Convención y su Protocolo de Kioto, pero pequeña en relación al Producto Interno Bruto Global estimado entre el 0.3 -0.5 % y a la inversión global ubicada entre el 1.1-1.7 % en 2030.

**Mitigación.** Se ha estimado que para el año 2030 se requerirá de una inversión global adicional y de flujos financieros de 200 a 210 billones de dólares para volver a las emisiones de gases de efecto invernadero a niveles actuales.

**Adaptación.** Los costos globales de adaptación son difíciles de estimar, debido a que las medidas de adaptación son muy variadas y heterogéneas, pero la inversión al 2030 requerida será de varias decenas de billones de dólares americanos.<sup>33</sup>

## Informe STERN: La economía del cambio climático

El informe Stern ha evaluado una extensa serie de pruebas de los impactos del cambio climático y sus costos económicos, mediante diferentes perspectivas y modelos económicos formales. El Informe ha calculado que, *de permanecer inactivos, el coste y riesgo total del cambio climático equivaldrá a la pérdida de un mínimo del 5% anual del PIB global*, de ahora en adelante y si se tienen en cuenta una gama de riesgos y consecuencias más amplios, los cálculos de los daños que se produzcan aumentarían a un mínimo del 20% del PIB. Por el contrario, el coste de la adopción de medidas -reducción de las emisiones de gases invernadero para evitar las peores consecuencias del cambio climático- puede limitarse al 1%, aproximadamente, del PIB global cada año.<sup>34</sup>

México es el primer país en desarrollo que cuenta con un estudio semejante, realizado con fondos del Reino Unido, del Banco

Interamericano de Desarrollo (BID), del Banco Mundial y de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), fue coordinado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). El estudio fue realizado por la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México, con apoyo del Centro Mario Molina. El resumen ejecutivo de mismo se encuentra en la página WEB de la SEMARNAT.

### **Los compromisos de México**

México suscribe la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1992 y la ratifica en 1993. La Convención entra en vigor para México el 21 de marzo de 1994. Así mismo, firmó el Protocolo de Kioto el 9 de Junio de 1998, ratificado por el Senado el 29 de Abril de 2000.

Como Parte no Anexo – I de la CMNUCC, México realiza actividades para cumplir con su implementación, de conformidad con el principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas”, las cuales contemplan la de elaborar y actualizar periódicamente los **Inventarios** Nacionales de Emisiones de GEI’s, realizar estudios de **mitigación** de GEI’s, estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático y presentar al Secretariado de la Convención la información generada, mediante un documento llamado Comunicación Nacional.

Las comunicaciones nacionales sirven como herramienta estratégica para combatir el cambio climático, además constituyen la vía mediante la cual se pueden resaltar y diseminar los logros obtenidos en acciones específicas, así como también los problemas y preocupaciones sobre el cambio climático, hacia una audiencia amplia del país, incluyendo a personas encargadas de elaborar políticas.

## **IV. POLÍTICA PÚBLICA EN MÉXICO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

### **Antecedentes**

Dentro del Programa Nacional de Desarrollo 2006-2012 se establece como uno de los ejes transversales el de **Sustentabilidad Ambiental**, que considera dentro de sus apartados al cambio climático, y establece dentro de sus objetivos rectores la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y el impulso de medidas de adaptación a los efectos de ese fenómeno. Asimismo, se establecen una serie de estrategias en las que se deben enfocar las acciones y la política ante el cambio climático:

#### **OBJETIVO 10: Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).**

##### **ESTRATEGIAS:**

- 10.1.** Impulsar la eficiencia y tecnologías limpias (incluyendo la energía renovable) para la generación de energía.
- 10.2.** Promover el uso eficiente de energía en el ámbito doméstico, industrial, agrícola y de transporte.
- 10.3.** Impulsar la adopción de estándares internacionales de emisiones vehiculares.
- 10.4.** Fomentar la recuperación de energía a partir de residuos.

#### **OBJETIVO 11: Impulsar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático.**

##### **ESTRATEGIAS:**

- 11.1.** Promover la inclusión de los aspectos de adaptación al cambio climático en la planeación y quehacer de los distintos sectores de la sociedad.

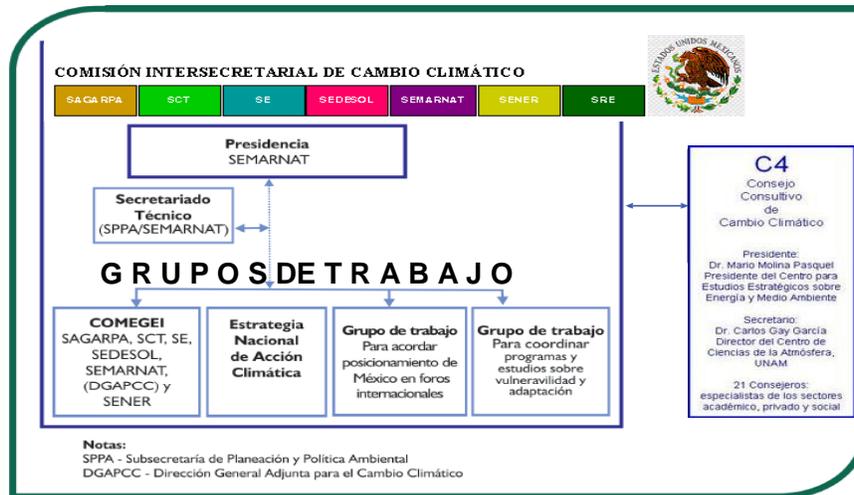
- 11.2. Desarrollar escenarios climáticos regionales de México.
- 11.3. Evaluar los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en diferentes sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos.
- 11.4. Promover la difusión de información sobre los impactos, vulnerabilidad y medidas de adaptación al cambio climático.

### **Comisión intersecretarial de cambio climático (CICC)**

Con el objetivo de coordinar las acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, relacionadas con la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, la adaptación al cambio climático y, en general, para promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática, relacionadas al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y los demás instrumentos derivados de ella, particularmente el Protocolo de Kioto.

Así, el 25 de abril de 2005 se publica en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se crea, con carácter permanente la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). Lo mismo tiene el propósito de instrumentar las acciones que darán cumplimiento al Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, el cual establece como condición al crecimiento económico que éste debe ser limpio; preservar el medio ambiente y restaurar los sistemas ecológicos hasta lograr la armonía del desarrollo humano con la naturaleza. La CICC está conformada por distintas secretarías, es presidida por la SEMARNAT, seguida por SAGARPA, SCT, SE, SEDESOL, SENER y SRE.

La SHCP está invitada de manera permanente.



La CICC tiene entre sus funciones el formular e instrumentar políticas nacionales para la mitigación de emisiones de GEI, la adaptación a los efectos adversos del cambio climático y, en general, para promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática, relacionadas al cumplimiento de los compromisos suscritos por México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y demás instrumentos derivados de ésta, en particular el Protocolo de Kioto.

Para cumplir con sus funciones, actualmente la CICC cuenta con cuatro grupos de Trabajo. La presidencia está a cargo del Titular de la SEMARNAT. El Presidente suplente es el Subsecretario de Planeación y Política Ambiental de la Secretaría, quien también es responsable del Secretariado Técnico de la Comisión, a través de su Dirección General Adjunta para Proyectos de Cambio Climático (DGAPCC).

La CICC cuenta con cuatro grupos de trabajo. Uno de ellos es el Grupo de Trabajo para el Programa Especial de Cambio Climático (GT-PECC), que es coordinado por la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT. Reúne la información para los Reportes Públicos Anuales de Acción Climática de la CICC, la cual coordinó la elaboración del documento “Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática (HENAC)”,

publicado a fines de noviembre 2006, así como de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC), que el Presidente de la República presentó el 25 de mayo 2007. Actualmente coordina la elaboración del Programa Especial de Cambio Climático 2008-2012.

El Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI), es uno de los grupos de trabajo, que inició actividades en 2004 y se unió al CICC bajo la coordinación de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT. Es el grupo encargado de promover, difundir y evaluar proyectos para el Mecanismo de Desarrollo Limpio, MDL, previsto en el Artículo 12 del Protocolo de Kioto, así como de la expedición de las Cartas de Aprobación para hacer constar la participación voluntaria de los involucrados en estos proyectos y su contribución al desarrollo sustentable de México.

Otro Grupo de Trabajo es el de Negociaciones Internacionales (GT-INT), el cual está coordinado por la Secretaría de Relaciones Exteriores, a través de su Dirección General para Temas Globales. Entre sus funciones están el apoyar la concertación intersecretarial de las posiciones que México presenta en foros internacionales, particularmente en las Conferencias de las Partes (anuales) de la CMNUCC y de sus órganos subsidiarios (semestrales).



Por último, está el Grupo de Trabajo que se creó en primera instancia, para hacer frente a los efectos adversos del calentamiento global, denominado de Adaptación (GT-ADAPT). Dicho grupo estuvo bajo la coordinación del Instituto Nacional de Ecología (INE), se hizo cargo de proponer a la CICC políticas y estrategias transversales de adaptación.

### **Consejo consultivo de cambio climático (C4)**

Otro componente importante del CICC es el Consejo Consultivo de Cambio Climático (C4), se crea con base en el artículo 10 del Acuerdo de creación de la Comisión. Está constituido por 23 especialistas de los sectores académico, social y privado, que dan seguimiento a los trabajos de la Comisión para evaluar su desempeño y presentarle recomendaciones que conduzcan a mejorar o fortalecer sus acciones. Actualmente el C4 está presidido por el Dr. Mario Molina Pasquel (Premio Nobel de Química 1995) y su secretario es el Dr. Carlos Gay, Director del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Las funciones del Secretariado Técnico de la CICC (ST-CICC), a cargo de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT a través de su Dirección General Adjunta para Proyectos de Cambio Climático; consisten en preparar y organizar las sesiones de la Comisión, de sus Grupos de Trabajo y del Consejo Consultivo, emitir las convocatorias correspondientes, verificar el quórum, levantar las actas, llevar el registro documental de actas y acuerdos, dar seguimiento a estos últimos, apoyar al presidente de la Comisión y al presidente del Consejo para su oportuno y apropiado cumplimiento, así como formular las propuestas de Reporte Público Anual de Acción Climática de la Comisión y del Informe Anual del Consejo.

### **Estrategia nacional de cambio climático (ENACC)**

La ENACC determina las posibilidades y rangos de reducción de emisiones; propone los estudios necesarios para definir metas más

precisas de **mitigación** y esboza las necesidades del país para fortalecer capacidades de **adaptación**.

Contribuye a:

- Identificar oportunidades de reducción de emisiones y desarrollar proyectos de mitigación.
- Determinar la vulnerabilidad de los sectores e iniciar proyectos para el desarrollo de capacidades nacionales y locales de respuesta y adaptación.
- Proponer líneas de acción, políticas y estrategias que sirvan de base para el Programa Especial de Cambio Climático (en revisión) suscrito por **SEMARNAT, SAGARPA, SCT, SE, SEDESOL, SENER, SRE y SHCP**.

### **Programa especial de cambio climático (PECC)**

La versión del PECC, está disponible para su consulta en la página web de Semarnat y, se compone de cuatro capítulos:

- 1) **Visión de largo plazo**, que considera la mitigación global, trayectorias de mitigación y adaptación de México.
- 2) **Mitigación**, enfocada a la generación y uso de energía, agricultura, desechos, bosques y otros usos del suelo.
- 3) **Adaptación**, que contempla recursos hídricos, silvicultura y pesca, infraestructura de comunicaciones y transportes, ganadería, ecosistemas, ordenamiento y desarrollo urbano; y, por último,
- 4) **Política transversal**, que abarca política exterior, fortalecimiento institucional, economía de cambio climático, educación, capacitación, información y comunicación, e investigación y desarrollo tecnológico.

## Estrategias en las dependencias de estado

Las Secretarías del Gobierno Federal de México han incluido acciones ante los impactos de la variabilidad y el cambio climático en sus Programas Sectoriales (2007-2012), como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1.

	SECRETARÍA DE ESTADO	OBJETIVOS	ESTRATEGIAS
1	DESARROLLO SOCIAL	2	3
2	ECONOMÍA	5	7
3	MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	10	25
4	AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL Y PESCA	1	4
5	COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	2	3
6	TURISMO	2	3
7	ENERGÍA	1	2
8	SALUD	1	1
	TOTAL	24	48

## V. ESTRATEGIAS NACIONALES DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN ANTE EL CC

### Programas Estatales de Cambio Climático

El territorio nacional presenta una extensa gama de retos para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y para la adaptación al cambio climático, todos ellos de gran importancia relativa atendiendo a la región o entidad federal de que se trate. Se considera primordial que el cambio climático constituya un tema relevante dentro de las agendas de los gobiernos estatales, ya que además éste es un problema estratégico que afecta las actividades productivas y económicas, la biodiversidad, los ecosistemas, los asentamientos humanos y la forma de vida; por lo que se necesita:

- Identificar y disminuir la vulnerabilidad local y regional.
- Fomentar capacidades de Adaptación al CC.

- Mitigación de emisiones GEI locales y regionales.

### **Ventajas de los PEACC'S**

- Sustentar las políticas y acciones relacionadas al cambio climático a nivel estatal.
- Conformar un elemento importante de la ruta crítica para la política de cambio climático en México.
- Identificar acciones y medidas para reducir la vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático y las emisiones de GEI.
- Fortalecer la descentralización de los procesos de análisis, diseño de acciones, e implementación de políticas relacionadas al cambio climático.
- Inducir la cooperación entre instituciones de todos los niveles, y en todas las áreas relevantes de la administración pública, la academia, el sector privado, y la sociedad en general.
- Aprovechar el conocimiento “local” sobre el problema y factores relacionados, y apoyar el desarrollo de capacidades.
- Mejorar la percepción pública acerca de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático, en los niveles estatal y local.
- Efecto cascada. Los estados más avanzados sirven de modelo demostrativo a otros estados, e incluso municipios.

### **Estructura de los PEACC'S**

1. Inventario estatal de emisiones de GEI.
2. Síntesis de las evaluaciones técnicas de las emisiones de GEI, vulnerabilidad y opciones de mitigación y adaptación.
3. Propuesta de políticas, estrategias y opciones de:
  - a) Mitigación de emisiones de GEI.
  - b) Adaptación al cambio climático.

- Revisión del conocimiento sobre variabilidad y cambio climático en el estado.
- Escenarios climáticos para el Estado.
- Análisis de la vulnerabilidad e impactos en el estado (por regiones y sectores) ante el CC.
- Evaluación de emisiones de GEI (inventario estatal *grosso modo*) y escenarios de emisiones.
- Análisis del marco legal e institucional, y factores socioeconómicos.
- Diseño y evaluación de posibles medidas de mitigación y adaptación al CC.
- Integración del Programa Estatal de Acción Climática.
- Campañas de difusión, presentación pública.
- Implementación de políticas a escalas estatal y local, y en los niveles general o por sector

### **Apoyo para el desarrollo de los PEACC´S**

El desarrollo del PEACC demanda muchos recursos técnicos y económicos, sus principales obstáculos son:

- Recursos limitados para desarrollar PEACC.
- Falta de información y capacidad técnica desarrollada a nivel estatal para mitigar y adaptarse al cambio climático.

### **El INE en los planes Estatales**

- El Instituto Nacional de Ecología (INE), órgano desconcentrado de la SEMARNAT, a través de la Coordinación del Programa de Cambio Climático (CPCC), asesora técnicamente a las entidades federativas en la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACCs).
- Se ha elaborado y proporcionado a las entidades federativas material de apoyo para desarrollar PEACC:

- Síntesis sobre el proceso y ruta crítica para desarrollar los Programas.
- Guía para elaborar el inventario estatal de emisiones de GEI y la Guía para elaborar Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático.
- Plan de trabajo para desarrollar componentes de mitigación y adaptación al cambio climático que son base para los PEACC's.

### **Financiamiento de los PEACC'S**

El desarrollo del PEACC demanda una elevada suma de recursos.

- En noviembre de 2008 se abrió la convocatoria del Fondo Sectorial SEMARNAT-CONACyT, que apoya el desarrollo de elementos para preparar PEACC.
- Los estados que sometieron prepropuesta al Fondo Sectorial son 21: Aguas Calientes, Baja California Norte, Baja California Sur, Campeche, Durango, Guerrero, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Chihuahua, Sinaloa, Sonora, Oaxaca, San Luis Potosí, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala. La región de la Comarca Lagunera propuso un Programa Regional de CC.
- Se gestionaron fondos internacionales para apoyar el desarrollo de los Planes:
  - Fondo de Programas Estratégicos del Gobierno Británico (SPF), antes Fondo de Oportunidades Globales, apoya a Veracruz y Nuevo León.
  - Banco Interamericano de Desarrollo (BID) apoyará a cinco estados: Tabasco, Oaxaca, Yucatán, Guerrero y Baja California.
  - Recursos del Fondo Mixto de Cooperación entre la SEMARNAT y la Agencia Española de Cooperación, es posible que apoye el desarrollo de planes para los estados de Tlaxcala y Quintana Roo.

- Se ha proporcionado capacitación técnica a especialistas del sector gubernamental y académico de los estados a través talleres y cursos de capacitación a nivel estatal y regional.

### **Acciones futuras**

- Continuar la asesoría científica y técnica a los grupos de trabajo estatales, los cuales están integrados por representantes de las Delegaciones Estatales de la SEMARNAT, de la Secretaría de Medio Ambiente del estado e instituciones de investigación y académicas, entre otros, con el objeto de que desarrollen los componentes de mitigación y adaptación de sus PEACC's.
- Gestionar recursos nacionales e internacionales para apoyar el desarrollo de un mayor número de Programas.

### **PEACC de Veracruz**

El estado de Veracruz fue el primero en concluir su Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático, con el apoyo financiero del Reino Unido y del Instituto Nacional de Ecología.



### **Comunicaciones nacionales e inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero**

México ha cumplido en tiempo y forma ante la CMNUCC con los compromisos adquiridos. Presentó su Primera Comunicación Nacional, en 1997, tres años después de que la Convención entrara en vigor para el país. Esta primera comunicación se elaboró con resultados del proyecto

“Estudio de País: México”<sup>35</sup> y el primer Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) para el año de 1990<sup>36</sup>, se incluyeron estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, y estudios de evaluación de posibles medidas de mitigación de emisiones.<sup>37</sup>

En el 2001, México es el primer país no Anexo I en presentar su Segunda Comunicación Nacional ante la CMNUCC, la cual contiene el INEGEI 1994-1998 actualizado y mejorado, un informe sobre nuevos estudios y acciones para la mitigación y la adaptación; la evaluación de la vulnerabilidad del país; el desarrollo de escenarios de emisiones futuras y el estado de la investigación científica y tecnológica<sup>38</sup>. Las dos primeras Comunicaciones fueron realizadas con fondos del gobierno mexicano.

En 2006, se presentó la Tercera Comunicación Nacional ante la CMNUCC, que contiene la actualización del INEGEI 1990-2002, nuevos estudios de vulnerabilidad y generación de diferentes escenarios del clima futuro, así como las medidas y programa que el Gobierno ha emprendido para mitigar las emisiones de GEI y efectuar la adecuada adaptación al cambio climático<sup>39</sup>. México mantiene el liderazgo, dentro del grupo de países en desarrollo, en la presentación de las Comunicaciones Nacionales.

## **Difusión del tema de cambio climático**

La difusión es un proceso de comunicación, mediante el cual se intercambia información entre dos o más agentes, al utilizar medios para producir ciertos efectos en el receptor<sup>40</sup>; podemos decir que la difusión del cambio climático se convierte en estos tiempos en un proceso fundamental, cuyo propósito es transmitirle a la población lo que está sucediendo en la materia, de una forma simple pero efectiva y que además motive a la toma de conciencia, para participar en los programas que ha diseñado el gobierno.

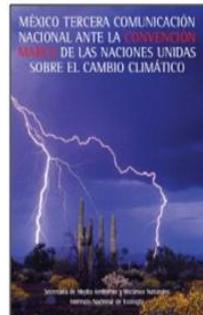
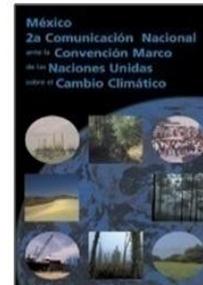
Tener el conocimiento exacto de la intención y el efecto del mensaje, forman parte fundamental de una buena estrategia para transmitir de

forma efectiva lo que queremos comunicar. Igualmente, la difusión debe ser inclusiva y diseñada para integrar todos los ámbitos y actores que intervienen -y a veces interfieren- en el proceso de la comunicación.<sup>41</sup> El tema de cambio climático, como cualquier otro de carácter socioambiental, requiere que la estrategia de comunicación se apegue a un modelo educativo, pues de lo contrario, su impacto sería efímero similar a una campaña publicitaria. Cambio climático, debe formar parte de la enseñanza de las ciencias, dentro de los contenidos ambientales de los libros de texto de Ciencias Naturales para la educación, desde la primaria, en nuestro país. Al respecto, el Dr. Edgar González Gaudiano, abunda en estos conceptos al analizar una propuesta educativa sobre la enseñanza de las ciencias.

Como parte sustantiva de este enfoque, se encuentra una propuesta didáctica que gira en torno de la solución de problemas. La propuesta, del Dr. Edgar González Gaudiano, se conoce como **educación para la conservación**,<sup>42</sup> la cual recupera el componente verde del entorno; esto es, pone mayor énfasis en problemas ambientales relacionados con lo ecológico, tales como la extinción de especies silvestres y la protección de áreas naturales de interés especial, por su estado de conservación, su representatividad e importancia ecológica o por sus endemismos.

En este enfoque, si bien numerosos contenidos están referidos al medio ambiente natural, también se tratan problemas relativos al medio ambiente transformado por las *actividades antrópicas*, y con una tendencia al enfoque integrado. Así, la propuesta puede incidir en la población con visión educativa, para garantizar el impacto permanente o al menos de una duración mayor que la que puede dar un enfoque solamente informativo.

Otro aspecto básico es que la comunicación, una vez iniciada, debe ser permanente y gradual, que vaya de lo básico teórico (información) hasta lo práctico



(participación de la población). Si la comunicación sólo dura un periodo determinado y no se refuerza, serán inútiles los esfuerzos realizados, pues la población olvida fácilmente ante el constante bombardeo de anuncios mediáticos.

El INE colabora con el Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable, CECADESU, en la elaboración de materiales educativos sobre cambio climático.

Por último, es preciso señalar que un aspecto clave para difundir información sobre cambio climático es **no alarmar a la población**, como muchas veces suele ocurrir con los noticieros; sino informar claramente qué es y qué no es. La población suele confundir el tema y relacionarlo con otros temas ambientales ("no tiro basura para evitar el calentamiento global"), o bien, ignora las acciones llevadas a cabo para contrarrestar los efectos.<sup>43</sup>

La Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, CMNUCC, en su documento base establece los compromisos obligatorios de las Partes, en su numeral 1 señala:

*Todas las Partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, de sus objetivos y de sus circunstancias, deberán:*

- i) Promover y apoyar con su cooperación la educación, la capacitación y la sensibilización del público respecto del cambio climático y estimular la participación más amplia posible en ese proceso, incluida la de las organizaciones no gubernamentales. Este punto se desarrolla ampliamente en el artículo 6 del documento de la CMNUCC; que se refiere a "Educación, formación y sensibilización del público", ya que especifica que al llevar a la práctica los compromisos del inciso i), párrafo 1 del art. 4, las partes a) Promoverán y facilitarán, en el plano nacional y, según proceda, en los planos subregional y regional,*

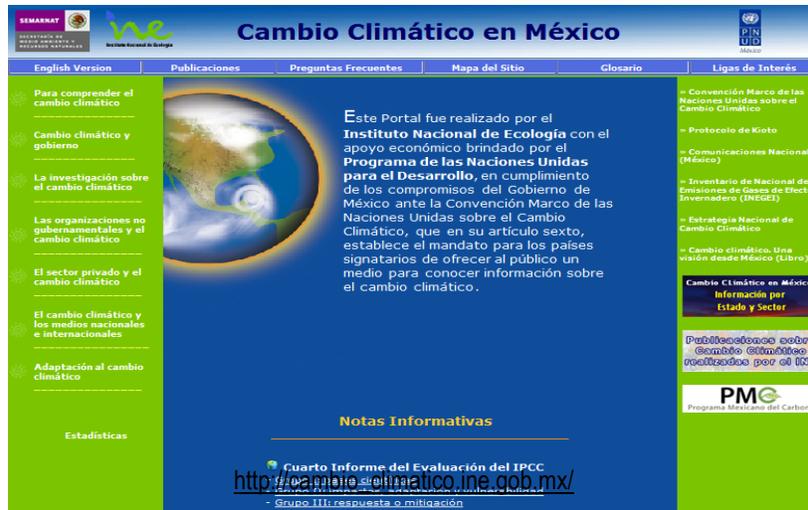
*de conformidad con las leyes y reglamentos nacionales y según su capacidad respectiva:*

- ii) La elaboración y aplicación de programas de educación y sensibilización del público sobre el cambio climático y sus efectos;*
- iii) El acceso del público a la información sobre el cambio climático y sus efectos;*
- iv) La participación del público en el estudio del cambio climático y sus efectos y en la elaboración de las respuestas adecuadas; y*
- v) La formación de personal científico, técnico y directivo;*

*b) Cooperarán, en el plano internacional, y, según proceda, por intermedio de organismos existentes, en las actividades siguientes y las promoverán:*

- i) La preparación y el intercambio de material educativo y material destinado a sensibilizar al público sobre el cambio climático y sus efectos; y*
- ii) La elaboración y aplicación de programas de educación y formación, incluido el fortalecimiento de las instituciones nacionales y el intercambio o la adscripción de personal encargado de formar expertos en esta esfera, en particular para países en desarrollo.*

El Instituto Nacional de Ecología ha tomado el compromiso que establece la CMNUCC, y a través de la Coordinación del Programa de Cambio Climático realiza las actividades de difusión, a nivel nacional e internacional.



Realizar esa labor de difusión, se ha convertido en un trabajo cotidiano para el Instituto Nacional de Ecología (INE) y es parte del mandato del Plan Nacional de Desarrollo, puesto que el eje 4.6, correspondiente al tema de cambio climático, expresa claramente en su objetivo 11 “Impulsar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático”, en su estrategia 14, que se debe “Promover la difusión de información sobre los impactos, vulnerabilidad y medidas de adaptación al cambio climático”.

En el INE, se han considerado todos estos aspectos para el diseño de materiales de difusión sobre la información existente en materia de cambio climático y al mismo tiempo, se ha tomado en cuenta a la variedad de usuarios que requieren de la información, de tal forma que existen documentos para todo el público, desde libros científico-técnicos, hasta cuentos para niños, donde se maneja el tema.

De igual forma, en la elaboración de materiales de difusión de la información sobre cambio climático se ha respetado el concepto de Lenguaje Ciudadano, que es una herramienta implementada por el gobierno federal, para redactar textos de forma tal que su contenido sea explícito para toda la población.

Dentro de las publicaciones del INE en materia de cambio climático desatacan las siguientes:

- **Las Comunicaciones Nacionales**, que se constituyen como el principal instrumento de reporte ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio Climático (CMNUCC). Al respecto, cabe mencionar que México es el primer país no Anexo I en presentar su Tercera Comunicación Nacional ante la CMNUCC (Tres países No Anexo I han presentado la Segunda Comunicación Nacional: México, Corea y Uruguay, en tanto que 134 países No Anexo I han presentado la Primera Comunicación Nacional). México ha iniciado ya el proceso de realización de su Cuarta Comunicación ante la CMNUCC.
- El INE ha instrumentado el portal de cambio climático ([http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx/](http://cambio_climatico.ine.gob.mx/)), con el apoyo económico otorgado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Así, en cumplimiento de los compromisos del Gobierno de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que en su artículo sexto, establece el mandato para los países signatarios de ofrecer al público un medio para conocer información sobre el tema. Dentro del portal se encuentra toda la información que existe en México sobre éste. El portal se puso en operación en 1995 y a la fecha funciona como el primer portal sobre cambio climático, en español en América Latina. El portal contiene seis secciones principales que brindan información enfocada al público en general, personal de gobierno, investigadores, organizaciones no gubernamentales, empresarios y medios de comunicación. Incluye una sección de preguntas frecuentes, un glosario de los principales términos empleados sobre el tema del cambio climático, así como acceso directo a los textos de la CMNUCC y su Protocolo de Kioto, al Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de México, a las comunicaciones nacionales, al Programa Mexicano del Carbono y a publicaciones generadas en el país en torno al tema. El portal contiene información en idioma español e incluye

resúmenes en inglés de algunas secciones. Dentro del portal también se encuentran accesos para entrar a la información sobre Cambio Climático, por estado y por sector y al Programa Mexicano del Carbono.

- Material de difusión sobre cambio climático. Como una de las actividades más recientes de difusión, se realizó en el año 2007, un paquete con diversos materiales: póster, tríptico, calcomanía, tarjetas e imanes, que se distribuyó en una primera etapa en la zona metropolitana del Valle de México durante el año 2008.



El quehacer de la CPCC en cuanto a la difusión sobre cambio climático, es un trabajo continuo y que está en constante búsqueda de elementos que logren transmitir al público en general, la información más reciente y confiable que se origine a nivel nacional e internacional, a fin de mantener actualizados tanto a los tomadores de decisión, como a los usuarios que requieren información confiable y puntual sobre el tema.

---

<sup>1</sup> Presidente del INE. Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAT. Periférico Sur 5000, 5º. Piso. Col. Insurgentes Cuicuilco, Delegación Coyoacán. 04530, México, D.F. Tel.: 55-5424-6418, email: [afernand@ine.gob.mx](mailto:afernand@ine.gob.mx)

<sup>2</sup> Coordinadora del Programa de Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAT. Periférico Sur 5000, 5º. Piso. Col. Insurgentes Cuicuilco, Delegación Coyoacán. 04530, México, D.F. Tel.: 55-5424-6424, email: [jmartine@ine.gob.mx](mailto:jmartine@ine.gob.mx).

<sup>3</sup> Jefe de Departamento de Métodos y Estudios de Mitigación en el Sector Forestal. Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAT. Periférico Sur 5000, 6º. Piso. Col. Insurgentes Cuicuilco, Delegación Coyoacán. 04530, México, D.F. Tel.: 55-5424-6467 email: [agguzman@ine.gob.mx](mailto:agguzman@ine.gob.mx)

<sup>4</sup> <http://www.ine.gob.mx/cclimatico/ciencia.html>

- 
- <sup>5</sup> IPCC. Climate Change 2007: *The Physical Science Basis*. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007, <http://www.ipcc.ch/>
- <sup>6</sup> [http://unfccc.int/portal\\_espanol/essential\\_background/feeling\\_the\\_heat/items/3372.php](http://unfccc.int/portal_espanol/essential_background/feeling_the_heat/items/3372.php)
- <sup>7</sup> CICC. 2007. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. SEMARNAT. México. Compilado y editado por el Secretariado Técnico.
- <sup>8</sup> INE-SEMARNAT. 2006. México. Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas ante el Cambio Climático. S y G Editores S.A. de C.V. 254 p.
- <sup>9</sup> Stern, N. 2007. Stern Review, *The Economics of Climate Change*, United Kingdom, 2007.
- <sup>10</sup> IPCC, 2007: Resumen para Responsables de Políticas. En, Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- <sup>11</sup> OMT. 2007. *Turismo y cambio climático: Hacer frente a los retos comunes*.
- <sup>12</sup> Parry, M.L., O.F. Canziani, J.P. Palutikof y Coautores 2007: Resumen Técnico. Cambio Climático 2007: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Aportes del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- <sup>13</sup> OMT. 2ª Conferencia Internacional sobre Cambio Climático y Turismo. 1-3 de octubre de 2007. Davos, Suiza.
- <sup>14</sup> Datatur. Secretaría de Turismo.
- <sup>15</sup> Greenpeace. 2008. Del cambio climático al desastre turístico. Greenpeace México.
- <sup>16</sup> INE. 2008. Portal: El Cambio Climático en México: Información por Estado y Sector. [http://www.ine.gob.mx/cclimatico/edo\\_sector/sector/sector-turismo.html](http://www.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/sector/sector-turismo.html)
- <sup>17</sup> CDB. 2007. Biodiversidad y Cambio Climático. Día Internacional de la Diversidad Biológica.
- <sup>18</sup> Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. 2005. Estamos gastando más de lo que poseemos. Capital natural y bienestar humano. Declaración del Consejo.
- <sup>19</sup> IPCC, 2007: Resumen para Responsables de Políticas. En, Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, M.L.

---

Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

<sup>20</sup> CONABIO. 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

<sup>21</sup> CICC. 2007. Estrategia Nacional de Cambio Climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. SEMARNAT. México.

<sup>22</sup> Domínguez-Pérez, A. 2007. Efecto del cambio climático en la distribución del conejo endémico de México *Romerolagus diazi* (*Lagomorpha: Leporidae*). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.

<sup>23</sup> Tellez-Valdés, O., Dávila-Aranda, P. and R. Lira-Saade. The effects of climate change on the long-term conservation of *Fagus grandifolia* var. mexicana, an important species of the Cloud Forest in Eastern Mexico. *Biodiversity and Conservation* (2006) 15:1095–1107.

<sup>24</sup> Tellez-Valdés, O. and P. Dávila-Aranda. 2003. Protected Areas and Climate Change: a Case Study of the Cacti in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, México. *Conserv. Biol.* 17(3): 846–853.

<sup>25</sup> INE-Semarnat, 2004, *Cambio climático: una visión desde México*. México. P. 525.

<sup>26</sup> IPCC. *Climate Change 2001: the Scientific Basis*. Cambridge University Press. United Kingdom. 2001.

<sup>27</sup> La Conferencia de Villach (octubre 1985), la Conferencia de Toronto (junio 1988), la Conferencia de Ottawa (febrero 1989), la Conferencia de Tata (febrero 1989), la Conferencia y Declaración de la Haya (marzo 1989), la Conferencia Ministerial de Noordwijk (noviembre 1989), el Pacto de El Cairo (diciembre 1989), la Convención de Bergen (mayo 1990), y la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima (noviembre de 1990).

<sup>28</sup> UNFCCC: *Handbook*, Halesworth for Technographic Design and Print Ltd, Bonn Alemania, 2006.

<sup>29</sup> De este proceso, conducido por Gro Harlem Brundtland, ex primera ministra de Noruega, salió el famoso Informe Brundtland “*Nuestro Futuro Común*”: *Aquí se perfila la noción del desarrollo sostenible como aquel que permite la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras*.

<sup>30</sup> PNUMA & CMNUCC. *Cambio Climático. Carpeta de información*, Suiza 2004.

<sup>31</sup> UNFCCC: *Convention on Climate Change, Climate Change Secretariat*, 1992.

<sup>32</sup> <http://www.iisd.ca/download/pdf/enb12307s.pdf>

---

<sup>33</sup> Dialogue on long-term cooperative action to address climate change by enhancing implementation of the Convention. Fourth workshop. Vienna, 27–31 August 2007.

<sup>34</sup> Stern, N. 2007. Stern Review. *The Economics of Climate Change*, United Kingdom.

<sup>35</sup> Para la realización de este proyecto Estados Unidos dio financiamiento y asesoramiento técnico mediante el “*US Support for Country Studies to Address Climate Change*”. Para mayor información, ver: Gay, C., *et. al.* Memorias del Primer Taller de Estudio de País: México, México Ante el Cambio Climático. 1995. 236 pg.

<sup>36</sup> Para la versión preliminar del INEGI se contó con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente (PNUMA), a través del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF).

<sup>37</sup> INE-SEMARNAT, 1997. *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

<sup>38</sup> INE-SEMARNAT, 2001. *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

<sup>39</sup> INE-SEMARNAT, 2006. *Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

<sup>40</sup> De la Torre Z. F. y F. De la Torre H. 1996. Taller de análisis de la comunicación 1. México, Ed. McGraw–Hill.

<sup>41</sup> Moreno, Ana Rosa. “Elaboración de mensajes”. Documento presentado en el curso sobre Cambio Climático; impartido en el INE en octubre de 2006.

<sup>42</sup> González-Gaudiano, Edgar. Educación ambiental para la biodiversidad: reflexiones sobre conceptos y prácticas. Documento en línea:  
[http://educacionparalaconservacion.conanp.gob.mx/documentos/Educacion\\_biodiversidad.doc](http://educacionparalaconservacion.conanp.gob.mx/documentos/Educacion_biodiversidad.doc)  
Consultado en mayo de 2009.

<sup>43</sup> Moreno, Ana Rosa. *Op.Cit.*

## ESPECIES INVASORAS ACUÁTICAS

**Roberto Mendoza Alfaro\*, Patricia Koleff Osorio, Ana Isabel González Martínez, Porfirio Álvarez Torres, María Esther Meave del Castillo, José Zertuche González**

**SUMARIO:** *Resumen. I. Introducción. II. Perfil de una especie invasora. III. Características de una comunidad susceptible a una invasión. IV. Marco legal y políticas públicas en México. V. El caso de México. VI. Conclusiones.*

**RESUMEN.** Se consideran especies invasoras a aquellas que al ubicarse fuera de su área de distribución natural encuentran condiciones propicias del medio, lo que les permite colonizar nuevos ambientes y expandirse rápidamente. Por lo general, su introducción y dispersión resultan en detrimento de la diversidad biológica, el ambiente físico, la economía y la salud humana. De esta manera, se ha considerado que cada introducción implica un daño potencial al ecosistema receptor resultando en una serie de impactos, que pueden ser superficiales o profundos, incluyendo la extinción de especies nativas a través del tiempo. En el caso de los ambientes acuáticos, las principales rutas de introducción de especies exóticas invasoras son el agua de lastre de los navíos, las bioincrustaciones y la acuacultura.

En la normativa actual existen diversos vacíos regulatorios tanto para el control de la introducción, como para el manejo de este tipo de especies, por lo que se requiere una revisión detallada de la legislación con miras a desarrollar las normas oficiales mexicanas y acuerdos intersecretariales que regulen específicamente las acciones realizadas con especies exóticas que se vuelven invasoras

## **I. INTRODUCCIÓN**

Como es bien sabido, uno de los temas clave para lograr la conservación y uso de la diversidad biológica es atender la problemática de las especies exóticas invasoras. En la actualidad, se considera a las invasiones biológicas como la segunda causa de pérdida de biodiversidad, superada solamente por la reducción y deterioro de los hábitats<sup>1</sup>. Asimismo, la introducción de las especies exóticas ha sido identificada como uno de los problemas ambientales más críticos a los que se enfrentan los hábitats acuáticos, sus especies y la biodiversidad en general.<sup>2</sup> Aunque no todas las introducciones de especies exóticas resultan viables, el número actual de especies introducidas sobrepasa por mucho la tasa natural de invasión, entendida como la migración de nuevas especies a las comunidades locales.<sup>3</sup> Las especies exóticas invasoras son aquellas cuyos organismos han sido introducidos a un ecosistema fuera de su área de distribución natural y cuyas características les confieren la capacidad de colonizar, invadir y persistir, causando daños al ambiente.

El impacto de las especies exóticas invasoras sobre los ecosistemas es inmenso. Sin embargo, su repercusión va más allá de los daños directos e indirectos que ocasionan a la biodiversidad. A menudo las invasiones implican pérdidas económicas cuantiosas y problemas sanitarios severos, por lo que se vuelven una amenaza directa para el bienestar humano.<sup>4</sup>

Específicamente, los impactos de las especies marinas invasoras pueden ser dramáticos y normalmente irreversibles, como por ejemplo, colapsar las pesquerías, eliminar los “stocks” para la acuicultura, incrementar los costos de producción, amenazar la salud humana<sup>5</sup>.

El que se dé una invasión exitosa depende de la biología de la especie exótica, así como de la sensibilidad y vulnerabilidad del ecosistema donde se introduce, la cual se relaciona, entre otras cosas, con la biología y el estado de conservación de las especies nativas que se encuentran en el mismo. Además, se sabe que las perturbaciones de los ecosistemas, que han ocasionado las actividades humanas, los vuelven susceptibles al establecimiento y propagación de las especies exóticas invasoras.

A este respecto, Bomford y Glover<sup>6</sup> describen cinco factores clave para el establecimiento de una especie:

- 1) La cantidad de eventos de liberación de un gran número de organismos a diferentes tiempos y lugares, aumenta la probabilidad de establecimiento exitoso. Todas las especies para las cuales se han registrado más de diez eventos de introducción han terminado por establecerse.
- 2) La similitud climática. Las especies exóticas tienen más probabilidad de establecerse si son introducidas en áreas en donde el clima es parecido al de su lugar de origen.
- 3) Historia de establecimiento de las poblaciones exóticas en cualquier otro lugar. Las especies que ya se han establecido exitosamente en otros lugares tienen mayores posibilidades de establecerse en un nuevo sitio.
- 4) Área de distribución geográfica. Aquellas especies que tienen una amplia área de distribución geográfica son más susceptibles de establecerse que las especies con áreas de distribución restringida (con rango de condiciones ambientales más específicos).
- 5) Grupo taxonómico. Tanto las categorías taxonómicas superiores de familia como el género, se correlacionan de manera significativa con la introducción y la tasa de establecimiento para especies de peces exóticos alrededor del mundo.

Las especies exóticas invasoras pueden causar daños irreversibles a los ecosistemas e impactos negativos al nivel social y económico. Los costos de manejo de este tipo de especies, incluyen, no sólo costos de prevención, control y mitigación, sino que además, los costos indirectos asociados al impacto sobre los bienes y servicios ambientales proveídos por la biodiversidad. Como ejemplo de los costos de los programas de control de este tipo de especies, se calcula que los Estados Unidos gasta anualmente un total de 137 mil millones de dólares, la India 117 mil millones, Brasil 50 mil millones, Reino Unido 12 mil millones y Sudáfrica 7 mil millones.

Se ha considerado que la distribución de las especies sobre la Tierra se está volviendo más homogénea; en otras palabras, el conjunto de especies en cualquier región del mundo se está asimilando a la de otras regiones, principalmente como resultado de las introducciones de especies, tanto intencionales como accidentales, asociadas con el aumento de los viajes y del transporte marítimo, con consecuencias perjudiciales importantes para las especies nativas y para muchos servicios de los ecosistemas<sup>7</sup>. En efecto, desde los años 50, el comercio mundial se ha multiplicado por 14, y durante el mismo periodo, las invasiones biológicas en hábitats terrestres y en aguas continentales o marinas aumentaron exponencialmente.<sup>8,9,10</sup>

## **II. PERFIL DE UNA ESPECIE INVASORA**

En vista de los riesgos de diversa índole que presentan las especies invasoras, es importante identificarlas de antemano y hacer lo posible para evitar su introducción. Sin embargo, las predicciones son difíciles, debido a que el papel o función de las especies en los ecosistemas presenta algunas variaciones dependiendo del ambiente en el que se desarrollan.

Así, mientras que en su rango nativo y en ciertas áreas donde las especies podrían habitar potencialmente mantienen estables sus densidades, debido a diversas limitaciones, como por ejemplo, las

impuestas por las especies competidoras o por mecanismos naturales de dispersión que les impiden alcanzar áreas muy alejadas o sobrepasar barreras biogeográficas. En un nuevo ambiente, en cambio, su nicho es diferente y posiblemente más amplio, así que pudiera cumplir con más funciones y dispersarse y reproducirse más rápidamente.

Aunque el potencial invasivo es un atributo intrínseco de cada especie, de manera general las especies invasoras, de acuerdo a Williams y Meffe<sup>11</sup>, comparten algunas de las siguientes características:

- Alta tasa de reproducción; especies pioneras; corto tiempo generacional.
- Longevas.
- Amplia tasa de dispersión.
- Reproducción monoparental (e.g. una sola hembra grávida puede colonizar).
- Alta variabilidad genética.
- Plasticidad fenotípica.
- Amplias áreas de distribución nativa.
- Resistente a un amplio rango de condiciones climáticas.
- Generalista para ocupar hábitats.
- Polífagas (régimen alimenticio amplio).
- Gregarias.

## **II. CARACTERÍSTICAS DE UNA COMUNIDAD SUSCEPTIBLE A UNA INVASIÓN**

La resistencia a la invasión dependerá de la estabilidad comunitaria y tiende a disminuir ante las perturbaciones ocasionadas por las actividades humanas. De manera general, una comunidad será más susceptible a ser invadida si posee las siguientes características:

- Clima similar al del hábitat original de la especie invasora.
- Etapas tempranas de sucesión ecológica (recién perturbada).
- Áreas que han perdido poblaciones de especies nativas
- Ausencia de depredadores para la especie invasora.

- Ausencia de especies nativas morfológicamente o ecológicamente similares a la especie invasora.
- Red trófica laxa.
- Sujeta a diferentes perturbaciones (daños antropogénicos).

Además del potencial invasivo de la especie, el proceso y resultado de invasión depende de la capacidad de cada ecosistema en resistir ésta, y de la presión invasora o cantidad de organismos invasores que alcanzan un área determinada.

Así, la presión depende de la frecuencia de introducciones por el hombre, la cantidad de individuos o semillas introducidas, así como de la capacidad dispersiva propia de cada especie.

De acuerdo a Carlton,<sup>12</sup> existen seis escenarios que influyen las invasiones en los sistemas acuáticos:

- 1) Cambios en la región donadora que alteran la abundancia de las especies y hacen que queden disponibles más individuos para el transporte.
- 2) Invasiones secundarias, es decir, una especie exótica puede invadir desde la nueva región en donde se encuentra si tiene vectores abiertos que no estaban disponibles con anterioridad.
- 3) Cambios en la región receptora, puede ser cualquier cambio ambiental que aumente la susceptibilidad de la invasión de nuevas especies.
- 4) Numerosos eventos que pueden ser resumidos como una ventana de invasión que limita o facilita que una invasión pueda ocurrir.
- 5) La llegada de un gran número de propágulos puede ocasionar una invasión exitosa debido al mayor número de individuos con posibilidades de establecerse.
- 6) Cambios en los vectores de dispersión que pueden contribuir a la dispersión de las especies o resultar en un mayor número de individuos que se estén dispersando.

Se han realizado esfuerzos en el ámbito nacional e internacional para prevenir, erradicar y controlar las especies introducidas. A pesar de ello, se siguen descubriendo nuevas vías de entrada e invasiones en diferentes áreas costeras, usualmente cuando los organismos invasores ya se encuentran establecidos en el ecosistema. Las acciones llevadas a cabo hasta el momento han sido inadecuadas, quedando mucho trabajo por hacer.<sup>13,14</sup>

Entre las principales vías de invasión en el medio acuático se encuentran el agua de lastre, las bioincrustaciones y la acuacultura.

### **Agua de lastre**

Inicialmente los navíos, barcos y embarcaciones fueron construidos de forma que siempre mantenían carga a bordo, la cual era vendida o cambiada en un puerto, para luego zarpar a otro lugar y proceder de la misma forma con las cargas existentes a bordo. Cuando el comercio no permitía efectuar dicho intercambio en el próximo puerto, la nave era llenada con carga que, si era arrojada al mar por la borda de la nave, no representaba una pérdida para el dueño de ésta y es así que los espacios vacíos que se evidenciaron, fueron llenados con cargas inertes sólidas, principalmente piedras o rocas de los más diversos tipos, que servían como peso o lastre de la nave. Sin embargo llevaba tiempo manipularlos y representaban una posible pérdida de estabilidad de la nave al desplazarse durante la travesía.

Con la introducción del vapor y la hélice en las naves, y con la finalidad de aprovechar el espacio sobre la superficie del barco dejando libre la cubierta, a fines de 1880 se comenzaron a utilizar tanques para almacenar agua como lastre a bordo de los barcos. El empleo del agua como lastre facilitó el negocio naviero, ya que este hacía uso de un recurso existente en demasía y sin costo adicional, el cual además por ser un líquido, se adaptaba a la forma del tanque, lo que permitía su rápido confinamiento dentro el mismo. Otra ventaja, era el hecho de que con éste sistema se presentaban las bodegas de carga vacías y listas para su uso en puerto, a

diferencia de cuando se usaba otro tipo de lastre, que debía ser desembarcado para luego embarcar la carga, aumentando el tiempo operación de la nave en puerto. Con el adecuado manejo de las aguas de lastre a bordo de las naves, éstas comenzaron a ser más seguras, sin requerir de grandes esfuerzos estructurales, manteniendo una buena estabilidad, un casco relativamente sumergido con la hélice bajo el agua, lo cual permitía mejorar la navegación y, casi siempre, mantener una condición de carga ideal.<sup>15</sup>

Los barcos o naves mercantes, casi siempre llevan agua de lastre cuando no están llevando carga y, a esta condición se le conoce, en términos náuticos como navegar en "lastre". Las aguas de lastre pueden ser del más diverso origen y características, dependiendo del sitio donde la nave "tomó" o "lastró" su agua, ésta puede ser dulce o salada y, de acuerdo al procedimiento de succión y a las características del lugar donde fue tomada, puede contener una gran cantidad de organismos vivos o sedimentos (sólidos en suspensión).<sup>16</sup> Se estima que 13 mil millones de litros de aguas de lastre son transportados anualmente alrededor del mundo por embarcaciones mercantes y más de 7,000 especies de microorganismos, entre plantas y animales se transportan diariamente en todo el mundo.

Varios estudios científicos como los de Carlton y Seller<sup>17</sup>, han establecido que se pueden encontrar en aguas de lastre tomadas en zonas costeras, en promedio entre 3,000 y 4,000 especies diferentes transportadas en un barco, aunque en ocasiones se pueden encontrar hasta 10,000<sup>18</sup>. Se debe tener presente que muchas de estas especies pueden sobrevivir al confinamiento que impone un tanque de lastre, ya sea por días o varios meses, lo cual lo convierte en un vector ideal para el traslado de especies exóticas de un sitio a otro en el mundo. Grandes cantidades de agua de mar, han sido llevadas fuera de su lugar de origen a las zonas más remotas y distantes de la tierra, tras muchos días o meses de navegación. México no está exento de ese intercambio y se estima que se reciben desde el extranjero grandes cantidades de aguas usadas como lastre y, desde nuestras costas, se ha enviado una cantidad de agua lastre, a diferentes destinos ya sea a puertos nacionales (cabotaje) o extranjeros,

lo cual ocurre todos los años por ser México un país con importante tráfico marítimo.

El traslado de las aguas de lastre ha dado origen a la introducción involuntaria de organismos exóticos en diversas partes del mundo, estos se han establecido en algunos lugares, han desplazado a especies nativas y representan una amenaza potencial para el medio ambiente local y sus economías.

### **Impactos causados por organismos asociados al agua de lastre**

Son múltiples y variados los ejemplos de impactos provocados por los organismos asociados al agua de lastre.

Un ejemplo del gran riesgo sucedió en 1991, en un puerto de Perú, en donde un barco descargó aguas de lastre contaminadas con la bacteria que produce el cólera, ésta se propagó y contagió a las especies marinas de consumo humano por lo que pronto se registraron más de 5,000 casos de personas enfermas de cólera. En 1994 ya había un millón de afectados y 10,000 muertos.<sup>19</sup> El dinoflagelado tóxico (*Gymnodinium catenatum*) asociado a las descargas de agua de lastre de los estuarios Derwent y Huon en Tasmania, provocó el paro de actividades de los cultivos de moluscos debido a los niveles de toxinas emitidos causantes de la enfermedad *Paralytic Shellfish Poisoning*.<sup>20 21</sup>

Otro ejemplo de invasión atribuible al agua de lastre incluye la conocida y extensa invasión de los mejillones cebrá (*Dreissena polymorpha*) en Norteamérica la cual ya ha desplazado a moluscos y larvas de peces de diferentes especies por efectos indirectos (agotamiento de plancton), sin contar los cuantiosos daños a la infraestructura ocasionados (obstrucción de tuberías, bioincrustaciones, etc.) y cuyo costo de control se ha estimado en más de mil millones de US dólares por año.<sup>22</sup> De la misma manera la medusa, (*Mnemiopsis leidy*), causó la devastación de varias pesquerías en el Mar Negro a donde llegó por medio del agua de lastre.<sup>23</sup>

Por lo general, en varios puertos de Sudamérica:

1. El mayor aporte en aguas de lastre, proveniente del extranjero, lo efectúan las naves que vienen a buscar cargas a granel y navegan en lastre a su puerto de embarque.
2. Toda nave mercante, que no sea para carga a granel y que embarca más de lo que descarga, debe deslastrar sus tanques de lastre para poder mantener su estabilidad segura y no se sobrecargue.
3. A la inversa toda nave mercante, que no sea para carga a granel, que embarca menos de lo que descarga, debe lastrar para poder mantener su estabilidad segura.

Los datos también demuestran que la relación del agua de lastre está basada en la carga que se embarca y no en la cantidad de naves que llegan a un puerto,<sup>24</sup> pues cuando llegaron más naves no aumentó el tonelaje de aguas deslastradas.

### **Control de las aguas de lastre en puerto**

En varios países signatarios del Convenio Internacional para el Control y Manejo de Agua de Lastre y Sedimentos de los Barcos de la Organización Marítima Internacional y en el caso de los Estados Unidos (quienes no son signatarios de este convenio, pero que también realizan este procedimiento de acuerdo al *National Invasive Species Act* de 1996, en el que se faculta al *Smithsonian Environmental Research Center* y a la Guardia Costera de los EU a realizar las inspecciones), al momento que una nave, procedente del extranjero llega a un puerto, se debe iniciar la recepción, es decir, el acto por el cual la Autoridad Marítima verifica que los documentos y las condiciones de seguridad de la nave están en orden, y fija las normas a que deberá sujetarse en su ingreso y durante su permanencia en puertos nacionales. El trámite de la recepción a bordo de la nave, constituye un acto administrativo, que implica la verificación física de los documentos que el Capitán de la Nave presenta a las diversas autoridades y debe dar respuestas sobre las consultas que se le efectúan.

En el caso de las aguas de lastre, el Capitán de Puerto debe verificar si la nave trae agua de lastre, en qué cantidad, su ubicación y si deslastrará estando en puerto. En caso de ser afirmativa la respuesta, el Capitán de la nave debe entregar los registros que permitan verificar si se efectuó el cambio del agua de lastre a lo menos una vez durante la navegación y a más de 12 millas náuticas de la costa. El Capitán de Puerto debe verificar los documentos oficiales de la nave, como son su bitácora o libro de navegación, libro de registro de lastre de la sala de máquina, etc., con el objeto de determinar claramente si se efectuó cambio en alta mar, la latitud y longitud de donde comenzó, (posición inicial) latitud y longitud de donde dio término al cambio (posición final). Estos antecedentes son requeridos por cada tanque de aguas de lastre que posee la nave y que solicitan ser deslastrados en puerto.

## **Bioincrustaciones**

A pesar de que la atención sobre las invasiones biológicas marinas se ha venido centrando esencialmente sobre el agua de lastre, un factor que ha venido incidiendo de manera importante en varias actividades como la navegación, la acuicultura, el turismo y, desde luego sobre la biodiversidad, pero que ha recibido menos atención en cuanto a estudios se refiere, son las especies bioincrustantes. Sin embargo, las predicciones son difíciles, debido a la función de las especies en los ecosistemas presenta algunas variaciones en relación del ambiente en el que se desarrollan. Así, mientras que en su rango nativo y en ciertas áreas donde las especies podrían habitar potencialmente mantienen estables sus densidades, debido a diversas limitaciones, como por ejemplo, las impuestas por las especies competidoras o por mecanismos naturales de dispersión que les impiden alcanzar áreas muy alejadas o sobrepasar barreras biogeográficas.

En un nuevo ambiente, en cambio, su nicho es diferente y posiblemente más amplio, así que pudiera cumplir más funciones, dispersarse y reproducirse más rápidamente, principalmente invertebrados, que colonizan diferentes estructuras duras artificiales que se mantienen en

permanente contacto con el agua (por ejemplo; cascos de barcos, muelles, etc.). Estas especies pueden utilizar como sustrato las estructuras del cultivo suspendido de bivalvos; linternas, redes, boyas, bolsas colectoras y cuerdas, así como también las mismas valvas.<sup>25,26</sup> Al desarrollarse en gran abundancia, estas especies pueden afectar los cultivos de moluscos y otros organismos de manera negativa, ya que desgastan y deterioran los materiales, reduciendo su tiempo de duración útil. También afectan la flotabilidad, lo que representa un importante costo por mantenimiento de estos materiales<sup>27</sup>. Además los bioincrustantes pueden cubrir totalmente la superficie del material donde se encuentran alojadas las conchas de bivalvos, lo que modifica el flujo de agua, disminuye su suministro de alimento y afecta negativamente el crecimiento.<sup>26,27,28</sup> Los bioincrustantes también se asientan en las mismas valvas, produciendo efectos negativos en la formación y crecimiento de los individuos.<sup>25</sup>

El papel específico de las bioincrustaciones salió a la luz en 1999 con el mejillón de franjas negras (*Mytilopsis sallei*) en la marina de Darwin en la Bahía de Culley, Australia<sup>29</sup> en donde se tuvieron que gastar más de \$US2.6 millones para erradicar la infestación de estos organismos y evitar su dispersión.<sup>30</sup> Este mejillón llegó a Australia como bioincrustante en un yate y comenzó su dispersión hacia otras marinas por medio de otros yates. En relación con esto, algunos autores<sup>31,32</sup> han sugerido que las bioincrustaciones representan un problema más serio como ruta de invasión que el agua de lastre, considerando las invasiones presentes. Hace algunos años<sup>31</sup>, se llevó a cabo un estudio para tener una idea de la diversidad de organismos bioincrustantes en los barcos y los investigadores del Woods Hole Oceanographic Institution inventariaron por los menos 15 especies de diatomeas, 45 macroalgas, 4 esponjas, 88 hidroides, 52 poliquetos, 46 bivalvos, 141 balanos, 11 anfípodos, 75 briozoarios, 31 ascidias y representantes de muchos otros grupos. La intensidad de las invasiones por bioincrustaciones es difícil de cuantificar, ya que muchas especies están ampliamente distribuidas alrededor del mundo y la escasez de colectas biológicas específicas hace difícil la interpretación.

## Acuicultura

A pesar de que las principales rutas de introducción de especies exóticas son las aguas de lastre y las bioincrustaciones, la acuicultura también ha sido señalada como una ruta importante para la introducción de especies exóticas. Debido a la creciente demanda de especies de alto rendimiento económico y técnicamente adaptable para la acuicultura en los últimos años, muchos países han realizado introducciones de organismos acuáticos exóticos vivos para su cultivo.

En algunos casos, las estadísticas de dichas introducciones reportan grandes volúmenes de producción con perspectivas favorables hacia el desarrollo, incluyendo impactos económicos y sociales considerables. Sin embargo, también se tienen bien documentados ejemplos y escenarios que, por el contrario, son considerados como nocivos tanto para la acuicultura, los recursos naturales nativos, otras actividades productivas e incluso, para la salud humana.

Aproximadamente 17% de la producción mundial de peces son especies exóticas. Así, por ejemplo, la producción del cíclido africano *Tilapia*, es mucho mayor en Asia (más de 700,000 toneladas métricas en 1996) que otras partes de África (39,245 toneladas métricas). Los salmónidos introducidos en Chile sostienen una industria acuícola próspera (en el 2007 exportó cerca de 400 mil toneladas, unos US\$2,200 millones, convirtiendo a Chile en el segundo productor mundial), pues es responsable de aproximadamente 20% de la producción mundial de salmón, proporcionando trabajo a más de 30,000 personas.<sup>33</sup> No obstante, ya se han comenzado a tratar problemas semejantes a los que ocurrieron varias veces en Noruega y Canadá, relativos a salmones de cultivo escapados que pueden competir con los peces nativos, cruzándose con la población silvestre local, alterando la diversidad del pool genético en su totalidad.<sup>34</sup> Las estimaciones indican que para el periodo de 1993–1996 el número de salmones escapados fue entre 1,584,030 y 4,658,913 individuos.<sup>35</sup> Tres especies de macroalgas introducidas se convirtieron en invasoras en Hawai: *Hypnea musciformis*, *Kappaphycus spp* y *Gracilaria salicornia*. Estas especies fueron introducidas de forma intencionada en

Oahu y Molokai en la década de los 70's para la acuicultura experimental relacionada con la industria del agar y están ahora extendidas más allá de los lugares donde se introdujeron en un principio, compitiendo con la fauna y flora autóctonas.<sup>36</sup> La mayoría de las poblaciones de estas macroalgas introducidas están actualmente confinadas en zonas costeras discretas y todavía pueden ser controladas o eliminadas aumentando las poblaciones autóctonas de herbívoros marinos.

#### **IV. MARCO LEGAL Y POLÍTICAS PÚBLICAS EN MÉXICO**

Diversos sectores, especialmente el académico, han señalado la necesidad de implementar medidas de prevención y control de especies exóticas. Sin embargo, aun no existe una política nacional transversal para atender las cuestiones relacionadas con especies introducidas en hábitats naturales. El marco general actual es más bien restrictivo que favorecedor. La Comisión Nacional de Sanidad Agropecuaria (CONASAG) es la encargada de detectar, controlar y en algunos casos, erradicar especies invasoras. Sin embargo, no se trata de una estrategia nacional sobre biodiversidad biológica sino que tiene un enfoque de tipo agrícola, concentrándose en plagas y enfermedades que afectan productos agrícolas, pecuarios y forestales. Ello, aún cuando, las especies invasoras pueden extenderse a otras áreas y afectar a las especies silvestres nativas, alterar los ecosistemas y en consecuencia, los servicios ecológicos que nos brindan.

El esquema se agrava ante el proceso de globalización. Los tratados o leyes internacionales que impulsan el comercio causan que las regulaciones sobre especies exóticas se consideren como barreras al comercio. En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) creó el Sistema de Información sobre Especies Invasoras, en el cual se ha compilado información taxonómica, curatorial y ecológica procedente de los inventarios biológicos y cartografía del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y de la literatura sobre el origen, rutas de introducción e impactos. Es importante reconocer que el número de especies exóticas presente

siempre estará subestimado, ya que las especies registradas generalmente están asociadas con mega-invasiones o son evidentes por los daños ecológicos o económicos que provocan<sup>37</sup>. Por su parte, la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA) ha reconocido en su plan estratégico para la conservación de la biodiversidad del continente<sup>38</sup> la importancia de prevenir la introducción de especies invasoras a través del comercio internacional. En una primera instancia los esfuerzos de la CCA se enfocan a especies acuáticas y su relación con el comercio inter e intracontinental desde la perspectiva del TLCAN.

## **Panorama de la regulación**

La Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México<sup>39</sup> elaborada bajo el mandato del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), reconoce que es necesario enfrentar el problema de las especies exóticas para proteger y conservar la biodiversidad en México. Las acciones prioritarias propuestas son las siguientes: a) desarrollar un inventario de las especies exóticas terrestres y acuáticas presentes en el territorio mexicano; b) establecer un programa nacional de control o erradicación de especies exóticas; c) establecer disposiciones legales, administrativas y políticas que regulen la translocación y el movimiento de especies; d) imponer la obligatoriedad de hacer evaluaciones técnicas y científicas del impacto ambiental, previas a la autorización para la translocación e introducción de especies; y e) crear un comité dictaminador permanente con la responsabilidad específica de resolver los asuntos relativos a las especies exóticas y a su translocación. Hasta la fecha, y a seis años de la emisión de la Estrategia Nacional, solamente existen algunos pasos encaminados a cumplir con los incisos a) y d), a través de los esfuerzos de la CONABIO y la SEMARNAT con otros órganos como la CCA, en el sentido de desarrollar un inventario de especies invasoras en México, estudiar las rutas de introducción de las mismas y desarrollar los lineamientos para el realizar los análisis de riesgo que permitan prevenir la introducción de especies nocivas. Ya con estos procesos esenciales en marcha, es importante ahora establecer las políticas y reglas para la prevención y control de la introducción de especies invasoras.

Con relación a esta segunda etapa, el Tercer Informe Nacional de México a la CDB presentado en el 2006 concluye lo siguiente: “Existen pocos avances en la materia, ya que es incipiente el avance en sistemas para prevenir y controlar especies invasoras, lo anterior se debe a una desatención por parte de los sectores involucrados, y es necesario incrementar los recursos financieros, la investigación y tecnología”.

### **Normatividad actual**

En el marco internacional, México es signatario de la mayoría de los instrumentos que contienen alguna aplicación a las especies invasoras. Estos tratados internacionales imponen responsabilidades a sus signatarios. La CDB, por ejemplo, en su artículo 8, establece que cada parte contratante *“impedirá que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies”*.

En el contexto regional México es miembro de la Organización Norteamericana para la Protección de las Plantas (NAPPO), que establece estándares fitosanitarios regionales aplicables a la exportación e importación de plantas y recientemente desarrolla estándares para identificar plantas con potencial invasivo y sus rutas de introducción; por medio de la CCA, colabora con la CONABIO y la SEMARNAT en los aspectos antes mencionados; y la Alianza para la Seguridad y la Prosperidad de América del Norte (ASPAN) que tiene en su Agenda *“combatir la propagación de especies invasoras tanto en aguas costeras como en aguas dulces”*.

Con base en lo anterior, se puede ver que México ha suscrito compromisos importantes con relación a la regulación de especies invasoras en el marco internacional y regional. Sin embargo, en general, establece ciertas guías y estándares que requieren de implementación nacional, y es en dicha implementación donde radica el próximo reto para México. En los últimos años se han llevado a cabo foros binacionales (entre México y Estados Unidos) y nacionales para definir la agenda y la coordinación institucional, pero el gobierno todavía no ha llegado a emitir

una estrategia o plan nacional para especies invasoras, ni desarrollar la legislación, ni asignar responsabilidades.

Por otro lado, sí existe en México un marco bien establecido para el manejo de plagas de plantas y animales a través de normas fitosanitarias y zoonosanitarias. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), es la que se encarga de aplicar estas normas y detectar algunas plagas que afecten la salud humana a través de la Secretaría de Salud (SS). Asimismo, ese Servicio Nacional sirve como base para la implementación de normas aplicables a especies invasoras que no necesariamente amenazan directamente a la agricultura o la salud humana. Sin embargo, existe poca conciencia dentro de dichos órganos sobre las especies invasoras y sus efectos, fuera de ciertas plagas, ya identificadas y normadas, de animales y plantas agropecuarias.

Finalmente, la SEMARNAT, a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), y a su vez a través de la Dirección General de Vida Silvestre (DGVS), es la responsable de vigilar el cumplimiento de la normatividad aplicable al manejo y aprovechamiento de la vida silvestre. Para ello, se opera un programa de inspección en puertos, aeropuertos internacionales y puntos fronterizos. Asimismo, la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas de la SEMARNAT en su sección sobre Ecosistemas y Biodiversidad propone objetivos estratégicos y tácticos específicos para controlar a las especies invasoras. Ello hace pensar que existe una infraestructura reglamentaria, la cual se puede extender para cubrir un concepto más amplio de especies invasoras, una vez que se establezcan la política y el marco legal, y se implemente la capacitación a funcionarios, no solamente de la PROFEPA sino también de la SAGARPA, la Secretaría de Economía (SE) y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), entre otros sectores.

Se requiere ahora una revisión detallada de la legislación y división de responsabilidades existentes para encontrar los vacíos regulatorios y

desarrollar una estrategia nacional para corregirlos y manejar el problema de especies invasoras de una manera adecuada. Dicha estrategia tendrá que determinar, como primer paso, qué tipo de institución vigilará la política y la aplicación de las leyes, sea una nueva autoridad o un órgano de coordinación entre los sectores involucrados, y si debe crear una nueva ley marco o simplemente complementar las leyes y reglamentos existentes. Finalmente será esencial desarrollar las normas oficiales mexicanas y los acuerdos intersecretariales que regulen específicamente las acciones realizadas con especies exóticas que se vuelven invasoras.

## **Legislación internacional**

De acuerdo con Okolodkov *et al.*<sup>40</sup>, en 1997 se conformó un grupo de estudio acerca del agua y sedimento de lastre por el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (CIEM) establecido en 1902; la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO se creó en 1960 y la Organización Marítima Internacional de las Naciones Unidas (OMI) en 1948. La OMI y el CIEM trabajan en colaboración para desarrollar una guía mundialmente aplicable para minimizar y prevenir el riesgo de transferir especies acuáticas no deseadas. El 27 de noviembre de 1997 la Asamblea de OMI adoptó la resolución "*Guía para el Control y Manejo del Agua de Lastre de los Barcos*" y pidió a los gobiernos de los países miembros de la OMI tomar acciones urgentes para aplicarla. El CIEM implementó un Código de Práctica en las introducciones y transferencias de organismos marinos.

En 2000 se elaboró un documento especial que se refiere al problema del agua de lastre, VII de la Convención de la MARPOL 73/78 (Convención Internacional para la Prevención de Contaminación de Barcos), que se implementó como un requerimiento obligatorio. Bajo la Oportunidad Ambiental Global (OAG), establecida en 1991 para ayudar a los países en desarrollo a financiar los proyectos y programas de protección del medio ambiente, una iniciativa de colaboración de 10.2 millones de dólares, el proyecto "*Global Ballast Water Management Programme*" (GloBallast) de tres años con extensión para otro año, "*Renoval of Barriers to the Effective*

*Implementation of Ballast Water Control and Management Measures in Developing Countries* (“Eliminación de las barreras para la implementación efectiva de las medidas de control y manejo del agua de lastre en países en vías de desarrollo”) se llevaba a cabo durante el período de 2000-2004. Este proyecto incluyó la participación de seis países, Brasil, China, India, Irán, Sudáfrica y Ucrania, cuya experiencia será compartida con otros países en vías de desarrollo.

El 5 de octubre de 2001 el Convenio Internacional sobre los Sistemas Nocivos contra Incrustación en Barcos fue adoptado por la OMI. Este documento empezará a actuar 12 meses después de que 25 países miembros de la OMI, que representan 25% de tonelaje de la flota de mercancía global, lo ratifiquen (para el 31 de julio de 2007 se alcanzó 16.63% de tonelaje). El convenio prohíbe el uso de sustancias orgánicas dañinas en pinturas contra-incrustantes y establece un mecanismo para prevenir el uso potencial en un futuro de otras sustancias peligrosas. El 13 de febrero de 2004 se adoptó el Convenio Internacional sobre Control y Manejo de Agua de Lastre y Sedimentos de los Buques. Este documento empezará a actuar 12 meses después de que 30 países miembros de la OMI, que representan 35% de tonelaje de la flota de mercancía global, lo ratifiquen (para el 31 de julio de 2007 se alcanzó 3.42% de tonelaje). En el presente, la OMI incluye 167 países miembros, tres miembros asociados y además seis organizaciones no gubernamentales con estatus consultivo. México entró a la OMI como uno de los primeros países en 1954.

## **V. EL CASO DE MÉXICO**

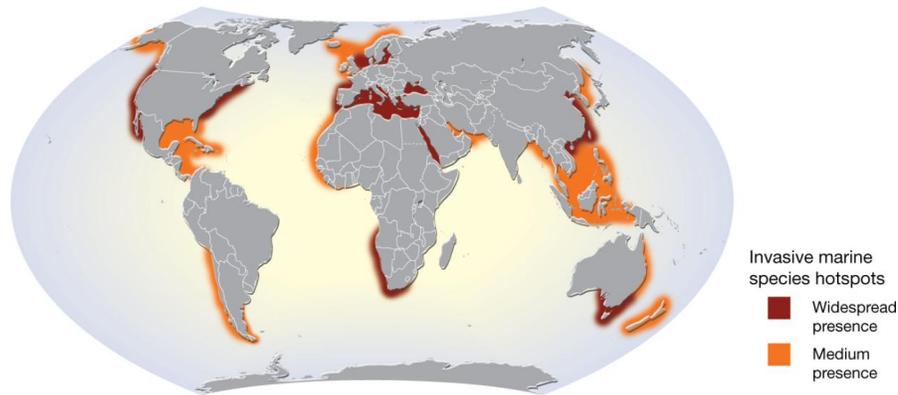
La amenaza de las especies invasoras constituye uno de los mayores retos para la conservación de la biodiversidad en México. Las tendencias indican que debido al aumento de los movimientos comerciales globales, el número de especies invasoras potenciales en el territorio nacional también crecerá. Sus efectos adversos sobre los ecosistemas serán difícilmente identificables en el corto plazo y es muy factible que muchas especies invasoras (principalmente microorganismos) desarrollen respuestas que reduzcan la eficacia de los futuros programas de control.

En este sentido, la generación de información básica (respecto a los hábitats y las condiciones en las cuales se establecen, sus rutas de introducción, sus efectos en la degradación de los hábitats y los ecosistemas) será fundamental para su prevención, control y erradicación. Todo ello podría ser útil tanto para el desarrollo de programas capaces de culminar en la contención o erradicación de las especies invasoras, así como para establecer mecanismos de control al flujo de especies invasoras potenciales.

México no regula el agua de lastre de los buques, ni se ha preocupado por la flora y fauna incrustante de las embarcaciones mayores y menores, tiene pocas regulaciones o estándares para administrar las actividades de acuicultura, el comercio de alimentos marinos vivos, de mascotas, carnadas y otras rutas que pueden introducir especies acuáticas exóticas.<sup>41</sup>

Aproximadamente 50 millones de metros cúbicos son descargados anualmente en aguas mexicanas, provenientes de todos los continentes. De aquí, que resulte urgente tomar medidas inmediatas sobre el creciente problema de las invasiones, ya que el número de buques que arriban a México se ha incrementado de 3,732 en 1992 a 6,336 en 1998; y también los cruceros se han incrementado de 2,052 en 1992 a 2,195 en 1998, lo que significa un incremento considerable en la cantidad de agua de lastre que será depositada en nuestros puertos. A pesar de que no existen datos confiables sobre organismos marinos introducidos accidentalmente en aguas mexicanas, docenas o cientos de casos pueden ya estar presentes en los sistemas acuáticos del país, y peor aun causando daños en ellos.

**Figura 1.** Principales sitios invadidos por especies marinas invasoras<sup>42</sup>



Existen muchos ejemplos disponibles de introducciones intencionales y accidentales de especies animales y plantas marinas, que pueden ser considerados como invasores potenciales en México (Fig. 1). No obstante, es necesario un cuidadoso análisis para considerar inequívocamente el estatus de las especies introducidas,<sup>43</sup> debido a que también pudieran tratarse de especies no descritas aún, sibilinas o criptogénicas; en cualquier caso es muy posible que las especies exóticas invasoras estén subestimadas y que la existencia de muchas introducciones permanezca pobremente resuelta.<sup>44</sup>

De acuerdo con datos de Okolodkov *et al.*,<sup>45</sup> existen al menos 94 especies exóticas invasoras con potencial de invadir las aguas interiores, lagunas costeras y litorales del país; otras 73 confirmadas en el país y 16 criptogénicas. Asimismo, estas 183 especies exóticas invasoras pueden o pudieron introducirse a México por medio de uno o más vectores: 90 (32.6%) ingresarían o ingresaron por agua de lastre, 69 (25%) como parte de las incrustaciones en los casos de los barcos, 100 (36.2%) debido a las actividades de acuicultura y 17 (6.2%) debido a otros vectores (comercio de mascotas, actividades científicas, etc.). De seis especies, en su mayoría poliquetos, se desconoce el medio de invasión. En el Anexo I se mencionan las especies exóticas invasoras potenciales y confirmadas en México.

En el caso particular de la acuicultura, la industria del cultivo de camarón se ha convertido en una actividad de alto riesgo, debido a las mortalidades masivas causadas por el virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV, White Spot Syndrome Virus, Nimaviridae, Whispovirus). El WSSV surgió en China con efectos devastadores entre 1992-1993, dispersándose rápidamente de Asia a América en 1995. En México causa pérdidas de 80-100% de los cultivos desde 1999 en el camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*), principal especie cultivada en nuestro país.<sup>46</sup> Aún en los ciclos de cultivo del 2005 y 2006, han surgido epizootias severas, con mortalidades superiores a 80% en las granjas de Sonora y Sinaloa<sup>47</sup>, que son los principales estados productores en el país.

La importación de camarón congelado es un mecanismo de dispersión comprobado de Asia hacia América<sup>48</sup>, pero se han registrado portadores asintomáticos como jaibas y camarones silvestres (*Callinectes arcuatus* y *Litopenaeus spp.*) que invaden los estanques junto con el suministro de agua<sup>49</sup>.

Impacto económico, biológico y social: el WSSV infecta a más de 40 especies de crustáceos marinos y dulceacuícolas y, el aspecto más grave de la incidencia de este virus, es su capacidad para matar a cualquier crustáceo, lo que significaría que recursos como la jaiba, camarón de río, *artemia*, y otros, pudieran desaparecer.

En México, el cultivo de camarón representa la fuente de trabajo de miles de familias de las costas de Sonora, Sinaloa, Nayarit y Tamaulipas. El impacto social que ha provocado la introducción de virus exóticos en el Noroeste de México, ha dado lugar al cierre de granjas con la consecuente pérdida de recursos y empleos. En 1999 se registraron pérdidas variables en 6,500 hectáreas de cultivo.<sup>49</sup> Hasta el 2004, 62% de las granjas resultaron positivas a WSSV por PCR, y a la fecha se han registrado mortalidades entre 48–80% en los cultivos afectados.<sup>50</sup> Tan solo en el Estado de Sonora el COSAES (Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora, A.C.) indica que en el 2005 se dejaron de producir 15 mil toneladas, equivalente a 80 millones de pesos, por causa de la incidencia del virus.

## Plancton marino

El número de especies no nativas de plancton e invertebrados, y el aumento de invasiones que afectan severamente a los ecosistemas marinos y estuarinos, se ha incrementado significativamente debido a las descargas de agua de lastre de los buques cargueros y cruceros.<sup>51</sup> Debido a su extenso litoral, México cuenta con 90 puertos, de los cuales un poco más de la mitad (64%) reciben tráfico internacional en cantidades importantes, con más de 6,000 arribos por año. Con base en el tamaño de los buques se ha calculado que alrededor de 530 m<sup>3</sup> provenientes de Australia, Filipinas, Medio Oriente y Europa se descargan anualmente en costas mexicanas.<sup>52</sup>

Los dinoflagelados son uno de los grupos que han despertado más interés en estudios de agua de lastre, debido a que varias de sus especies formadoras de florecimientos tóxicos, son capaces de enquistarse y, en ese estado de latencia, sobrevivir por periodos prolongados a condiciones desfavorables.<sup>53</sup> Dentro de estos, los de origen exótico son los que generan un mayor costo económico y de salud humana.<sup>54</sup> A pesar de la carencia de censos completos e históricos de la flora de dinoflagelados marinos en los litorales mexicanos, los datos de distribución biogeográfica sugieren la introducción, a través del agua de lastre, de dos especies registradas en las costas de Mazatlán: *Gonyaulax (Amylax) triacantha* (Meunier) Balech y *Dinophysis norvegica*, no obstante que tales especies están circunscritas a áreas geográficas templadas y frías limitadas por la isoterma de 15°C<sup>55</sup>. Desde 1980 se han reportado mareas rojas de *Amylax triacantha* en Mazatlán, sin embargo la especie no es tóxica. Por el contrario, *Dinophysis norvegica*, registrada en el Golfo de California<sup>56</sup>, es una de las principales especies causantes del envenenamiento diarreico por consumo de moluscos en el Mar del Norte<sup>57</sup>. Independientemente de su toxicidad, las especies productoras de mareas rojas, afectan severamente a los ecosistemas por causas fisicoquímicas (e.g. agotamiento del oxígeno en la columna de agua por la elevada respiración primeramente de las propias algas y posteriormente de las bacterias que degradan a las algas cuando el florecimiento decae), o bien mecánicas (e.g. obstrucción de branquias de peces que mueren por asfixia). Otro

dinoflagelado nocivo que también forma florecimientos en el Pacífico mexicano y que ha causado severas mortandades de peces es *Cochlodinium catenatum* Okamura, distribuido desde el Golfo de California, Mazatlán, hasta las costas de Acapulco, resultando común su presencia en la Bahía de Manzanillo y Bahía de Banderas. Esta especie se registró por vez primera en México en 2000, y debido a que es muy conspicua, desde entonces se ha registrado continuamente su presencia, en forma de florecimientos, en una zona que ha sido monitoreada durante 22 años continuos<sup>58</sup>, por lo cual se puede afirmar que es de reciente introducción en México<sup>59</sup> y se sospecha que llegó por agua de lastre descargada en el puerto de Manzanillo, Colima.

## Macroalgas

Las características de muchas macroalgas favorecen la invasión de nuevos ambientes. Estas incluyen: 1) su habilidad para crecer sobre las superficies internas y externas de embarcaciones y sobre conchas de moluscos; 2) su capacidad para sobrevivir en condiciones adversas, ya sea como individuos completos o en forma de pequeños estadios crípticos; 3) su facilidad para dispersarse mediante el desprendimiento de pequeños fragmentos o a través de la producción de grandes cantidades de esporas; y 4) su rápido crecimiento en aguas costeras ricas en nutrientes. Los principales vectores para la introducción de algas son: 1) El transporte marítimo, ya sea adhiriéndose a la superficie de las embarcaciones o en agua de lastre; 2) La acuicultura, ya sea como especie principal o como flora de acompañamiento; 3) Las actividades pesqueras, como bioincrustaciones en redes o el uso de carnada; 4) El comercio de acuarios; 5) Investigaciones científicas a través de trasplantes intencionales o escapes accidentales; 6) La apertura de canales o bahías.<sup>60</sup>

Se han registrado como especies invasoras presentes en México: *Sargassum muticum*, especie originaria de Asia fue introducida en Norteamérica, en la Columbia Británica antes de 1941, con la importación del ostión japonés *Crassostrea gigas*, de donde inició su dispersión hacia el sur<sup>61</sup> reportándose en México desde principios de los setentas. *S. muticum* se ha vuelto una especie común y abundante a lo largo de la

costa occidental de la península de Baja California con plantas que llegan a medir más de 7 m. Actualmente, su distribución llega hasta el sur de Bahía Magdalena.<sup>62</sup> Aún cuando estudios de otras partes del mundo han demostrado la capacidad de esta especie para inhibir el crecimiento de otras especies locales y afectar la estructura comunitaria del intermareal rocoso, en México se desconoce su posible impacto. *Undaria pinnatifida*, también proveniente de Asia donde se cultiva en forma extensiva, reportada como especie introducida en el 2003.<sup>63</sup>

A partir de 1971 se reportó en el Mediterráneo con la importación del ostión japonés. Subsecuentemente, debido a su potencial económico fue introducida deliberadamente para promover su cultivo. También ha sido reportada como introducida de manera no intencionada en cascos de embarcaciones. *Undaria* apareció en California en el año 2000 y en Baja California en el 2002.<sup>64,65</sup> *Codium fragile ssp. tomentosoides* es una de las especies más invasivas del mundo con una amplia distribución interoceánica.<sup>66</sup> En algunos lugares es considerada una plaga por su capacidad de adherirse a otros organismos comerciales. En 1977 se encontró en la Bahía de San Francisco y actualmente es común en varios sitios en California. En México, un reporte previo fue recientemente confirmado como erróneo.<sup>67</sup> Aunque existen reportes recientes de especies anteriormente no reportadas para México, estas no son de carácter invasivo y requieren de confirmarse por su difícil taxonomía.

No existe estudio alguno en nuestro país sobre los posibles impactos negativos que especies invasivas de macroalgas pudiesen provocar en México desde el punto de vista biológico, ecológico, económico y social; de hecho es probable que nunca puedan determinarse debido a la falta de estudios anteriores a la invasión de la especie. Sin embargo, ante las experiencias observadas en otros países con casos como el de *Caulerpa* y *Undaria*, se estima que sus efectos pudiesen ser considerables.

## **VI. CONCLUSIONES**

Es tiempo de atender de manera integral los problemas que ocasionan las especies exóticas que se vuelven invasoras. Sin duda, la prevención es la mejor herramienta en la que debemos invertir, ya que el control y la erradicación resultan ser mucho más costosas, no sólo en términos económicos, sino ambientales.

Es importante contar con información científica confiable para la mejor toma de decisiones, de todos los sectores, para lograr la conservación de la diversidad biológica de México. Así, ahora que ya existen innumerables ejemplos documentados, en prácticamente todos los grupos de organismos, es imperativo llevar a cabo las acciones necesarias para lograr reducir esta severa amenaza. Eso sin duda, requiere de una inversión para fortalecer a las instituciones involucradas, el desarrollo de investigación y de tecnología (por ejemplo, plantas de tratamiento de aguas de lastre, paquetes tecnológicos para la acuicultura de especies nativas, etc.).

<p align="center"><b>Tabla 1. Lista de las especies acuáticas exóticas registradas en México.</b>  <b>Pot= potencial, Con= confirmada, Cripto= criptogénica. Convencionalmente las especies de dinoflagelados se consideran exóticas.</b></p>		
<b>Grupo</b>	<b>Especie acuática exótica</b>	<b>Ruta de introducción</b>

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<b>Bacterias y virus</b>							
<i>Vibrio cholerae</i> Pacini, 1854	•			•		•	
<i>Whispovirus</i> spp. (v. de la mancha blanca)		•				•	
<b>Dinoflagellata</b>							
<i>Alexandrium kutnerae</i> (Balech) Balech	•			•		•	
<i>A. leei</i> Balech	•			•		•	
<i>Amylax triacantha</i> (Jørgensen) Sournia	•			•		•	

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Blepharocysta paulsenii</i> J. Schill.	•			•		•	
<i>Boreadinium pisiforme</i> J.D. Dodge & Hermes	•			•		•	
<i>Centrodinium complanatum</i> (Cleve) Kof.	•			•		•	
<i>Coolia monotis</i> Meunier	•			•		•	
<i>Dinophysis lativelata</i> (Kof. & Skogsb.) Balech	•			•		•	
<i>D. norvegica</i> Claparède & Lachmann	•			•		•	
<i>D. similis</i> Kof. & Skogsb.	•			•		•	
<i>Dolichodinium lineatum</i> (Kof. & J.R. Michener) Kof. & Adamson	•			•		•	
<i>Ensiculifera angulata</i> Balech	•			•		•	
<i>E. mexicana</i> Balech	•			•		•	
<i>Gaarderia compressa</i> Carbonell-Moore	•			•		•	

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Goniiodoma concavum</i> Gaarder	•			•		•	
<i>G. orientale</i> (Lindemann) Balech	•			•		•	
<i>Gonyaulax cf. alaskensis</i> Kof.	•			•		•	
<i>G. cf. macroporos</i> L. Mangin	•			•		•	
<i>Gotoius excentricus</i> (Nie) Sournia	•			•		•	
<i>Heterodinium inaequale</i> Kof.	•			•		•	
<i>H. milneri</i> (J. Murray & Whitting) Kof.	•			•		•	
<i>Histioneis crateriformis</i> F. Stein	•			•		•	
<i>Oblea rotunda</i> (Lebour) Balech ex Sournia	•			•		•	
<i>Oxytoxum biconicum</i> (Kof.) Dodge & Saunders	•			•		•	
<i>O. caudatum</i> J. Schill.	•			•		•	
<i>Palaeophalacroma uncinatum</i> J. Schill.	•			•		•	

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Peridiniella danica</i> (Paulsen) Okolodkov & J.D. Dodge	•			•		•	
<i>P. sphaeroidea</i> Kof. & J.R. Michener	•			•		•	
<i>Prorocentrum belizeanum</i> M.A. Faust	•			•		•	
<i>Protoceratium globosum</i> Kof. & J.R. Michener	•			•		•	
<i>Protoperidinium bispinum</i> (J. Schill.) Balech	•			•		•	
<i>P. capurroi</i> (Balech) Balech	•			•		•	
<i>P. curtipes</i> (Jörg.) Balech	•			•		•	
<i>P. asymmetricum</i> (Matzen.) Okolodkov	•			•		•	
<i>P. hamatum</i> Balech	•			•		•	
<i>P. incognitum</i> (Balech) Balech	•			•		•	
<i>P. joergensii</i> (Balech) Balech	•			•		•	

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>P. cf. lipopodium</i> (Balech) Balech	•			•		•	
<i>P. mite</i> (Pavillard) Balech	•			•		•	
<i>P. parapyriforme</i> (Hermosilla) Balech	•			•		•	
<i>P. parcum</i> (Balech) Balech	•			•		•	
<i>P. parvicollum</i> (Balech) Balech	•			•		•	
<i>P. parvispinum</i> (Gaarder) Balech	•			•		•	
<i>P. subsphaericum</i> (Balech) Balech	•			•		•	
<i>P. thulesense</i> (Balech) Balech	•			•		•	
<i>P. vulgare</i> Balech	•			•		•	
<i>Scrippsiella spinifera</i> Honsell & Cabrini	•			•		•	
<i>Spatulodinium pseudonoctiluca</i> (Pouchet) Cachon & Cachon-Enj	•			•		•	
<b>Chlorophyta</b>							

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Caulerpa taxifolia</i> (M. Vahl) C. Agardh	•			•	•		
<i>Codium fragile</i> (Suringar) <i>Hariot tomentosoides</i> (van Goor) P.C. Silva	•			•	•	•	
<i>Ulva fasciata</i> Delile		•		•	•		
<b>Phaeophyta</b>						•	
<i>Cutleria cylindrica</i> Okamura		•			•	•	
<i>Sargassum muticum</i> (Yendo) Fensholt		•				•	
<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar		•		•	•		
<b>Rhodophyta</b>							
<i>Porphyra suborbiculata</i> Kjellman		•			•		
<b>Plantae</b>						•	
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	•	•					•
<i>Halodule wrightii</i> Ascherson	•						•

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Syringodium filiforme</i> Kützing							•
<b>Cnidaria: Scyphozoa</b>	•						
<i>Phyllorhiza punctata</i> von Lendenfeld, 1884				•			
<b>Cnidaria: Hydrozoa</b>							
<i>Antenella secundaria</i> (Gmelin, 1791)			•		•		
<i>Cordylophora caspia</i> (Pallas, 1771)		•		•	•		
<i>Obelia dichotoma</i> Linnaeus, 1758			•		•		
<i>Plumularia setacea</i> (Ellis, 1755)			•		•		
<i>Sarsia eximia</i> (Allman 1859)			•		•		
<i>Tubularia crocea</i> Agassiz, 1862		•			•		•
<b>Platyhelminthes: Cestoda</b>						•	
<i>Bothriocephalus acheilognathi</i> Yamaguti, 1934		•					•

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<b>Entoprocta (Kamptozoa)</b>	•						
<i>Barentsia benedeni</i> Foettinger, 1877				•	•		•
<b>Annelida: Polychaeta: Capitellidae</b>						•	
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius, 1780)			•	•			
<b>Annelida: Polychaeta: Nereididae</b>							
<i>Neanthes succinea</i> (Frey & Leuckart, 1847)		•			•		
<b>Annelida: Polychaeta: Sabellidae</b>						?	
<i>Branchiomma curtum</i> (Ehlers, 1901)	•	•		?	?	•	?
<i>Terebrasabella heterouncinata</i> Fitzhugh & Rouse, 1999	•					•	
<b>Annelida: Polychaeta: Serpulidae</b>							
<i>Ficopomatus enigmaticus</i> (Fauvel, 1923)	•			•	•	•	
<i>F. miamiensis</i> (Treadwell, 1934)	•	•		•			

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>F. uschakovi</i> (Pillai, 1960)	•			•	•	•	
<i>Hydroides diramphus</i> Mörch, 1863			•		•		
<i>H. elegans</i> (Haswell, 1883)			•		•		
<i>H. sanctaecrucis</i> Kröyer in Mörch, 1863		•			•		
<b>Annelida: Polychaeta:</b> <b>Spionidae</b>						?	
<i>Prionospio malmgreni</i> Claparède, 1870			•	?	?	•	
<i>Pseudopolydora kempfi</i> (Southern, 1921)		•					
<i>P. paucibranchiata</i> Okuda, 1937		•		•	•		
<b>Annelida: Polychaeta:</b> <b>Syllidae</b>							
<i>Brania clavata</i> (Claparède, 1863)			•	?	?	?	
<i>Exogone verugera</i> (Claparède, 1868)			•	?	?	?	
<b>Mollusca: Bivalvia</b>							

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Bankia</i> ( <i>Neobankia</i> ) <i>zeteki</i> Bartsch, 1921		•			•		•
<i>Bankia</i> ( <i>Neobankia</i> ) <i>destructa</i> Clench & Turner, 1946		•			•		•
<i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793)		•				•	
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	•			•	•		
<i>Musculista senhousia</i> (Benson in Cantor, 1842)		•		•		•	
<i>Mytilopsis adamsi</i> Morrison, 1946		•		•			
<i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)		•		•			
<i>P. viridis</i> (Linnaeus, 1758)		•		•			
<i>Potamocorbula amurensis</i> (Schrenck, 1861)	•			•	•		
<i>Teredo</i> ( <i>Teredo</i> ) <i>bartschi</i> Clapp, 1923		•			•		
<i>Teredo navalis</i> Linnaeus, 1758		•			•		
<i>Theora lubrica</i> Gould, 1861	•			•	•		

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<b>Mollusca: Gasteropoda</b>							•
<i>Anteaeolidiella indica</i> (Berg, 1888)			•	•	•		
" <i>Assiminea</i> " sp.	•						
<i>Thiara (Melanoides) tuberculata</i> (Müller, 1774)		•					
<b>Arthropoda: Crustacea: Amphipoda</b>							
<i>Ampelisca abdita</i> Mills, 1964	•			•	•		
<i>Ampithoe pollex</i> Kunkel, 1910		•			•	•	
<i>A. longimana</i> Smith, 1873		•			•	•	
<i>Chelura terebrans</i> Philippi, 1839	•			•	•		?
<i>Corophium acherusicum</i> (Costa, 1851)		•			•	•	
<i>Erichtonius brasiliensis</i> (Dana, 1853)			•		•	•	
<i>Grandidierella japonica</i> Stephensen, 1938		•		•		•	

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Melita nitida</i> Smith, 1873	•			•	•		
<i>Monocorophium acherusicum</i> (Costa, 1851)			•	•	•		
<i>M. insidiosum</i> (Crawford, 1937)		•			•		•
<i>M. uenoi</i> Stephensen, 1932		•			•	•	
<i>Parapleustes derzhavini</i> (Gurjanova, 1938)	•			•	•		
<b>Arthropoda: Crustacea: Cladocera</b>							
<i>Bythotrephes cederstroemi</i> Schoedler, 1877	•			•		•	
<i>Daphnia lumholtzii</i> Sars, 1885	•			•		•	
<i>Moina macrocopa</i> (Straus, 1820)	•			•		•	
<b>Arthropoda: Crustacea: Copepoda</b>							
<i>Enhydrosoma lacunae</i> Jakubisiak, 1933		•		?	?	?	

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Mesocyclops aspericornis</i> (Daday, 1906)		•		•		•	?
<i>M. pehpeiensis</i> Hu, 1943		•		•		•	?
<i>M. thermocyclopoides</i> Harada, 1931		•		•		•	
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)		•		•		•	
<b>Arthropoda: Crustacea: Decapoda</b>							
<i>Carcinus maenas</i> (Linnaeus, 1758)	•			•	•		
<i>Charybdis hellerii</i> (Milne- Edwards, 1867)	•			•			
<i>Cherax quadricarinatus</i> (von Martens, 1868)		•				•	
<i>Eriocheir sinensis</i> (Milne- Edwards, 1853)	•			•			
<i>Litopenaeus stylirostris</i> (Stimpson, 1874)	•	•				•	
<i>L. vannamei</i> (Boone, 1931)		•				•	
<i>Macrobrachium rosebergii</i> (De Man, 1879)		•				•	

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Penaeus monodon</i> Fabricius, 1798		•				•	
<i>Rhithropanopeus harrisii</i> (Gould, 1841)	•				•	•	
<b>Arthropoda: Crustacea: Isopoda</b>							
<i>Eurylana arcuata</i> (Hale, 1925)	•			•	•		
<i>Paracerceis sculpta</i> (Holmes, 1904)	•			•			
<i>Paradella diana</i> (Menzies, 1962)		•			•		
<i>Sphaeroma quoyanum</i> Milne-Edwards, 1840	•				•		
<i>S. walkeri</i> Stebbing, 1905		•			•		
<b>Arthropoda: Crustacea: Thecostraca</b>							
<i>Balanus amphitrite</i> Darwin, 1854		•			•		
<i>Megabalanus tintinnabulum</i> (Linnaeus, 1758)			•		•		
<b>Ectoprocta (= Bryozoa)</b>							

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Amathia distans</i> Busk, 1886		•			•		
<i>Bugula flabellata</i> Thompson in Gray, 1847		•			•		
<i>B. neritina</i> (Linnaeus, 1758)		•			•		
<i>Cryptosula pallasiana</i> von Moll, 1803	•				•		
<i>Schizoporella unicornis</i> (Johnston, 1847)	•				•		
<i>Watersipora subtorquata</i> (d'Orbigny, 1852)			•		•		
<i>Zoobotryon verticillatum</i> (delle Chiaje, 1828)	•				•		
<b>Tunicata</b>							
<i>Ascidia zara</i> Oka, 1935	•				•		
<i>Ascidia</i> sp.	•				•		
<i>Bostrichobranchus pilularis</i> (Verrill, 1871)	•				•		

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Botrylloides violaceus</i> Oka, 1927		•			•		•
<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)		•			•		•
<i>Ciona intestinalis</i> (Linnaeus, 1767)		•			•		•
<i>C. savignyi</i> Herdman, 1882	•				•		
<i>Microcosmus squamiger</i> Michaelsen, 1927	•				•		
<i>Molgula manhattensis</i> (De Kay, 1843)	•				•		
<i>Perophora japonica</i> Oka, 1927	•				•		
<i>Polyandrocarpa zorritensis</i> (Van Name, 1931)	•				•		
<i>Styela canopus</i> Savigny, 1816		•		•			
<i>S. clava</i> Herdman, 1881		•			•		•
<i>S. plicata</i> Lesueur, 1823			•		•		
<i>Symplegma brakenhielmi</i> (Michaelsen, 1904)	•				•		

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>S. reptans</i> (Oka, 1927)	•				•		
<b>Vertebrata: Pisces</b>							
<i>Acanthogobius flavimanus</i> Temminck & Schlegel, 1845	•			•			
<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)		•				•	
<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)		•					•
<i>Cyprinus carpio communis</i> Linnaeus, 1758		•				•	
<i>C. carpio specularis</i> (Lacepède, 1803)		•				•	
<i>C. rubrofusca</i> Lacepède, 1803		•				•	
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1844)		•				•	
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1844)		•				•	
<i>Hypostomus plecostomus</i> (Linnaeus, 1758)	•					•	

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Ictalurus punctatus</i> (Rafinesque, 1818)		•				•	
<i>Megalobrama amblycephala</i> Yih, 1955		•				•	
<i>Mylopharyngodon piceus</i> (Richardson, 1846)		•				•	
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	•			•			
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)		•				•	
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)		•				•	
<i>O. aureus</i> (Steindachner, 1864)		•				•	
<i>O. mossambicus</i> (Peters, 1852)		•				•	
<i>O. urolepis hornorum</i> (Trewavas, 1966)		•				•	
<i>Pterygoplichthys</i> <i>multiradiatus</i> (Hancock, 1828)		•					•
<i>P. pardalis</i> (Castelnau, 1855)		•				•	•

<i>Especie</i>	Pot	Con	Cripto	Agua de lastre	Incrustante	Acuicultura	Otro
<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758		•				•	
<i>Tilapia melanopleura</i> (Dumeril, 1857)		•				•	
<i>T. rendalli</i> (Boulenger, 1897)		•				•	
<i>Tridentiger trionocephalus</i> Gill, 1858	•			•			
<i>Tilapia cf. zillii</i> (Gervais, 1848)		•				•	
<b>Totales</b>	<b>94</b>	<b>73</b>	<b>16</b>	<b>90</b>	<b>69</b>	<b>100</b>	<b>17</b>

\*Contacto. Correo electrónico: roberto.mendoza@yahoo.com, Tel. (81) 83-52-97-72

<sup>1</sup> Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC

<sup>2</sup> Hopkins, J.S., Sandifer, P.A., Browdy, C.L. y Holloway, J.D. (1996) Comparison of exchange and no-exchange water management strategies for the intensive pond culture of marine shrimp. Journal of Shellfish Research, 15(2): 441-445

<sup>3</sup> Miller, T.E., Kneitel, J.M. y Burns, J.H. (2002) Effect on community structure on invasion success and rate. Ecology, 83: 898-905.

<sup>4</sup> Pimentel, D., Zuniga, R. y Morrison, D. (2005) Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. Ecological Economics, 52: 273-288.

<sup>5</sup> UICN (2007) Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea. Interacciones entre la Acuicultura y el Medio Ambiente. UICN Gland, Suiza y Málaga, España. VI + 114 páginas.

---

<sup>6</sup> Bomford, M. y Glover, J. (1994) Risk assessment model for the import and keeping of exotic freshwater and estuarine finfish. A report produced by the Bureau of Rural Sciences for The Department of Environment and Heritage. Australian Government. 125 pp.

<sup>7</sup> Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC

<sup>8</sup> Ruesink, J., Groom, M., Parker, I. y Kareiva, P. (1995) Reducing the risks of nonindigenous species introductions. *BioScience*, 47: 465-477.

<sup>9</sup> Ruiz, G.M., Carlton, J.T., Grosholz, E.D. y Hines, A.H. (1997) Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: Mechanisms, extent, and consequences. *Am. Zool.*, 37: 621-632.

<sup>10</sup> Nordstrom, H. y Vaughan, S., (1999) Trade and Environment. Special Studies 4. Geneva: World Trade Organization.

<sup>11</sup> Williams, J.D. y Meffe, J.K. (1999) 'Nonindigenous species' in Status and Trends of The National Biological Resources. US Department of the Interior. US Geological Service. Reston VA.

<sup>12</sup> Carlton, J.T. (1996) Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology, *Biol Conserv*, 78: 97-106.

<sup>13</sup> Doelle, M. (2003), The Quiet Invasion: Legal and Policy responses to Aquatic Invasive Species in North America. *The International Journal of Marine and Coastal Law*, 18(2): 261-294.

<sup>14</sup> McNeely, J.A. y Schutyser, F. (2003) Invasive species: A global concern bubbling to the surface. International Conference on the Impact of Global Environmental Problems on Continental and Coastal Marine Waters. Geneva, Switzerland, 12 pp.

<sup>15</sup> Enciclopedia General del Mar (1968) Quinto volumen J-MOS, José María Martínez – Hidalgo y Terán, Ediciones Garriga, S.A. Barcelona. pp. 285 a 289 y 722 a 730.

<sup>16</sup> Alegría, A.P., Arroyo, P. y Berasaluce, G.J. (1999) Desarrollo Metodológico para el Análisis de Agua de Lastre y Generación de la Norma de Control. Diplomado en Gestión Ambiental y Manejo Ambiental de Recursos, Universidad Católica del Norte, Antofagasta, 1998.

<sup>17</sup> Carlton, J.T. y Sellar, J.B. (1993) Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. *Science*, 261: 78-82.

<sup>18</sup> UICN (2007) Guía para el Desarrollo Sostenible de la Acuicultura Mediterránea. Interacciones entre la Acuicultura y el Medio Ambiente. UICN Gland, Suiza y Málaga, España. VI + 114 páginas.

- 
- <sup>19</sup> CPPS - Comisión Permanente Del Pacifico Sur (2008) Plan de acción para la protección del medio marino y aéreas costeras del Pacifico Sudeste. Estado actual de la introducción de las especies exóticas en el Perú a través del agua de lastre, 8pp.
- <sup>20</sup> Hallegraeff, G.M. y Bolch, C.J. (1992) Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ships ballast water: implications for plankton biogeography and aquaculture. *Journal of Plankton Research*, 14: 1067-1084.
- <sup>21</sup> McMinn, A., Hallegraeff, G.M., Thomson, P., Jenkinson, A.V., y Heijnis, H. (1997). Cyst radionucleotide evidence for the introduction of the toxic dinoflagellate *Gymnodinium catenatum* into Tasmanian waters. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 161: 165-172
- <sup>22</sup> Pimentel, D., Zuniga, R. y Morrison, D. (2005) Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological Economics*, 52: 273-288.
- <sup>23</sup> Vinogradov, M.E., Shushkina, E.A., Masayera, E.I. y Sorokin, P.Y. (1989) A newly acclaimed species in the Black sea: the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophore: Lobata). *Okeanol*, 29: 220-24.
- <sup>24</sup> Organización Marítima Internacional (2001). Informe del Grupo de Trabajo sobre el agua de lastre que se convocó en el CPM MEPC 47/2, 20 de Noviembre de 2001
- <sup>25</sup> Perea, M., Ballesteros, M. y Turo, X. (1990) Estudio de los organismos epibióntes en un cultivo de bivalvos marinos en el delta del Ebro. *Cahiers de Biologie Marine*. 31: 385-399.
- <sup>26</sup> Lesser, M.P., Shumway, S., Cucci, E. y Smith, J. (1992) Impact of bioincrustant organisms on mussel rope culture: interspecific competition for food among suspension feeding invertebrates. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 165: 91-102.
- <sup>27</sup> Claereboudt, M.R., Bureau, D., Cote y Himmelman J.H. (1994) Bioincrustant development and its effects on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. *Aquaculture*, 121: 327-342.
- <sup>28</sup> Uribe, E., Lodeiros, C., Felix-Pico, E. y Etchepare, I. (2001) 'Epibiontes en pectínidos de Iberoamerica', en Maeda-Martínez, A.N. (ed.) *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*. Cap.13: 249-266.
- <sup>29</sup> Willan, R.C., Russell, B.C, Murfet, N.B., Moore, K.L., McEnnulty, F.R., Horner, S.K., Hewitt, C.L., Dally, G.M., Campbell, M.L. y Bourke, S.T. (2000) Outbreak of *Mytilopsis salleri* (Recluz 1849) (Bivalvia; Dreisenidae) in Australia. *J. Molluscan Research*, 20: 25-30.
- <sup>30</sup> Pyne, R. (1999) 'The black striped mussel (*Mytilopsis salleri*) infestation in Darwin: a clean-up strategy', en Hillman, S.P. (ed.) *The ballast water problem-where to from here? Proceedings of workshop held 5-6 May, Brisbane, Aust.* EcoPorts Monograph Series No 19: 77-82.

- 
- <sup>31</sup> AMOG (2001) Hull fouling as a vector for the translocation of marine organisms; Phase 1 study - Hull Fouling Research. Report prepared for Agriculture, Fisheries and Forestry. Australia. 129 pp.
- <sup>32</sup> Gollasch, S. (1999) The importance of ship hull fouling as a vector of species introduction into the North Sea. Paper presented at 10th International Congress on Marine Corrosion and fouling, Melbourne, Australia, February.
- <sup>33</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations (2003). Fishery Records Collections. FIGIS Data Collection. FAO-Roma Updated Jan 31 2007. Disponible en <http://www.fao.org/figis/servlet/static?dom=collection&xml=dias.xml>
- <sup>34</sup> WWF (2008) Diálogo sobre Salmonicultura. [worldwildlife.org/aquadialogues](http://worldwildlife.org/aquadialogues)
- <sup>35</sup> García-Moreno, F. (2005) Salmones en Chile: El negocio de comerse el mar. Análisis de los efectos sociales y ambientales de la producción de salmón en Chile bajo la perspectiva de soberanía alimentaria. Colección Soberanía Alimentaria de Veterinarios Sin Fronteras, Documento 4. 35 pp
- <sup>36</sup> Smith J.F. (2002). Alien Marine Algae in Hawaiian Islands. Disponible en [www.botany.hawaii.edu/GradStus/smith/invasive/brochure.htm](http://www.botany.hawaii.edu/GradStus/smith/invasive/brochure.htm)
- <sup>37</sup> [www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Portada](http://www.conabio.gob.mx/invasoras/index.php/Portada)
- <sup>38</sup> Comisión para la Cooperación Ambiental (2003). Plan estratégico de cooperación para la conservación de la biodiversidad de América del Norte. Disponible en [www.cec.org/pubs\\_docs/documents/index.cfm?varlan=espanol&ID=1088](http://www.cec.org/pubs_docs/documents/index.cfm?varlan=espanol&ID=1088)
- <sup>39</sup> CONABIO (2000) Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. México: CONABIO.
- <sup>40</sup> Okolodkov, Y.B., Bastida-Zavala, R., Ibáñez, A.L., Chapman, J.W., Suárez-Morales, E., Pedroche, F. y Gutiérrez-Mendieta, F.J. (2007) Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencia y Mar*, XI (32): 29-67.
- <sup>41</sup> Okolodkov, Y.B., Bastida-Zavala, R., Ibáñez, A. L., Chapman, J.W., Suárez-Morales, E., Pedroche, F. y Gutiérrez-Mendieta, F.J. (2007) Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencia y Mar*, XI (32): 29-67.
- <sup>42</sup> Molnar J.L., R.L. Gamboa, C. Revenga y M. Spalding (2008). Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Front Ecol Environ*; 6, doi:10.1890/070064
- <sup>43</sup> Poore, G.C. (1996) Species differentiation in Synidotea (Isopoda: Idoteidae) and recognition of introduced marine species: a reply to Chapman and Carlton. *J. Crust. Biol.*, 16(2): 384-394
- <sup>44</sup> Chapman, J.W. y Carlton, J.T. (1991) A test of criteria for introduced species: the global invasion by the isopod *Synidotea laevidorsalis* (Miers, 1881). *J. Crust. Biol.*, 11(3): 386-400.

- 
- <sup>45</sup> Okolodkov, Y.B., Bastida-Zavala, R., Ibáñez, A.L., Chapman, J.W., Suárez-Morales, E., Pedroche, F. y Gutiérrez-Mendieta, F.J. (2007) Especies acuáticas no indígenas en México. *Ciencia y Mar*, XI (32): 29-67.
- <sup>46</sup> Galavíz-Silva, L. (1999). Virus del síndrome de Taura (TSV) y virus del síndrome de la mancha blanca (WSSV), agentes causantes de epizootias en la camaronicultura mexicana (1996-1999). Tesis de Doctor en Ciencias, FCB., UANL
- <sup>47</sup> [www.cosaes.com/antecedente\\_feb.htm](http://www.cosaes.com/antecedente_feb.htm)
- <sup>48</sup> Nunan, L.M., Poulos, B.T. y Lightner, D.V. (1998). The detection of white spot syndrome virus (WSSV) and yellow head virus (YHV) in imported commodity shrimp. *Aquaculture*, 160: 19-30.
- <sup>49</sup> Galavíz-Silva, L., Molina-Garza, Z.J., Alcocer-González, J.M., Rosales-Encinas, J.L. e Ibarra, J.C. (2004) White spot syndrome virus genetic variants detected in Mexico by a new multiplex PCR method. *Aquaculture*, 242: 53-68.
- <sup>50</sup> Peinado-Guevara, L.I. y López-Meyer, M. (2006) Detailed monitoring of white spot syndrome virus (WSSV) in shrimp commercial ponds in Sinaloa, Mexico by nested PCR. *Aquaculture*, 251: 33-45.
- <sup>51</sup> Woodruff en: Okolodkov, Y.B., Ibáñez, A.L., Gutiérrez, M.F., Chapman, J.W., Suárez-Morales, E. et al. (2003) Aquatic non-indigenous species in Mexico, Rio de Janeiro, Brazil.
- <sup>52</sup> Okolodkov en prensa
- <sup>53</sup> Hallegraef, G.M. y Bolch, C.J. (1992) Transport of diatom and dinoflagellate resting spores in ships ballast water: implications for plankton biogeography and aquaculture. *Journal of Plankton Research*, 14: 1067-1084.
- <sup>54</sup> Hallegraef, G.M. (1998) Transport of toxic dinoflagellates via ships' ballast water: bioeconomic risk assessment and efficiency of possible ballast water management strategies. *Marine Ecology Progress Series*, 168: 297-309.
- <sup>55</sup> Okolodkov *et al.*, en prensa
- <sup>56</sup> Garate en: Hernández-Becerril, D.U. (1993) 'Fitoplancton marino en México' en Salazar-Vallejo, S. y González, N. (eds.) Biodiversidad Marina y Costera de México. México: CONABIO y CIQRO.
- <sup>57</sup> Larsen, J. y Moestrup, O. (1992) Potentially toxic phytoplankton. 2. Genus *Dinophysis* (Dinophyceae). ICES. Identification Leaflets for Plankton, Copenhagen International Council for the Exploration of the Sea.
- <sup>58</sup> Cortés-Altamirano, R., Sierra-Beltrán, A.P. y Cortés-Lara, M.C. (2004) 'Dominance and Permanence of Harmful Algae Forming Blooms in Mazatlan Bay (1979-2000)', en Steidinger, K.,

---

Labdsberg, A., Tomas, C.R. y Vargo, G.A. (eds.) *Harmful Algae 2002*. Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. Florida Institute of Oceanography and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. pp. 344-346.

<sup>59</sup> Cortés-Lara, M.C., Cortés-Altamirano, R. y Sierra-Beltrán, A.P. (2004) Presencia de *Cochlodinium catenatum* (Gymnodiniales: Gymnodiniaceae) en mareas rojas de Bahía de Banderas, Pacífico mexicano. *Revista de Biología Tropical*, 52: 51-58

<sup>60</sup> Ribera, M.A. y Boudouresque, C.F. (1995) 'Introduced marine plants, with special reference to macroalgae: mechanisms and impacts', en Round, F.E. y Chapman, D.J. (eds.) *Progress in Phycological Research Volume 11*. Biopress Ltd, Bristol, U.K., pp. 187-268

<sup>61</sup> Scagel, R.F. (1956) Introduction of a Japanese alga, *Sargassum muticum* into the northeast Pacific. *Fisheries Research Papers* 1: 49-58.

<sup>62</sup> Espinosa, H. (2004) El Pacífico Mexicano. *Ciencias*, 76: 14-21. Espinoza, J. (1990) The southern limit of *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt (Phaeophyta, Fucales) in the Mexican Pacific. *Botánica Marina*, 33: 193-196

<sup>63</sup> Aguilar-Rosas, R., Aguilar-Rosas, L.E. y Ávila-Serrano, G. (2003) First report of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Laminariales, Phaeophyta) in the Pacific coast of Mexico, Long Beach, California, USA.

<sup>64</sup> Aguilar-Rosas, R., Aguilar-Rosas, L.E. y Ávila-Serrano, G. (2003) First report of *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Laminariales, Phaeophyta) in the Pacific coast of Mexico, Long Beach, California, USA.

<sup>65</sup> Zertuche-González, J.A., Aguilar-Rosas, R. y Aguilar-Rosas, L.E. (2006) La invasión del alga marina *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringar (Phaeophyta) en la isla de Todos Santos, Baja California, México. *Ciencia y Desarrollo*, 32: 9-13

<sup>66</sup> Ribera, M.A. y Boudouresque, C.F. (1995) 'Introduced marine plants, with special reference to macroalgae: mechanisms and impacts', en Round, F.E. y Chapman, D.J. (eds.) *Progress in Phycological Research Volume 11*. Biopress Ltd, Bristol, U.K., pp. 187-268

<sup>67</sup> Pedroche, F., Silva, P.C., Aguilar-Rosas, L.E., Dreckmann, K.M. y Aguilar-Rosas, R. (2005) Catálogo de las Algas Marinas Bentónicas del Pacífico de México. 1. Chlorophycota. UABC-UAM-UC

## EL ORDENAMIENTO COSTERO Y MARINO EN MÉXICO

Antonio Díaz de León Corral\*,  
Roberto Rosado Solórzano\*,  
Porfirio Álvarez Torres\*,  
Salomón Díaz Mondragón\*\*,  
Fernando Rosete Vergés\*\*<sup>1</sup>

**SUMARIO:** *Resumen. I. Contexto histórico del ordenamiento ecológico en México y su incidencia en las regiones costeras. II. Fundamentos legales y elementos generales del OET. III. Características generales del territorio costero-marino y su problemática ambiental. IV. Características generales del territorio costero-marino y su problemática ambiental. V. La Política Ambiental de Océanos y Costas y la Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas. VI. Marco normativo aplicable a mares y costas. VII. Logros alcanzados. VIII. Problemas comunes de la gestión del Ordenamiento Ecológico en Costas y Mares. IX. Retos.*

**RESUMEN.** El ordenamiento ambiental en México inicia en los años setenta con los programas ambientales llamados “Ecoplanes” cuyo objetivo era el mejoramiento ambiental regional; desde entonces las regiones costeras fueron de interés para la planeación ambiental. A la fecha, el Ordenamiento Ecológico (OE) ha experimentado una serie de evoluciones conceptuales y normativas, constituyéndose en el instrumento de planeación básico de la política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, en un marco de

sustentabilidad ambiental, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los recursos naturales. Cuenta con tres modalidades: el Ordenamiento Ecológico General del Territorio, que compete a la Federación; el regional, que compete a las Entidades Federativas y en su caso, a la Federación, y los locales que competen a los municipios. El OE se efectúa a través de un proceso caracterizado por el rigor metodológico, la transparencia, la participación pública y la adaptabilidad. Actualmente se cuenta con OE en diferentes regiones costeras y marinas en sus tres modalidades y se promueve en todo el territorio marino de jurisdicción nacional y los OE locales de municipios costeros prioritarios en las dos vertientes costeras del país. No obstante, esta tarea resulta ardua por varios factores, tanto metodológicos y legales como políticos, que dificultan y dilatan el Proceso de OE, los cuales se discuten muy brevemente y se hacen propuestas para su solución en el corto plazo.

## **I. CONTEXTO HISTÓRICO DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO EN MÉXICO Y SU INCIDENCIA EN LAS REGIONES COSTERAS**

La Ley General de Asentamientos Humanos (LGAH), emitida en 1976, es el primer instrumento de planeación que menciona al ordenamiento ecológico en función de las acciones para mejorar la calidad de los centros de población. En ese tiempo, la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas asumía la tarea federal de planear y normar el desarrollo urbano-regional, el uso y conservación de recursos naturales y el desarrollo de infraestructura física a través de los planes ambientales llamados Ecoplanes. Algunos de éstos, incluyeron regiones costeras como los Ecoplanes estatales de Jalisco y Tamaulipas, así como los municipales de Puerto Vallarta, Cihuatlán y Acapulco.

En 1983, se reformó el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF). En la primera, se planteó la necesidad de impulsar el desarrollo, sujetándolo al cuidado del ambiente,

entre otros aspectos. En la segunda, se estableció la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE), la cual asumió el control de las áreas naturales protegidas y de otros instrumentos, como el ordenamiento ecológico y la evaluación del impacto ambiental.

El principal instrumento jurídico de esta nueva Secretaría fue la Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA), en la que se incluyó, por primera vez, el concepto de ordenamiento ecológico, que aparece relacionado con el diagnóstico ambiental y con el manejo y la conservación de los recursos naturales.

El 28 de enero de 1988, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en la que además de recoger los conceptos de los artículos 27 y 73 constitucionales, que fundamentaban las bases para la protección al ambiente, la preservación del equilibrio ecológico y el desarrollo equilibrado del país, se estableció que el uso del suelo debía ser compatible con su vocación y la reglamentación como medios adecuados del aprovechamiento de los recursos naturales. Asimismo, en los artículos 19 y 20 del capítulo V, Título Primero, se definió lo correspondiente al ordenamiento ecológico, estableciendo los criterios para su elaboración, así como sus ámbitos de acción.

Otra de las reformas importantes en la materia, se realizó en la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal (LOAPF), publicada el 25 de mayo de 1992, que da origen a la transformación de la SEDUE en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) asignándole a ésta, atribuciones en ecología y protección al ambiente. A partir de esa reforma, se crean el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) como órganos administrativos desconcentrados de la SEDESOL, con plena autonomía técnica y operativa. Al INE se le otorgan facultades eminentemente técnico-normativas, y a la PROFEPA de vigilancia, prevención y control de la contaminación ambiental y de conservación del equilibrio ecológico.

En el sexenio 1989-1994, se publicó el primer Programa Nacional de Protección al Medio Ambiente (PNPMA) 1990-1994, el cual consideraba al Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET) como uno de los elementos fundamentales de la gestión ambiental y el componente central de la planeación.

Asimismo, se crea el Programa Ambiental de México, impulsado con fondos del Banco Mundial, en el que uno de los cuatro componentes básicos a desarrollar fue el ordenamiento ecológico. La selección de áreas a ordenar se definió a partir de un diagnóstico regional y de la atención a una cartera de proyectos propuesta por los sectores productivos con mayor impacto económico (petrolero, eléctrico, agrícola, ganadero, minero, etc.), los cuales se consideraban estratégicos para el desarrollo regional. En este contexto se realizaron varios estudios de ordenamiento ecológico de carácter regional en zonas costeras, como Estatal de Colima, Bahía Banderas, Nay., Costa de Jalisco, corredor Tijuana-Ensenada, B.C., Estero de la Bufadora-Punta Banda, B.C., Corredor Loreto-Nopoló-Puerto Escondido, B.C.S., Municipio de Los Cabos, B.C.S., Puerto Peñasco y Bahía de San Francisco, Son., Laguna de Nichupté y Corredor Cancún-Tulum, Q.Roo, así como el primer estudio para el Ordenamiento Ecológico General del Territorio (OEGT). Sin embargo, la falta de una metodología capaz de fortalecer los mecanismos de coordinación institucional y de concertación social, limitó la aplicación e instrumentación de algunas de las propuestas de ordenamiento ecológico.

Al mismo tiempo, con las reformas a la LOAPF, las funciones que en materia ambiental tenía a cargo la SEDESOL, se transfieren a la recién creada SEMARNAP, afectándose así la posibilidad de articular en una sola visión la planeación urbana y ambiental.

El 28 de diciembre de 1994 se creó la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), quedando bajo su coordinación, la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, el Instituto Nacional de Ecología, el Instituto Nacional de la Pesca y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

En septiembre de 1996, se aprobó la iniciativa de reformas a la LGEEPA de 1988, con el fin de plasmar las orientaciones y los principios de la nueva política ambiental, a través de un sistema jurídico normativo completo, suficiente y coherente, que regulara de manera más clara y adecuada las problemáticas ambientales y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Las reformas abarcan varios rubros entre los que destacan, la distribución de competencias, instrumentos de política ambiental (entre ellos el OET), biodiversidad y contaminación ambiental.

Esta etapa tuvo una intensa actividad en la promoción y gestión de ordenamientos ecológicos regionales y locales, así como en la formulación del OEGT. Cerca de la mitad fueron OET regionales y locales en zonas costeras, no obstante, la promoción de los mismos seguía teniendo un origen sectorial. Destacan los proyectos de OET en Isla Cozumel, Quintana Roo; Bahías de Huatulco, Oaxaca; Costa Maya, Quintana Roo, entre los locales, y Acapulco-Punta Diamante, Guerrero; Costa sur de Sonora; Costa de Yucatán; Costa de Chiapas; Costa de Nayarit; Costa de Michoacán; Istmo Salina Cruz, Oaxaca; Los Tuxtlas y Cuenca baja del río Coatzacoalcos, Veracruz; Sian Kaán, Quintana Roo; Lázaro Cárdenas, Michoacán; y, San Felipe Puertecitos, Baja California, entre los regionales, por mencionar algunos. Cabe señalar que los que lograron instrumentarse son costeros, esto es revelador, ya que es indicador del interés en la problemática ambiental que prevalece en las regiones costeras desde entonces.

En 2003, con la publicación del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Ordenamiento Ecológico, se define el Proceso de OET con tres productos básicos: (1) convenio de coordinación, (2) programa de ordenamiento ecológico y (3) bitácora ambiental. Asimismo, se establecen con claridad los lineamientos para la formulación de las distintas modalidades del OET, su instrumentación a través de Programas a diversas escalas con funciones inductivas o normativas dependiendo de la extensión territorial abarcada. El Proceso de OET se basa en los principios de la participación social, el consenso, la transparencia y el rigor técnico.

Bajo este nuevo contexto se han instrumentado en el ámbito costero y marino los OE Marino del Golfo de California, primero en su tipo, el Costero de Yucatán, el Municipal de Benito Juárez, Q. Roo, y las actualizaciones de los OE de Isla Cozumel y Costa Maya, Q. Roo.

## **II. FUNDAMENTOS LEGALES Y ELEMENTOS GENERALES DEL OET**

Los preceptos constitucionales que establecen las bases para el OET están contenidos en los artículos:

Artículo 26. Establece la obligación del Poder Ejecutivo para organizar un Sistema de planeación democrático del desarrollo nacional y al Poder Legislativo, para legislar en la materia.

Artículo 27. Faculta al Poder Ejecutivo para imponer las modalidades necesarias a la propiedad privada para que cumpla con el interés público y lograr distribución equitativa de la riqueza, cuidar su conservación y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

Artículo 73. Faculta al Congreso para expedir leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal, de los estados y municipios, en el ámbito de sus competencias, en materia de protección ambiental y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

En particular, la LGEEPA en su artículo 3º define al OET como el instrumento de política ambiental para regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, a fin de lograr un equilibrio entre el desarrollo y la conservación del patrimonio natural.

Los artículos 5º, 7º, y 8º, establecen las competencias de los distintos órdenes de gobierno para la elaboración del OET nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, mientras que los artículos 19 y 19bis, definen que éste se realiza a través de diferentes modalidades, los programas de ordenamiento ecológico general del territorio, regional, local y, marino. Son estas últimas tres modalidades las que tienen posibilidad de incidir claramente en el ámbito costero.

El OE, tiene por objeto: **1)** la regionalización del territorio con base en sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como en el diagnóstico de sus condiciones ambientales y de las tecnologías utilizadas por los habitantes de la región de que se trate, en el usufructo de sus recursos naturales; **2)** regular los usos del suelo a fin de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos, y **3)** establecer los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los programas de desarrollo urbano correspondientes.

De acuerdo con el Reglamento de la LGEEPA en la materia, el OET es el instrumento normativo básico de la política ambiental, que permite la aplicación de un proceso adaptativo y participativo de planeación ecológica estratégica del territorio abordada en cinco fases: formulación, expedición, ejecución, evaluación y en su caso, modificación, cuyos productos son: (1) convenio de coordinación, (2) programa de ordenamiento ecológico y (3) bitácora ambiental.

La fase de formulación del Programa se efectúa a través de cuatro etapas: a) descriptiva, b) de diagnóstico, c) prospectiva y d) propositiva, típicas de todo proceso de planeación estratégica.

- a)** La etapa descriptiva se encarga de determinar las características del territorio en sus componentes natural, productivo y social (¿qué hay?, ¿cuánto hay? y ¿dónde está?).
- b)** En la etapa de diagnóstico se identifican los procesos productivos en el territorio, las formas de apropiación del mismo por la sociedad y los procesos de deterioro del ambiente que dan lugar a la problemática particular en cada región (¿cómo esta? y posibles causas).
- c)** La etapa de prospección es aquella cuyo objeto es la conformación de escenarios modelados con base en la información generada,

estableciendo un escenario tendencial a partir de los procesos detectados, un escenario contextual que ubica a la región en el marco nacional y un escenario estratégico, con base en las líneas generales de manejo para detener y/o revertir los procesos de deterioro.

- d) La etapa propositiva, es la encargada de producir el modelo de ordenamiento ecológico, construido a partir de una imagen objetivo que resulta del análisis de los posibles escenarios modelados en la fase anterior. Propone la estrategia general y las líneas de acción expresadas en políticas ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y conservación), los usos de suelo y criterios ecológicos particulares aplicables a las unidades de gestión ambiental, resultantes del proceso de regionalización ecológica y socioeconómica del territorio.

La importancia social del OET radica en que persigue la corresponsabilidad en el uso de los recursos, así como el impulso en los cambios de patrones de producción y consumo. Esto es posible mediante la incorporación de la percepción y aspiraciones sociales de las comunidades sobre su territorio en un proceso de gestión participativa.

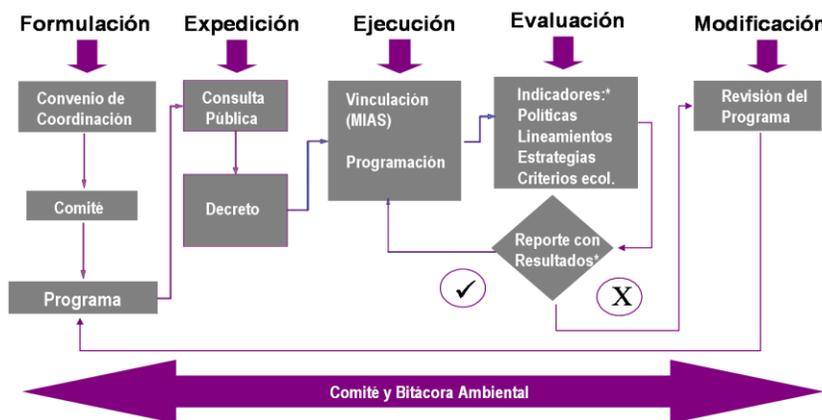


Figura 1. Diagrama del proceso de ordenamiento ecológico del territorio

## **Características generales del territorio costero-marino y su problemática ambiental**

México tiene litorales con las aguas de los Océanos Pacífico y Atlántico. Los ambientes costeros y marinos son componentes esenciales de la megadiversidad del país. Algunos de sus ecosistemas como manglares, arrecifes de coral y pastos marinos en la zona costera, así como chimeneas hidrotermales y chapopoterías en la zona oceánica, poseen una gran riqueza biológica.

Aunque se cuenta con una considerable cantidad de información oceanográfica, generada por diversas instituciones, ésta no ha sido sistematizada aún para conformar una base de datos estandarizada a nivel nacional, que permita integrarla a su vez en sistemas y herramientas para conocimiento y manejo de nuestros mares.

Se tienen inventariados cerca de 130 **sistemas lagunares** en nuestras costas con una superficie aproximada de 1,567,000 ha. Estos ecosistemas se caracterizan por ser zonas de alta productividad y biodiversidad, así como por su alto valor paisajístico.

En estos cuerpos de agua se desarrollan actividades productivas diversas como la pesca artesanal, la extracción de petróleo, operaciones portuarias y el turismo. La presión generada sobre sus recursos, debido al rápido crecimiento de la población y la falta de planeación para su uso y preservación han generado un gradual deterioro de los mismos.

En nuestros litorales existe gran diversidad de ambientes en las **playas y costas rocosas**. Un aspecto importante para las playas arenosas en particular, es que experimentan procesos naturales de erosión y deposición de sedimentos que las hace muy dinámicas y susceptibles a convertirse en zonas de riesgo para la infraestructura y los asentamientos humanos, por su exposición a eventos hidrometeorológicos extremos.

En México se reconocen seis zonas de **arrecifes coralinos**. Se estima que el área de arrecifes coralinos de aguas cálidas en el país asciende a

cerca de 1,780 kilómetros cuadrados, es decir, cerca 0.63% del área total de este tipo de arrecifes en el mundo. Poco se sabe acerca de la distribución geográfica de los arrecifes coralinos de aguas frías profundas en México.

Los arrecifes coralinos constituyen sitios de gran importancia para la reproducción y cría de muchas especies comerciales, sirven como protectores de las líneas de costa ante los embates de tormentas y huracanes. Se empiezan a usar algunas especies para la investigación farmacéutica y han abastecido a las comunidades costeras, durante largo tiempo, de materiales de construcción. Los efectos del crecimiento demográfico en las zonas costeras, tales como la contaminación marina de origen terrestre, la sobreexplotación de las pesquerías y el turismo son algunos de los factores de su deterioro.

Las zonas costeras del país presentan una vulnerabilidad variable al impacto de diversos fenómenos naturales, principalmente huracanes e inundaciones, así como a deslizamientos y movimientos telúricos, asociada asimismo al patrón de ocupación del territorio por la población y las actividades productivas. Destaca el riesgo originado por los ciclones o huracanes, debido a los severos efectos periódicos sobre la población, la infraestructura y los ecosistemas costeros, causando inundaciones, grandes pérdidas económicas e incluso de vidas humanas. El otro fenómeno importante es la sismicidad en las costas del Pacífico (Oaxaca, Guerrero y Michoacán) a consecuencia de la dinámica de las placas tectónicas que originan temblores y terremotos que se pueden manifestar en la costa como olas gigantes denominadas tsunamis, mismas que producen inundaciones de gran magnitud.

Este escenario de riesgo se incrementará en los años próximos por el aumento paulatino del nivel del mar y por el incremento de la intensidad de los fenómenos meteorológicos como consecuencia del cambio climático global.

En el año 2000, la población en los 263 municipios que conforman la propuesta de zona costera presentada en la Política Ambiental Nacional

para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas, elaborada por Semarnat, era de 22,808,068 habitantes, representando casi una cuarta parte de la población total del país. Actualmente los municipios costeros mantienen un incremento poblacional por encima del promedio nacional y del que tienen los municipios del interior.

México se ubica dentro de los primeros 20 países en producción pesquera con cerca del 1% del volumen de captura total a nivel mundial. La producción pesquera oscila entre 1.35 y 1.57 millones de toneladas anuales<sup>2</sup>, siendo los estados con mayor importancia por su producción en volumen Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa<sup>3</sup>, efectuando la actividad principalmente en el Golfo de California.

La segunda región en importancia pesquera está en el Golfo de México siendo los estados más activos Tabasco en primer lugar, seguido de Tamaulipas, Campeche y Quintana Roo<sup>4</sup>.

El sector está basado en los pelágicos menores como son la sardina y la anchoveta (34%), túnidos (9%) y el camarón (7%). Se estima que aproximadamente 269 mil personas dependen de manera directa de este sector, el cual aporta alrededor del 0.4% del producto interno bruto (PIB) nacional.

Los principales problemas ambientales asociados a esa actividad, tienen que ver con la sobreexplotación de recursos y el uso de artes no selectivas o que destruyen el hábitat.

Por otra parte, la acuicultura se ha desarrollado en todas las regiones del país, usando prácticas diversas. La actividad se basa particularmente en el cultivo de 7 especies introducidas (carpas chinas, tilapias, bagre, trucha, langostinos, ostras japonesas y mejillones) y 5 nativas (camarón blanco del Pacífico, la ostra americana, abulón, almejas y langostinos). El sector acuícola contribuye con aproximadamente el 13% del volumen total de producción. En la franja costera el cultivo más importante es el del camarón.

El turismo representa una importante actividad económica a nivel nacional, es la cuarta fuente de divisas, sólo superada por el sector petrolero, por la industria maquiladora y recientemente, por las remesas enviadas por los emigrantes. México se ubica en el 8º lugar mundial por visitantes recibidos y en el 12º por ingresos de la actividad turística. Participa con cerca del 8.4% del PIB nacional, generando poco más de 1,752 millones de empleos.

El modelo de desarrollo de este sector en la zona costera, se ha basado principalmente en el impulso de megaproyectos en los principales centros turísticos de playa del país, lo que ha originado grandes urbanizaciones, inversiones hoteleras y obras de infraestructura pública, con sus consecuentes impactos sociales y económicos, pero también con los fenómenos de deterioro ambiental y cultural inherentes.

Asimismo, México es el 7º productor de **petróleo** a nivel mundial. La industria petrolera, constituye un sector fundamental para la economía nacional ya que representa aproximadamente el 30% de los ingresos netos del país, por concepto de venta y exportación de gas, petróleo y sus derivados. El desarrollo de las actividades de este sector, se asienta principalmente en la zona marina y costera del Golfo de México y en el Pacífico suroeste.

Más del 90% de la electricidad en el país es generada y proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a través de plantas termoeléctricas, muchas de las cuales están localizadas en la zona costera. Asimismo, desde mediados de los 80`s, CFE opera la planta núcleo-eléctrica de Laguna Verde, Veracruz, en el Golfo de México.

En la zona costera de nuestro país destaca la importancia de la **industria** acerera en Lázaro Cárdenas, Michoacán, las industrias química y de refinación del petróleo en Coatzacoalcos y Minatitlán, Veracruz y Salina Cruz, Oaxaca. La construcción naval representa la mayor industria en Guaymas, Son., Veracruz, Ver., Mazatlán, Sin., y Salina Cruz, Oax., entre otros.

La extracción minera es un sector poco desarrollado en la costa, representado principalmente por la producción de sal, piedra caliza, arena y otros minerales como la fosforita en Guerrero Negro y cobre en Santa Rosalía, ambos en Baja California. Otros recursos minerales con potencial de extracción en la zona costera incluyen los nódulos de manganeso y los depósitos poli-metálicos de sulfuro que se encuentran en la zona económica exclusiva de nuestro país.

La **agricultura** cubre 6,544,932.74 ha en los 263 municipios de la zona costera del país, representando el 29.36% de la extensión territorial total de estos. La vertiente del Pacífico registra casi el doble de la superficie dedicada a la agricultura en comparación con el Golfo de México y Mar Caribe (4,298,221.2 ha y 2,246,711.6 ha, respectivamente). Sin embargo, en ambas costas ésta representa aproximadamente casi la misma proporción relativa de cada vertiente (14.12% en el Pacífico y 15.23% en el Golfo de México y Mar Caribe). Este sector incluye las siguientes modalidades: agricultura de humedad, agricultura de riego (incluyendo el riego eventual), áreas con riego suspendido y agricultura de temporal. Mientras que en el Golfo de México la agricultura de temporal es el sistema más extendido (71.70% de la superficie ocupada), en el Pacífico Mexicano lo es la agricultura de riego con 58.59% del total.

La problemática ambiental asociada al sector está relacionada al manejo inadecuado de agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes), a prácticas agrícolas inadecuadas en terrenos sin aptitud y a la deforestación activa para expandir la frontera agropecuaria.

El Sistema Nacional Portuario está constituido por 107 **puertos** y terminales marítimas de las cuales 64 son puertos de altura y 46 de cabotaje; 38 dedicados al turismo, 19 relacionados a las actividades petroleras y 42 de uso comercial. Existen 111 líneas marítimas que operan en México, la mayoría de origen extranjero. El volumen de carga presenta una tendencia creciente en los últimos años.

La visión económica centralizada hacia el interior del país ha influido en un poblamiento tardío de las costas, sin embargo, el crecimiento poblacional

a partir de la segunda mitad del siglo XX se ha relacionado al impulso y la aparición de actividades turísticas, petroleras, portuarias, agrícolas e industriales.

### **III. MARCO NORMATIVO APLICABLE A MARES Y COSTAS**

En el orden federal existen diecisiete leyes y ocho reglamentos federales que norman las zonas costera y marina, entre los que destacan la Ley Federal del Mar, Ley General de Bienes Nacionales, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley de Aguas Nacionales, Ley de Puertos, Ley de Navegación, Ley Federal de Turismo, Ley Federal de Derechos, Ley General de Acuacultura y Pesca Sustentables, entre otras. Asimismo, existen nueve dependencias que tienen competencia directa o indirecta en la zona costera, destacando las Secretarías de Marina, de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de Comunicaciones y Transportes, de Turismo, de Energía y, de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Esta materia siempre se ha abordado desde una perspectiva sectorial; esto ha ocasionado que el marco jurídico que aplica a la zona costera sea muy amplio, generando entre sus limitaciones, las siguientes:

- Sobre regulación
- Inconsistencia entre algunos instrumentos jurídicos
- Vacíos jurídicos
- Descoordinación o contraposición de competencias
- Conflictos de intereses sectoriales
- Ineficiente control y vigilancia

### **IV. LA POLÍTICA AMBIENTAL DE OCÉANOS Y COSTAS Y LA ESTRATEGIA NACIONAL PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO EN MARES Y COSTA**

En las costas de México se realizan diversas actividades económicas, mismas que marcan el grado y tipo de desarrollo económico

regional. No obstante, estas actividades se han llevado a cabo sin una planeación de largo plazo y sin un orden dirigido a la sustentabilidad de las mismas.

El crecimiento desordenado de actividades productivas y asentamientos humanos en la zona costera han propiciado el deterioro de muchos ecosistemas y de recursos naturales en los que se sustentan todas las actividades económicas de la región, lo cual resulta en un deterioro de la calidad de vida y en el arraigo de la pobreza.

En este tenor la Semarnat se dio a la tarea de diseñar una Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas (PANDSOC), basada en principios de sustentabilidad y en el enfoque de ecosistemas, que diera sustento y articulación a la gestión ambiental que realizan sus diferentes áreas con competencia en la materia.

La gestión integrada de océanos y costas debe ser holística, adaptativa, participativa, multidisciplinaria, fundamentada en la mejor información científica disponible y sobre todo, basada en un esquema en el que la variable ambiental sea un elemento transversal en los diferentes instrumentos de política y que las instancias gubernamentales actúen de manera coordinada para garantizar el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas que integran esta región, el uso sustentable de sus recursos y de los servicios ambientales que brindan.

Se reconoció asimismo la necesidad de impulsar una gobernabilidad amplia y coordinada de los recursos marino-costeros y sus usos a escalas apropiadas para la resolución de conflictos entre usuarios. Para ello fue necesario también definir la zona costera y los municipios que la integran como las entidades político administrativas apropiadas de gestión para la instrumentación de esquemas de manejo integrado de cuencas y de la zona costera.

Entre otros lineamientos de esta Política, se encuentran:

- Uso y aprovechamiento de los recursos oceánicos y costeros con base en la preservación de los ecosistemas y el desarrollo económico y social.

- Crear la Comisión Intersecretarial para el Manejo Integral de los océanos y costas.
- Impulsar el Ordenamiento ecológico marino y regional.
- Promover aprovechamiento sustentable de los mares y costas.
- Desarrollar un Sistema Ambiental Nacional de Información de Costas y Océanos.

Como parte de las 100 acciones prioritarias de gobierno que propuso el Presidente Calderón en su campaña electoral, en el rubro de Economía Competitiva y Generadora de Empleos se planteó la necesidad de realizar el Ordenamiento territorial en los mares y costas en el compromiso 55. El objetivo de esta acción es que los mares y las costas del país cuenten con programas de planeación que determinen las zonas con aptitud y potencial para el desarrollo.

Para poder dar cumplimiento a este planteamiento de manera congruente y coordinada con los instrumentos de Política Ambiental y otros instrumentos Estatales y Municipales, así como con los Programas Sectoriales de la Administración Pública Federal; la SEMARNAT propuso ampliar los alcances y generó un proyecto integral denominado “Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas” (ENOETMC). Esta Estrategia consta de un componente de acción por instrumentos de alcance federal, estatal y municipal así como un componente de acción por zonas, de la siguiente manera:

- Golfo de California.
- Golfo de México y Mar Caribe.
- Pacífico Norte.
- Pacífico Sur.
- Estados y municipios con alto potencial o desarrollo turístico, industrial, agrícola, acuícola y pesquero.



**Figura 2.** Regionalización para el ordenamiento ecológico marino.

Asimismo las metas sexenales de esta estrategia incluyen:

- a) Decretar el Programa de Ordenamiento Ecológico General de Territorio.
- b) Constituir la Comisión Intersecretarial para el Manejo Integral de los Océanos y las Costas (CIMIOC).
- c) Formular y aplicar la Política Nacional para los Océanos y las Costas: Política Transversal o de Estado.
- d) Formular la Estrategia Nacional para la Atención de Humedales Costeros en particular los Ecosistemas de Manglar.
- e) Formular la Estrategia Nacional para la Protección de la Biodiversidad Costera y Marina.
- f) Formular la Estrategia para el Fomento al Desarrollo Sustentable en los Mares y las Costas (Turismo, Industria, Pesca y Acuicultura, entre otras).

## V. LOGROS ALCANZADOS

A la fecha se tienen inventariados más de 80 OET regionales y locales activos, es decir, que están decretados y vigentes o que se encuentran en proceso de formulación. De entre los decretados se cuenta

con 12 regionales costeros, 10 locales en municipios costeros, así como el marino del Golfo de California; mientras que en su fase de formulación están 10 regionales costeros, 7 locales en municipios costeros, así como el OE marino y regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Mención aparte merece la formulación del OEGT, cuya conclusión se prevé para este año.



Figura 3. Ordenamientos ecológicos decretados (mayo 2009)

## VI. PROBLEMAS COMUNES DE LA GESTIÓN DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO EN COSTAS Y MARES

Existen problemas de efectividad en materia de ordenamiento territorial en nuestro país que son consecuencia de un conjunto de factores políticos, económicos y sociales, mismos que dificultan su adecuada comprensión y su eficaz ejecución.

Por un lado la baja rentabilidad política de los esfuerzos de ordenamiento, la falta de capacidad técnica de los gobiernos locales, la omisión de los órdenes de gobierno estatal y federal y una normatividad deficiente se conjugan para desincentivar la organización de la gestión territorial.

Asimismo la ignorancia sobre la delimitación de las zonas de incidencia de los instrumentos de planeación territorial, la falta de acceso a recursos económicos y tecnológicos suficientes y adecuados, y la conveniencia e incluso la corrupción de los agentes reguladores locales, se traducen en la proliferación de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo.

Finalmente, la politización de decisiones de índole estrictamente técnico en el ámbito local, la desarticulación y pasividad de la sociedad civil y el aislamiento u opacidad de las decisiones locales generan un alto grado de impunidad ante transgresiones a los ordenamientos existentes.

Para ser eficaz, una política pública en la materia requiere estar compuesta de elementos de muy diversa índole, como ajustes al marco normativo, redistribución de competencias, incentivos presupuestales, estructuras de sanción ciudadana e incluso, el uso institucional de la fuerza pública para casos extremos.

Desde el punto de vista técnico, se tienen a la vista las siguientes problemáticas en la gestión OET, aunque se hace énfasis en particular a la experiencia adquirida en los procesos realizados en la modalidad local.

(a) Problemas de conceptualización y alcance del instrumento.

El OET como instrumento es una herramienta compleja que integra de manera sistemática aspectos sociales, económicos, bióticos y físicos de una región. El actual proceso de Ordenamiento ecológico es largo y costoso, los programas tardan en elaborarse años y están sujetos a la “voluntad política de los actores”, donde el Gobierno Federal es percibido distante por la población e instituciones locales de las zonas costeras. Los gobiernos locales requieren respuestas rápidas y frecuentemente tienen capacidades limitadas para la promoción del proceso de ordenamiento

ecológico en sus municipios. Los periodos de gestión de los gobiernos municipales duran tres años y disponen de sólo un año o año y medio para planificar, después tienen que operar lo planeado en sus dos últimos años de gobierno, para entregar resultados al final de su gestión. Esto afecta la elaboración de los programas de Ordenamiento Ecológico ya que durante el proceso pueden suceder cambios de gobiernos municipales y estatales, limitando la consecución de consensos. Si bien el OET tiene como base conceptual las distintas escuelas de planificación territorial, se distingue de éstas por establecer como eje temático la conservación, protección y manejo sustentable de los recursos naturales. Dado que la política sobre los asentamientos humanos compete a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) es importante distinguir los objetivos y funciones del Ordenamiento Territorial y Ordenamiento Ecológico aunque en la práctica éstos se complementen. A partir de la definición de las diferencias entre ambos instrumentos se pueden propiciar en la práctica, los acuerdos necesarios para que se complementen.

Un problema de carácter técnico que se vincula con la conceptualización del instrumento, es la necesidad de proveer un marco metodológico e instrumental que por un lado, sea lo suficientemente flexible como para considerar las complejidades del territorio mexicano y que a la vez, contenga suficiente robustez para adaptarse a las particularidades de cada región de manera estandarizada y sistematizada.

(b) Problemas de carácter legal y normativo.

En la Ley General de Asentamientos Humanos se establece que la SEDESOL debe llevar a cabo la ordenación de los Asentamientos Humanos, sin embargo no queda claro cómo se delimitan los asentamientos y el alcance del Ordenamiento en los mismos. A su vez, la LGEEPA establece que el Ordenamiento Ecológico debe ser considerado como base para la creación y la regulación del crecimiento de los asentamientos humanos, aunque en la práctica no hay coordinación entre los sectores para actuar en este sentido.

(c) Problemas de carácter administrativo y problemas de carácter político.

Uno de los principales problemas en este ámbito es que la Federación además del OEGT y los Ordenamientos Marinos, también participa en ordenamientos regionales y locales pues se comparten competencias del ámbito federal y local. Esto ha generado un exceso de carga de trabajo que sobrepasa la capacidad de personal y estructura del sector ambiental. En las delegaciones es en donde se refleja principalmente este problema, pues gran parte del trabajo se hace en campo y el personal no es suficiente.

La limitación de recursos es asunto relevante en la realización de los estudios técnicos pues son procedimientos costosos. Se estima el costo del ordenamiento, en términos de los estudios que se contratan, en un margen entre 500 mil y un millón de pesos. Actualmente, la falta de recursos se resuelve compartiendo gastos con los otros sectores, o con las entidades federativas y municipios involucrados según sea el caso. Sin embargo, la demanda de estudios no puede ser atendida con base en los presupuestos disponibles.

Una situación que complica el proceso del OET tiene que ver con los tiempos administrativos para el ejercicio de los recursos. En la práctica los recursos tienen que ejercerse dentro de un mismo año fiscal mientras que el proceso para el Ordenamiento, tanto en términos de la coordinación con las entidades federativas, como en términos de los estudios técnicos no corresponden a estos periodos complicando la aplicación presupuestal o incompletas ciertas actividades. Esto ocurre principalmente debido a que:

- Los Ordenamientos responden a voluntades, por lo que su elaboración depende de las negociaciones entre los actores involucrados, independientemente de las posibles restricciones administrativas.
- El tiempo de realización de un estudio de Ordenamiento es variable dependiendo de la disponibilidad de información, así como la complejidad y extensión del territorio a ordenar. Esto muchas veces retrasa el desarrollo de los proyectos o genera resultados ineficientes, pues ante la necesidad de cumplir con los tiempos

administrativos los consultores logran resultados parciales que se deben concretar posteriormente.

- Las distintas filiaciones partidistas y los conflictos de intereses entre tomadores de decisiones son un problema que complica el proceso. Es importante señalar que en muchas ocasiones, los cuerpos técnicos logran consensos y acuerdos. Sin embargo, cuando esto se presenta a los tomadores de decisiones, los acuerdos y resultados no llegan a ser concretados.
- El actual proceso de Ordenamiento Ecológico pondera la participación social, pero su aplicación suele ser complicada en el ámbito local, toda vez que en algunas ocasiones se soslaya el resultado de los estudios elaborados, que evaluaron problemáticas y propusieron acciones bajo un marco técnico y científico que buscó la objetividad dando preponderancia a los intereses económico-políticos. Lo anterior es así, en virtud de que el uso del territorio se decide sólo por el voto de los participantes en los comités de ordenamiento ecológico, donde las autoridades y grupos de interés local tienen primacía, obteniendo resultados que se desvían de las propuestas técnicas originales.
- Se puede decir que existe una limitante para poder aplicar adecuadamente el Ordenamiento Ecológico a nivel municipal, la existencia de un conflicto reciente entre dos instrumentos: el Programa de Desarrollo Urbano (que establece las modalidades de uso del suelo para los centros de población) y el Ordenamiento Ecológico (que los establece fuera de los centros de población). Ordenamientos entre los que emerge una zona de interface dinámica entre lo urbano y lo rural que es aprovechada, ocasionalmente, para expandir el paisaje urbano por encima del Ordenamiento Ecológico. Tal es el caso de algunos programas de desarrollo urbano que definen proyectos particulares muchas veces contrarios a los usos, lineamientos y/o criterios ambientales de los ordenamientos ecológicos.

## VII. RETOS

No obstante la complejidad del sistema de actores sociales vinculados al aprovechamiento de los recursos naturales en los ecosistemas costeros y marinos, la responsabilidad de la regulación de su uso, aprovechamiento y conservación en beneficio de la sociedad recae en las dependencias federales, lo que provoca que los poseedores de la tierra y la sociedad en general, no se responsabilicen por su cuidado. Por otra parte, los conflictos entre los diferentes sectores interesados en los bienes y servicios ambientales costeros y marinos no siempre siguen los principios ambientales como eje rector para su solución, sino que orillan a los actores –en virtud precisamente del conflicto– a tomar decisiones políticas que perpetúan las condiciones de deterioro de los recursos en la búsqueda de beneficios económicos en el corto plazo.

La construcción de la política ambiental en torno al uso sustentable de océanos y costas, constituye un gran reto al reconocer la necesidad de los diversos sectores y actores sociales que inciden en su uso, al mismo tiempo que deberá tener en cuenta los posibles efectos sobre el empleo, las condiciones de pobreza extrema presente en regiones marginadas y posibles síntomas de ingobernabilidad derivados de visiones encontradas respecto al aprovechamiento de los recursos naturales marinos y costeros.

Para lograr un manejo sustentable de la zona costera, es necesario gestionar a través de acuerdos y convenios interinstitucionales, con los tres órdenes de gobierno, en el ámbito de sus respectivas competencias, un impulso coordinado para la formulación y expedición del ordenamiento ecológico marino y de las regiones costeras adyacentes. Ante la falta de un marco normativo específico, el ordenamiento ecológico costero y marino emerge como el instrumento articulador de las políticas de desarrollo con carácter normativo, dadas las atribuciones que le confiere la Ley en la regulación del uso de suelo y las actividades productivas, disposiciones que son obligatorias para las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal.

Este es un proceso paulatino de largo plazo para el cual las iniciativas de política que se construirán desde la Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas (CIMARES) dotarán del marco de transversalidad y coordinación interinstitucional, necesario para el desarrollo sustentable de las diferentes regiones costeras del país.

La Semarnat propone que a través de este espacio de coordinación y la promoción del OET, diseñado en una adecuada extensión territorial, se proporcionarán las bases y estructura para el manejo integrado de la zona costera y sus cuencas hídricas asociadas, permitiendo así la instrumentación del enfoque de ecosistemas que se impulsa desde los organismos internacionales como el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO por sus siglas en inglés y, otras.

No obstante, el proceso de OET en la región marina y costera requiere una serie de adaptaciones que lo hagan más eficiente en las fases de formulación, evaluación y seguimiento, entre las que se proponen las siguientes:

1. Elaborar metodologías específicas adecuadas para abordar los complejos aspectos dinámicos de los procesos que se presentan en estos espacios geográficos. Se necesita un método de análisis que integre la influencia continental sobre la costa por medio del estudio de la hidrología, pues los ríos transportan aguas y materiales desde el interior del continente a las llanuras costeras y al mar. Es necesario incorporar al análisis territorial otros procesos dinámicos como los aportes aluviales, la erosión costera, movimiento de las dunas, la intrusión salina del mar en el continente y los riesgos que implican fenómenos meteorológicos como los vientos, marejadas y huracanes.
2. Superar las discontinuidades entre periodos administrativos y de gobierno. Un problema que afecta a los procesos de ordenamiento ecológico son los cambios de administraciones gubernamentales.

3. Adaptar el proceso actual de Ordenamiento Ecológico a fin de que sea más ágil y eficiente, sin perder los principios que lo rigen dando un mayor impulso a los OET locales.
4. Es necesario equilibrar la participación social de los sectores y utilizar de mejor manera los estudios elaborados para complementar sus planteamientos con las opiniones y aportaciones de los actores involucrados dentro de los Comités de Ordenamiento Ecológico.
5. Superar la desarticulación entre los programas sectoriales, particularmente entre los derivados del Ordenamiento Territorial, Municipales de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico. Es necesaria una alineación en el establecimiento de los instrumentos de planeación territorial a nivel municipal, ya sea mediante su integración en un sólo instrumento de planeación territorial o con algún mecanismo de transversalidad que integre los planes sectoriales, particularmente los urbanos con los ambientales, de tal manera que se permita una comprensión integral del territorio, de sus ecosistemas y servicios ambientales y de sus capacidades para soportar los diferentes usos del suelo y actividades productivas generando conflictos territoriales.
6. Fortalecer la ejecución e instrumentación de los ordenamientos ecológicos. El concepto central de la definición de ordenamiento ecológico es la “aptitud del territorio” la cual se considera clave para satisfacer las necesidades de diversos usos o actividades. El reto consiste en que las políticas sectoriales tomen como referencia al ordenamiento ecológico para su actuación, de tal manera que los apoyos de gobierno atiendan aquellas zonas con mayor degradación ambiental (como las más erosionadas o contaminadas), los conflictos ambientales por competencia o incompatibilidad por el uso u ocupación del territorio que hacen los usuarios o que promuevan el aprovechamiento en las zonas más idóneas (como el forestal en las zonas de mayor aptitud).

7. Fomentar la cultura del monitoreo y evaluación. Aunque se tuvieran resueltos los retos anteriores (discontinuidad administrativa y desarticulación de políticas) y se incrementara la cantidad de ordenamientos ecológicos decretados. El siguiente asunto más importante sería evaluar si las estrategias planteadas realmente son efectivas para el logro de las metas y objetivos en cuestión y en función de los resultados modificar o continuar con el ordenamiento ecológico vigente.

Para ello, se requieren recursos tanto institucionales como de financiamiento, ya que es necesario generar datos para los indicadores de monitoreo, los cuales, en muchas ocasiones implican trabajo de campo o equipo especializado de medición u observación. Inclusive, bajo un esquema participativo, eso implicaría la participación de los actores locales para evaluar y vigilar la ejecución del instrumento, así como la debida difusión de estas acciones, los avances y retrocesos detectados en la bitácora ambiental del OET en cuestión.

---

\*Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Blvd. Adolfo Ruiz Cortines 4209 Col. Jardines de la Montaña 14210 México, D.F. 56280600. [adiazdeleon@semarnat.gob.mx](mailto:adiazdeleon@semarnat.gob.mx); [roberto.rosado@semarnat.gob.mx](mailto:roberto.rosado@semarnat.gob.mx); [porfirio.alvarez@semarnat.gob.mx](mailto:porfirio.alvarez@semarnat.gob.mx). \*\*Dirección General de Investigación en Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. Instituto Nacional de Ecología. Periférico 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco, Delegación Coyoacán, C.P. 04530, México, D.F. Tel: 5424-6400. [sdiaz@ine.gob.mx](mailto:sdiaz@ine.gob.mx); [frosete@ine.gob.mx](mailto:frosete@ine.gob.mx).

<sup>2</sup> Anuario Estadístico de Pesca 2002.

<sup>3</sup> Los estados de Sinaloa y Sonora no sólo representan algunos de los puntos con mayor actividad pesquera sino que constituyen algunos de los puntos donde mayor personal se vincula a la actividad con 23 mil y 13 mil personas respectivamente, según el censo económico de INEGI, 1999.

<sup>4</sup> En el caso del Golfo de México, los estados en donde mayor población se dedica al sector pesquero son, Veracruz con 19 mil personas, Tabasco, Chiapas y Guerrero con más de 10 mil, aún cuando esto no coincide con los niveles más altos de producción.

## **IMPACTOS DEL RUIDO INTRA-OCEÁNICO EN LA BIODIVERSIDAD MARINA**

**Dra. Yolanda Alaniz Pasini \***

**SUMARIO:** *Resumen. I. Descripción del problema. II. Lidiando con el sonido. III. Clasificación de los sonidos marinos. IV. Impactos del ruido sobre mamíferos marinos. V. Principales impactos de ruido a peces y pesquerías. VI. Acciones Internacionales sobre la contaminación por ruido intraoceánico. VII. Control y mitigación del ruido nocivo en los océanos. VIII. Medidas de mitigación.*

**RESUMEN.** Los niveles de ruido intra-océánico de origen antropogénico han aumentado en un promedio de 3 decibeles por década, al menos en los últimos 40 años en que se tienen registros. Este aumento se debe principalmente al sonido producido por el tráfico de embarcaciones, el cual incrementa el ruido de fondo permanentemente, dando origen al fenómeno conocido como “ensonificación” de los océanos.

Asimismo, los estudios de sonar y prospección sísmica representan acciones que impactan negativamente sobre diversas especies, particularmente sobre los mamíferos marinos y algunas especies de peces e invertebrados de uso comercial.

Los impactos anunciados ya en foros internacionales, van desde el enmascaramiento hasta la sordera temporal o definitiva, la muerte por hemorragias internas, así como varamientos masivos antes desconocidos.

En ese contexto, es preciso que se regule este fenómeno incorporando en nuestra legislación nacional medidas de control y de mitigación.

## **I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Muchas especies de peces y mamíferos marinos dependen del sonido para navegar, encontrar alimento y parejas, protegerse de predadores y comunicarse entre ellos. Sin embargo, al continuar la industrialización de nuestros océanos, generamos más ruido subacuático, el cual recientemente se ha reconocido como una forma de contaminación nociva y en gran parte, sin reglamentación.

Durante los últimos 50 años ha habido un dramático aumento en las actividades antropogénicas que producen ruido intra-océánico, de fuentes tales como las embarcaciones comerciales, la investigación de hidrocarburos, las prácticas de táctica militar con sonar y otras actividades de defensa.

Los niveles de ruido de fondo ambiental han aumentado rápidamente, de tal forma que los sonidos de muy baja frecuencia pueden viajar grandes distancias en los océanos profundos.<sup>1</sup>

Un estudio llevado a cabo en el Océano Pacífico demostró que los niveles de ruido de fondo por embarcaciones se han duplicado cada década durante los últimos 40 años.<sup>2</sup> Una combinación de fuentes de ruido, incluyendo la navegación, exploración y producción de petróleo y gas natural, acciones de dragado, experimentos oceanográficos, construcción y actividades militares, han resultado en el aumento de los niveles de ruido marino en algunas áreas.<sup>3</sup>

Lo anterior significa que aproximadamente el ruido en el mar está aumentando 3 decibeles por decenio, al menos en los últimos 40 años registrados.<sup>4</sup>

Asimismo, en los últimos diez años, se han incrementado las evidencias que demuestran que el ruido en los océanos puede matar, herir y ensordecir a una amplia gama de especies marinas, desde ballenas y otros mamíferos marinos hasta invertebrados y peces.<sup>5</sup>

En particular, la exposición al sonar militar y potencialmente a estudios sísmicos, ha sido repetidamente vinculada a una desalentadora serie de varamientos y mortandad.<sup>6</sup> También se ha demostrado que los ruidos intensos tienen un efecto adverso sobre una gran variedad de especies de peces, ocasionando abandono del hábitat, reducción del desempeño reproductivo, así como pérdida de la audición.<sup>7</sup>

Tales efectos pueden tener importantes consecuencias para la salud de las pesquerías. En los índices de pesca comercial se ha detectado una disminución del 45-70%, al utilizar pistolas de aire en investigaciones de gas y petróleo en el área.<sup>8</sup> Las pistolas de aire generan uno de los ruidos más intensos producidos por los humanos, sólo superados por la detonación de explosivos.

Al igual que otras formas de contaminación marina, la contaminación acústica subacuática es transfronteriza. Las fuentes de ruido intenso en los océanos, como algunos sonares militares y cañones de aire para estudios sísmicos, pueden propagarse a través de cientos o miles de kilómetros.<sup>9</sup>

## **II. LIDIANDO CON EL SONIDO**

Resulta importante entender algunos de los términos más empleados en bioacústica, que son elementales para el propósito de este artículo y que a continuación se desarrollan brevemente.

El sonido es la energía de movimiento vibratorio, que se origina siempre en una fuente vibrante, y que necesita de un medio para transmitirse. El medio puede ser aéreo o acuático, pero el sonido no se puede transmitir en el vacío, es decir, si el medio está ausente el sonido no se produce.<sup>10</sup>

Los sonidos se clasifican en tonos y ruidos, los tonos son vibraciones periódicas regulares, que al oírse pueden desintegrarse en sus componentes. Los ruidos son vibraciones irregulares que no pueden ser separados en sus diversos componentes.

Al sonido le toma cierto tiempo viajar a través de un medio, y la velocidad del sonido depende de la naturaleza del medio, pero también de la temperatura de éste.

En términos generales, la velocidad de transmisión del sonido aumenta a temperaturas más altas, y disminuye a temperaturas más bajas. La velocidad de transmisión en el aire es de 339 metros por segundo, mientras que en el agua es de 1,410 metros/seg, a una temperatura constante de 15°C.<sup>11</sup>

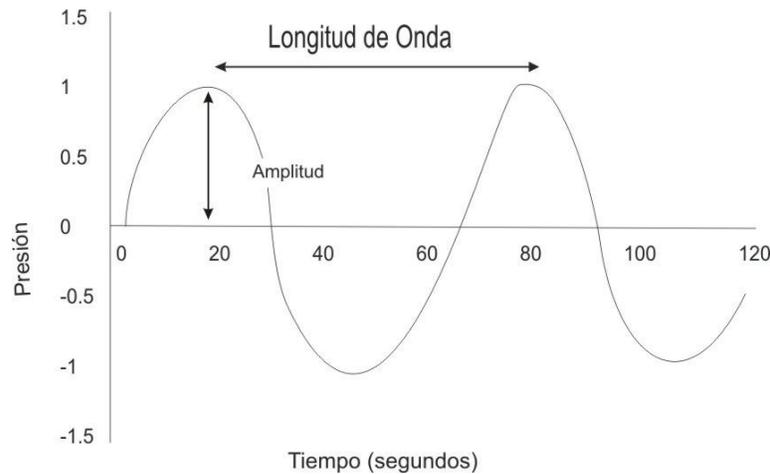
La vibración de la onda acústica puede describirse desde la perspectiva de su velocidad y dirección a través de la cual una fracción del medio vibra, a lo que se llama velocidad de partícula, o por la presión correspondiente asociada a la vibración.<sup>12</sup>

El sonido entonces no es una corriente continua de átomos, sino la propagación de ondas generadas por una fuente emisora vibrante.<sup>13</sup> Este se expresa como una onda sinusoidal, en la que las crestas representan la amplitud máxima desde su posición de equilibrio, y la energía de la onda sonora.

De tal forma que la amplitud es proporcional a la distancia máxima en que una partícula vibrante se desplaza desde su posición de reposo. Las variaciones pequeñas producen ruidos suaves, mientras que las variaciones largas producen sonidos o ruidos altos.

La frecuencia es el grado de oscilación o vibración de las partículas. Es el número de ondas que pasan por un punto dado en un segundo. Se mide en ciclos por segundo, a los que se denomina Hertz (Hz). Para el oído humano un aumento en la frecuencia se percibe como un sonido de tono

más alto, mientras que el aumento en la amplitud se percibe como un sonido más intenso. (Ver Figura 1)



**Figura 1.** Diagrama de la onda sinusoidal del sonido

La longitud de onda es la distancia entre dos compresiones sucesivas, o la distancia que las ondas viajan en un ciclo de vibración.

Un tono es un sonido a frecuencia constante que continúa igual por un cierto tiempo.

Un pulso es un sonido de corta duración, en el que se puede incluir un amplio rango de frecuencias.<sup>14</sup>

De la misma forma que la escala de Richter mide la intensidad de los temblores en orden creciente de magnitud, la intensidad del sonido se mide en decibeles. El decibel (dB), es una razón potencial, que designa al sonido apenas audible y es el valor de umbral.

En sentido estricto, el decibel no es una unidad de medida, ya que no representa nada del mundo real. Es un número logarítmico, de tal forma que diez decibeles representan un sonido diez veces más intenso que un decibel; veinte decibeles representan un aumento de 100 veces, mientras

que treinta decibeles es un sonido 1,000 veces más poderoso. De igual forma, la diferencia acústica entre el sonido de un “pinger”<sup>15</sup> y el sonido producido por un sonar de media frecuencia es de 100 decibeles, lo que significa un ruido de alrededor de 10 billones de veces más intenso.<sup>16</sup>

Debido a la diferencia de densidades de los medios aéreo o acuático, hay disimilitud en la medición del sonido.

La presión del sonido se mide en Pascales (Pa), de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades. Se ha aceptado que para el medio acuático se utilice el valor de 1 microPascal ( $\mu\text{Pa}$ ). El uso de esta referencia ha permitido a los investigadores comparar los niveles de sonido grabados en diferentes tiempos o lugares. A su vez, la referencia para los valores de sonido en el aire es de 20  $\mu\text{Pa}$ .<sup>17</sup>

La diferencia de densidades entre agua y aire ofrece una barrera interface entre estos dos medios, situación que provoca que los sonidos que se producen en un medio, no se transmitan con la misma intensidad al otro medio. En especial, y para los objetivos de este artículo, se debe mencionar que la mayor parte del sonido generado intra-acuáticamente se refleja de regreso hacia abajo al llegar a la barrera de interface.<sup>18</sup> Este hecho hace que el hombre no se percate de los sonidos que se producen dentro del medio marino, tanto de los sonidos naturales, como del ruido de origen antropogénico. Además, esto se fortalece cuando nos damos cuenta que los oídos de los animales marinos se encuentran dentro del mar en tanto que, el oído humano está por encima de esta barrera. Debido a este hecho el oído humano no es muy eficiente dentro del medio acuático.<sup>19</sup>

De esa forma tenemos la falsa impresión, como lo llegó a mencionar el oceanólogo francés Jackes Costeau, de que el mar es un medio silencioso,<sup>20</sup> y de que no ocurren sonidos propios de la vida marina, lo cual ha quedado superado por los hallazgos científicos de los últimos años.

Por ejemplo, para obtener el equivalente de la presión del sonido en agua al aire, los especialistas adicionan 61 decibeles para igualar un estímulo

de la misma magnitud. Para tener una idea de cuan altos pueden ser los sonidos, un sonido de 105 dB re 1  $\mu$ Pa en el agua, es similar a un sonido de un salón de clases de 44 dB re 20  $\mu$ Pa. La diferencia de densidad de presiones en aire y agua es de 20  $\mu$ Pa.<sup>21</sup>

De igual forma, cuando un sonido se propaga del agua hacia el aire hay un decremento de intensidad de 30 dB, o sea de 1,000 veces. Esto significa que hay sonidos (como el sonar) que no se transmiten del agua al aire con la misma intensidad.<sup>22</sup>

### III. CLASIFICACIÓN DE LOS SONIDOS MARINOS

Los sonidos marinos pueden clasificarse atendiendo a su temporalidad en transitorios o continuos, o bien, por su origen en naturales o artificiales (antropogénicos). Los sonidos transitorios son de corta duración, y ocurren de forma única, esporádica e irregular; o como parte de un patrón repetitivo, mientras que los continuos, cuando ocurren con pausas son periódicos, o pueden ser aperiódicos, como el sonido de un rompe hielos.

En cuanto a su origen, su clasificación es más detallada y pueden ser naturales o artificiales.

**1. Los sonidos naturales**, que también se conocen como el ruido de fondo o medioambiental, dependen de su fuente, a saber:

**2.1** Viento, olas o hielo. El ruido marino se asocia principalmente con la acción del viento sobre la superficie marina. A este nivel existen sonidos de una banda de frecuencia de 10 Hz a 100 kHz. A frecuencias de menos de 10 Hz serán las acciones de las olas superficiales las que predominen. A su vez, el oleaje se encuentra en relación con la fuerza de los vientos. Los niveles de ruido generado por el viento dependerán de la velocidad, duración, topografía del lecho marino y la cercanía a la costa.<sup>23</sup>

Las columnas oscilantes de las columnas de agua proporcionan sonidos en la banda de 10 Hz a 100 KHz.

Las cubiertas de hielo pueden influir en la producción de ruido, ya sea por su movimiento o por su rompimiento, generando sonidos intensos, hasta de 30 dB.<sup>24</sup>

**1.2** Temblores y truenos. Los temblores y truenos son fuente de sonidos transitorios naturales. La energía sísmica marina puede tener frecuencias tan grandes como 100 Hz, e intensidad de hasta 30-40 dB por encima del ruido de fondo.<sup>25</sup>

**1.3** Sonidos habituales de la fauna marina. Entre ellos encontramos los sonidos que emiten peces, camarones o mamíferos marinos. Al vivir en un ambiente eminentemente turbio y oscuro a medida que aumenta la profundidad.

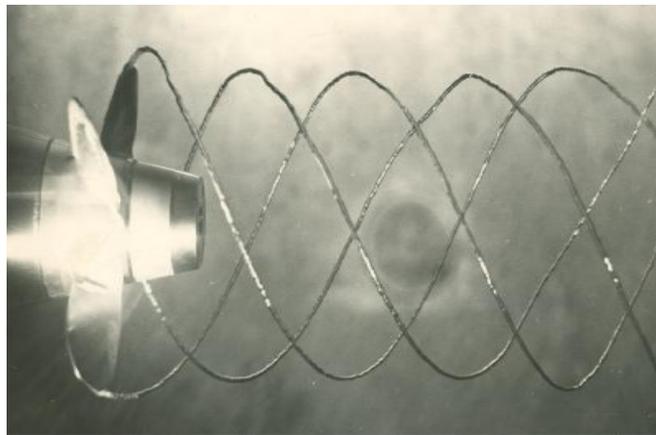
**2. *Sonidos antropógenicos.*** La actividad humana impacta el medio ambiente marino de diversas formas. Una de las formas más agresivas, es el sonido generado por sus actividades en tierra o bien, sobre o dentro del medio marino. Les llamamos fuentes primarias de contaminación marina por ruido y las agruparemos en grandes rubros, como sigue:

**2.1** Navegación. Es tal vez la fuente más importante de ruido intramarino. La fuente primaria de ruido antropogénico de baja frecuencia que contribuye al aumento del ruido de fondo proviene de embarcaciones comerciales.<sup>26</sup>

Lo anterior es así, en virtud de que el ruido producido por embarcaciones alcanza grandes distancias. Además éstos pueden llegar a ser espacial y temporalmente indistinguibles entre sí, si se monitorean a distancia por lo que es posible que lleguen a formar parte del ruido de fondo o ruido ambiental. En términos generales, las embarcaciones más antiguas producen más ruido que los nuevos y las embarcaciones mayores, más que las pequeñas.<sup>27</sup>

El ruido de embarcaciones es generado primordialmente por la acción de las propelas, los motores de propulsión, y por la corriente hidráulica sobre el casco.<sup>28</sup>

El ruido de las propelas se debe al efecto de cavitación. El efecto de cavitación es producido por la creación de vacíos desde zonas de presión por debajo de la presión del mar. El colapso de estos vacíos crea el sonido. La cavitación genera sonidos de banda ancha al mismo tiempo que sonidos tonales; ambos proporcionan alrededor del 85% del poder de radiación del ruido de las embarcaciones.<sup>29</sup> (Ver Figura 2)



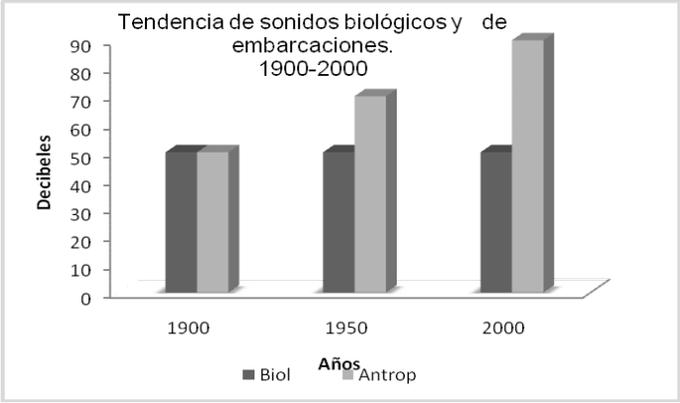
**Figura 2.** Efecto de Cavitación de la propela  
Diagrama: John Hildebrand

El ruido producido por cada embarcación dependerá del efecto de cavitación, pero también de los efectos de rotación y recíproco de los motores, generadores, bombas, plantas hidráulicas, etcétera.

La corriente hidrodinámica que se ejerce sobre el casco aumentará con la velocidad. La huella individual de cada embarcación sólo podrá detectarse a corta distancia, ya que a gran distancia se mezcla con el ruido de fondo.

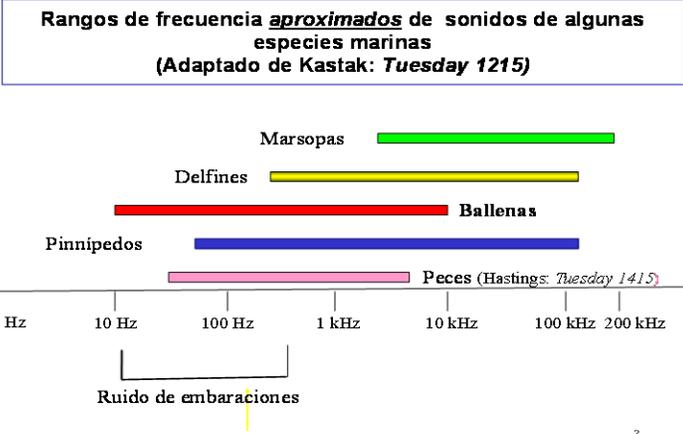
También se ha demostrado que, mientras el ruido de fondo producido por los elementos naturales permanece constante en un nivel de 50-85 dB,

éste ha aumentado por el ruido a distancia de las embarcaciones, especialmente, formando parte del ruido de fondo. (Ver figura 3)



**Figura 3** Tendencia de sonidos biológicos y antropogénicos por embarcaciones 1900-2000. Adaptado de Frisk, George<sup>30</sup>

La investigación ha demostrado que la contaminación acústica generada por este tipo de fuente, puede producir una variedad de efectos dañinos en especies marinas, ya que el ruido que se encuentra en el rango de audición de muchas especies. (Ver Figura 4)



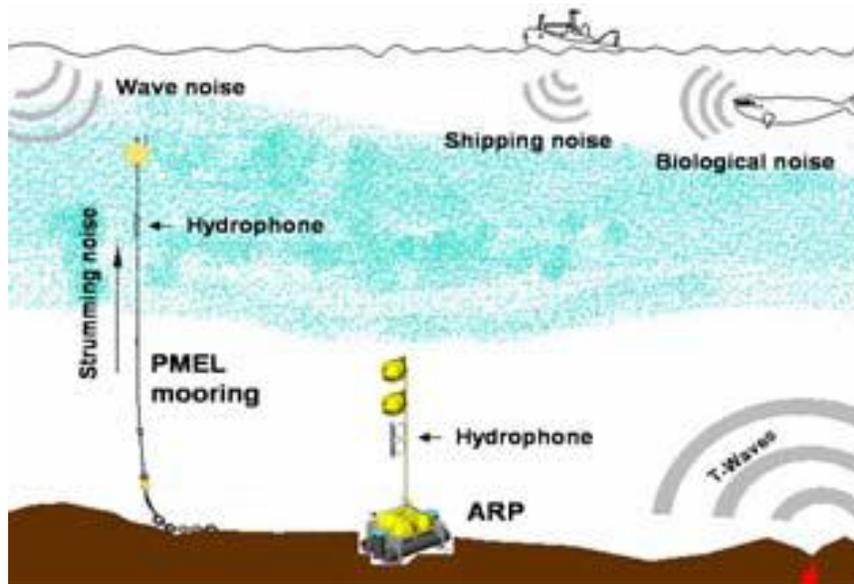
**Figura 4.** Rangos de Frecuencia de especies marinas y de ruido de embarcaciones

La mayoría de las embarcaciones producen ruidos de bajas frecuencias, que coinciden con las frecuencias utilizadas en particular por las ballenas barbadas (Misticetos) para actividades esenciales.

Tan sólo en México existen 65,536 embarcaciones registradas.<sup>31</sup> Se calcula que del total de embarcaciones del mundo un 20% se encuentra navegando, y es este ruido el que se funde con el ruido de fondo.

Por ejemplo, se demostró que las ballenas jorobadas en Hawai aumentan la velocidad de su nado dos o tres veces más para alejarse de motores con ruidos de 120 dB, mientras que las ballenas azules varían la intensidad de sus vocalizaciones en respuesta al aumento de niveles de ruido ambiental.<sup>32</sup>

Los efectos de todos los ruidos oceánicos son sumatorios y sinérgicos, por lo que el estudio por separado de cada uno de éstos, es tan sólo en términos de exposición, cuando en realidad se producen simultáneamente. (Ver Figura 5)



**Figura 5.** Diversos sonidos intraoceánicos, sinérgicos sumatorios  
Diagrama: S. Moore

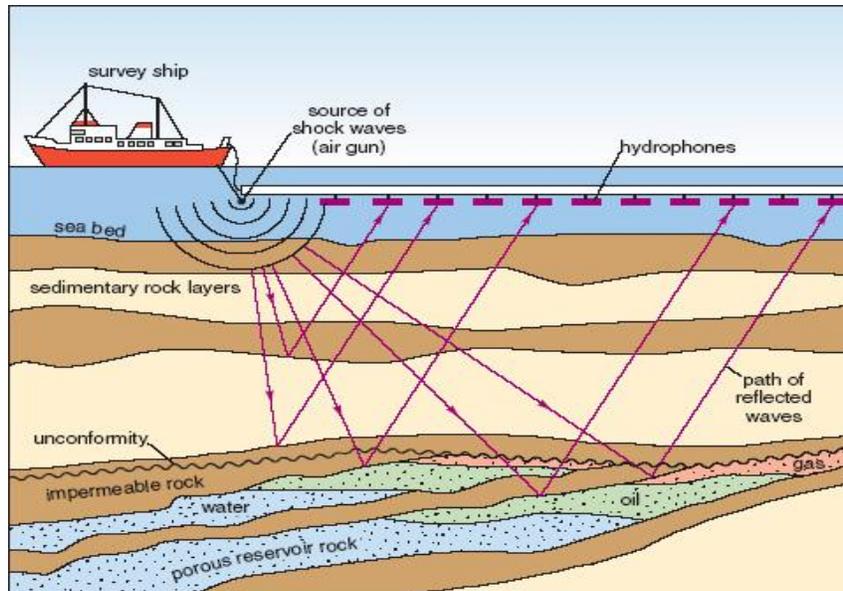
**2.2 Exploración sísmica.** Los estudios sísmicos que emplean sonido de alta intensidad proveniente de pistolas de aire dirigido al suelo oceánico, se usan para encontrar nuevas fuentes de recursos de gas y petróleo en el océano. La contaminación acústica producida por este proceso puede ser intensa y continua.<sup>33</sup>

Durante las exploraciones sísmicas se dirigen sonidos de alta intensidad y baja frecuencia al lecho marino para definir diversos estratos geológicos. El sonido reflejado es procesado para encontrar fuentes y reservas potenciales de hidrocarburos, gas y otros elementos valiosos. Para llevar a cabo esos procedimientos sísmicos se utilizan cañones de aire comprimido en arreglos de varios cañones que se introducen a unos 4-10 metros de profundidad. Los disparos se hacen con intervalos de 6-20 segundos, por rutas predeterminadas llamadas transectos. Cada línea de transecto puede durar varias horas y un estudio completo, meses, ya que involucra cientos de transectos.<sup>34</sup>

En términos generales, los cañones (o pistolas) de aire son dispositivos neumáticos que producen una señal acústica liberando un gran volumen de aire comprimido dentro de la columna de agua. A pesar de que la mayor parte de la energía se genera a bajas frecuencias, la energía se produce a frecuencias hasta de 22 kHz.<sup>35</sup> En tanto que la intensidad del sonido llega hasta los 230-255 dB re 1  $\mu$ Pa.<sup>36</sup>

No obstante que la dirección del sonido es vertical hacia abajo, se ha demostrado la expansión de energía lateralmente de forma radial, hecho que permite la transmisión del sonido a varios kilómetros de la fuente de origen.

El registro del sonido que rebota hacia arriba se capta a través de ecosondas, o hidrófonos (micrófonos submarinos), que regularmente se colocan detrás de la embarcación y de esta forma se mapea el suelo y subsuelo marino, así como sus componentes. (Ver Figura 6)



**Figura 6.** Embarcación con arreglo de cañones de aire para exploración sísmica  
Fuente: Natural Resources Defense Council (NRDC)

Se han monitoreado ambientes de ruido de fondo de la Cordillera del Atlántico Medio. Durante un verano, los hidrófonos registraron ruido continuo cercano, proveniente de estudios sísmicos que estaban ocurriendo a 3,000 kilómetros o más de distancia.<sup>37</sup>

Estudios en los que se colocaron dispositivos a Cachalotes, en el Golfo de México, demostraron que los niveles de ruido recibido (a nivel de la ballena) proveniente de los cañones de aire eran tan altos a una distancia de 12 kilómetros como lo era a tan sólo 2 kilómetros. Esto tiene profundas implicaciones en la mitigación, en las zonas de seguridad, dentro de las cuales, las pistolas de aire deben ser apagadas si se localizan ballenas, sólo incluye un área de 500 metros de la nave investigadora.<sup>38</sup>

**2.3 Sonar militar.** Los sistemas de sonar producen intencionalmente energía acústica, con diversos objetivos, como son observar el fondo marino, la columna de agua o el sedimento. Para fines prácticos, los

sistemas de sonar pueden clasificarse en sonares de frecuencia baja (<1kHz), frecuencia mediana (1-20 kHz) y alta frecuencia (> 20 kHz).

Los sistemas tácticos de sonar activo emiten ondas de intenso sonido para identificar submarinos, y objetivos enemigos, reales o potenciales. Debido al tipo de actividad, se emplea más tiempo en acciones de entrenamiento que en reales de combate. Estos tipos de sonar normalmente utilizan pulsos cortos de sonido con la mayor energía posible en estrechos rangos de acción.

Los sonares de frecuencia activa baja (LFA) están diseñados para permitir estudios amplios que van de cientos a miles de kilómetros. Los arcos de sonar, generalmente con 18 proyectores que se introducen al agua, emiten sonidos de forma horizontal, en una frecuencia de 100 a 500 Hz, con una intensidad de 215 dB re 1  $\mu$ Pa, o más altos a nivel de la fuente emisora<sup>39</sup>. La señal incluye componentes de frecuencia constante y de frecuencia modulada. Una secuencia de emisiones o pings puede durar de 6 a 100 segundos.

El sonar de frecuencia media está diseñado para detectar submarinos a varios cientos de kilómetros. Genera pulsos de 1-2 segundos de duración en una banda de 1-5 Hz y niveles de 235 dB re 1  $\mu$ Pa, o más altos.

Otros usos del sonar de media frecuencia son para comunicación entre plataformas y para activación de maquinaria.

Los sonares comerciales están diseñados para encontrar bancos de peces con eficiencia. Generan sonidos de 3-200 kHz, y en rangos de 150-235 dB re 1  $\mu$ Pa, y se usan tanto en aguas someras como más profundas.

Se ha descrito que casi la totalidad de las 80,000 embarcaciones de las flotas pesqueras en el mundo poseen algún tipo de sonar, y que tan sólo en los Estados Unidos una gran cantidad de embarcaciones menores también los utilizan.<sup>40</sup>

Los sonares de alta frecuencia se usan para detección de minas y torpedos, y son altamente direccionales.

Además de los sonares militares la generación de ruido en los submarinos es intensa. La comunicación entre dos submarinos produce sonidos de 5-11 kHz con una intensidad a nivel de fuente de 180-200 dB re 1  $\mu$ Pa.<sup>41</sup>

Los explosivos usados en las pruebas y ejercicios militares generan niveles de sonidos tan intensos de hasta 267 dB a nivel de fuente en un rango de 0.45-7.0 kHz.<sup>42</sup> (Ver Cuadros 1 y 4)

**Cuadro 1.** Cuadro comparativo de algunas fuentes de sonido submarino, de acuerdo a su tipo, Picos de frecuencia, banda y direccionalidad

<b>Fuente</b>	<b>Pico de Frecuencia (Hz)</b>	<b>Banda (Hz)</b>	<b>Direccionalidad</b>
Dispositivo nuclear 30 kilotrones	Bajo	Ancha	Omnidireccional
Explosivos submarinos 10,000 lb TNT	Bajo	Ancha	Omnidireccional
Sonar Militar LFA	250	30 Horizontal	Horizontal
Sonar Militar Baja frecuencia	2,600-3,300	Estrecho	Horizontal
Sonar de Investigación	75	37.5	Omnidireccional
Ecosonda multi haz	12,000	Estrecho	Vertical
Embarcación pesquera (12 mts, 7 nudos)	300	250-1,000	Omnidireccional
Disuasivos acústicos (Pingers)	10,000	2,000	Omnidireccional

Fuente: Hildebrand, 2005

#### IV. IMPACTOS DEL RUIDO SOBRE MAMÍFEROS MARINOS

Recientemente se ha prestado una atención significativa a los impactos de los sonares activos sobre mamíferos marinos y peces. Las evidencias que conectan a los sonares militares con los varamientos de ballenas son ya innegables.

Los estudios hechos en mamíferos marinos han esclarecido que, en términos generales, las ballenas mistecetas son las más sensibles a sonidos de bajas frecuencias (0.01 KHz. a 5 KHz.), mientras los odontocetos, o cetáceos dentados tienen un rango más amplio de audición en medianas y altas frecuencias (4 KHz. a 100 KHz.).

Algunos odontocetos, como las marsopas o los delfines de río pueden especializarse para escuchar a muy altas frecuencias (4 KHz. a 150 KHz. re 1  $\mu$ Pa o más altas)<sup>43</sup>.

En términos generales, se puede decir que la banda de frecuencia de producción de sonidos de los cetáceos está en correlación inversa con el tamaño de su cuerpo. Es decir, que los mistecetos, que tienen cuerpos más largos que los odontocetos, producen sonidos de más baja frecuencia, mientras que las marsopas que son los odontocetos más pequeños producen sonidos de más altas frecuencias.<sup>44</sup>

La exposición de mamíferos marinos al ruido tiene diversos impactos, tanto en los sistemas auditivos como en otros órganos y sistemas.

Por otra parte, se debe hacer énfasis en que los animales marinos, a diferencia de los seres humanos que dependemos más de nuestra visión, dependen más de su sistema auditivo, debido a las condiciones propias de su medio. Asimismo, es preciso señalar que la función del aparato auditivo es de un mecanismo *analizador*, es decir que puede descomponer los diversos elementos que integran un estímulo auditivo, mientras que el aparato visual es un mecanismo  *sintetizador* que da una sensación unitaria, y que no puede resolver un estímulo en sus diversos componentes.<sup>45</sup>

Esta diferencia resulta básica para entender la importancia de la contaminación acústica, para seres que dependen del análisis de los sonidos del medio marino para sobrevivir.

Los impactos más conocidos son:

1. Enmascaramiento con respecto a los sonidos significativos para las especies, y /o pérdida temporal o definitiva de la capacidad auditiva.

Los mamíferos marinos, como otras especies marinas dependen del sonido para sus principales funciones y actividades biológicas. Las señales acústicas del medio ambiente, de sus presas, de sus predadores, o de sus conspecíficos, especialmente del binomio madre-cría son esenciales para su supervivencia. Cuando el ruido de fondo aumenta puede reducir la capacidad de los animales para escuchar los sonidos que les son significativos.

El enmascaramiento sucede cuando los ruidos se producen en la banda más importante de audición de las especies (banda crítica), lo cual impide al animal escuchar los sonidos significativos. El enmascaramiento entonces impide que los animales detecten sonidos como por ejemplo de sus presas, o de sus predadores, generando que no puedan actuar atinadamente. Asimismo, “oculta” en su banda los llamados de las crías a sus madres y viceversa, pudiendo ocasionar la ruptura de la cercanía de ambos.

Una de las respuestas que se ha encontrado como estrategia para rebasar el enmascaramiento producido por el ruido de las embarcaciones, es el aumento del nivel de las vocalizaciones de las ballenas, como se describe en la población de ballenas orcas (*Orcinus orca*) en Puget Sound, Washington, en los Estados Unidos. Los investigadores encontraron que el aumento del volumen en sus vocalizaciones se realizaba al acercarse las embarcaciones, pero que también significaba un aumento en el gasto energético. Al mismo tiempo, llegaba un punto en que el nivel de ruido de fondo era tan alto que actuaba como una barrera e impedía las vocalizaciones, medio efectivo de comunicación.<sup>46</sup>

Recientemente se ha relacionado este enmascaramiento con la incapacidad de escuchar el sonido de las embarcaciones que se acercan y por tanto, los mamíferos marinos no despliegan la capacidad de alejamiento y son colisionados por las embarcaciones.<sup>47</sup>

El Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional reconoce que las investigaciones sobre ruido intraoceánico revelan el aumento del fenómeno de enmascaramiento sobre cetáceos. Al mismo tiempo reconoce que el estrés producido por la exposición al ruido representa un motivo de preocupación e investigación científica.<sup>48</sup>

2. Varamientos masivos, mortalidad y daños severos producidos por hemorragias meníngeas cerebrales, y embolismos en cavidades aéreas, pulmones y otros órganos.

Se ha logrado demostrar que uno de los principales impactos sobre mamíferos marinos es el varamiento masivo, que durante varios años se consideró un hecho “atípico”. Lo anterior es así en virtud de que las ballenas se encuentran distribuidas a lo largo de una costa y no agrupadas.

Desde 1996 y hasta la fecha, se han logrado documentar y estudiar con más exactitud los daños relacionados con estas actividades realizadas en mar. Si bien, en un principio se hablaba en términos de probabilidad, hoy existe un cuerpo de documentos científicos que evidencian claramente estos procesos. A través del tiempo se ha encontrado que los mamíferos marinos más sensibles al impacto negativo de ruido producido por los estudios sísmicos y de sonar son los zifios (Orden cetácea, Suborden *odontoceti*, Familia *Ziphiidae*) (Ver Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Varamientos correlacionados con actividad conocida del sonar.  
Lugar, fecha y especies afectadas

<p><b>A) Bahía de Hanalei, Hawai (2004)</b> Maniobras de la Marina de los EUA -1 falsa orca cabeza de melón -Comportamiento anormal de hasta 200 falsas orcas cabeza de melón.</p> <p><b>B) Baja California (2002)</b> Prospección sísmica usando dispositivo de pistolas de aire comprimido -2 ballenas picudas</p> <p><b>C) Estrecho de Haro, Washington (2003)</b> Ejercicio de la Marina de los EUA -15 marsopas -Evitación acústica inducida de orcas</p> <p><b>D) Golfo de Alaska (2004)</b> Ejercicio de la Marina de los EUA -6 ballenas picudas</p> <p><b>E) Islas Galápagos (2000)</b> Investigación Sísmica -3 ballenas picudas</p> <p><b>F) Outer Banks, Carolina del Norte</b> Ejercicio de la Marina de los EUA -34 ballenas piloto -1 ballena minke -2 cachalotes enanos</p> <p><b>G) Bahamas (2000)</b> Ejercicio de la Marina de los EUA -2 ballenas minke -15 ballenas picudas -1 delfín manchado tropical</p>	<p><b>H) Bonaire, Antillas Menores (1974)</b> Reporte de explosión naval -4 ballenas picudas</p> <p><b>I) Islas Virgen, EUA (1999)</b> Reporte de sonar naval -4 ballenas picudas</p> <p><b>J) Abrolhos Banks, Brasil (2002)</b> Prospección Sísmica -8 ballenas jorobadas</p> <p><b>K) Islas Canarias:</b> Fuerteventura (1985) Maniobras navales de la OTAN -13 ballenas picudas Fuerteventura (1988) Maniobras navales de la OTAN -3 ballenas picudas -1 calderón hocico boreal Fuerteventura (1989) Maniobras navales de la OTAN -24 ballenas picudas Fuerteventura (1991) Maniobras navales -2 ballenas picudas Gran Canaria (2002) Ejercicio naval de la OTAN "Neo Tapon" -10 ballenas picudas Lanzarote, Fuerteventura (2004) Ejercicio naval de la OTAN "Majestic Eagle" -4 ballenas picudas</p> <p><b>L) Madeira (2000)</b> Maniobras navales -3 ballenas picudas</p>	<p><b>M) España (2006)</b> Ejercicio de la OTAN -4 ballenas picudas</p> <p><b>N) Córcega, Francia (1974)</b> -3 ballenas picudas -1 delfín listado</p> <p><b>O) Golfo de Génova, Italia (1963)</b> Ejercicio naval -15 ballenas picudas</p> <p><b>P) Golfo de Kiparissiakos, Grecia (1996)</b> Reporte de Barco de guerra, de ejercicio de prueba del sonar de LFA de la OTAN -12 ballenas picudas</p> <p><b>Q) Grecia (1997)</b> Actividad naval -9 ballenas picudas</p> <p><b>R) Bahía de Saruga, Japón</b> - 4 ballenas picudas (1978) - 2 ballenas picudas (1987) - 6 ballenas picudas (1990)</p> <p><b>S) Bahía de Sagami, Japón</b> -2 ballenas picudas (1960) - 8 a 10 ballenas picudas (1963) -2 ballenas picudas (1964) -2 ballenas picudas (1967) -9 ballenas picudas (1978) -13 ballenas picudas (1979) -3 ballenas picudas (1989) -Las Bahías de Sagami y Saruga se encuentran al suroeste de Yokosuka en la boca de la Bahía de Tokio, Base del Comando de la Séptima Flota del Pacífico de la Marina de los EUA</p>
--	--	---

**Cuadro:** Mercedes Anzures Aguilar.

A mayor abundamiento se expondrán casos de estudio, aunque por límites de espacio sólo haremos mención a algunos representativos.

Uno de los casos documentados, fue el de Grecia en 1996 cuando durante las actividades de prueba de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN), ocurrió un extraño varamiento de 12 ballenas picudas de Cuvier, en el Golfo de Kyparissiakos. El ejercicio utilizó ambos tipos de sonar (baja y media frecuencia) (LFA), diseñado para detectar tipos nuevos y más silenciosos de submarinos. Basados en la cercana correspondencia tanto de tiempo como de espacio entre las actividades del sonar y la ruta del barco y las zonas de varamientos individuales, se determinó que las pruebas de sonar eran la causa más plausible de los varamientos.<sup>49</sup>

En el año 2000, 17 cetáceos que involucraban ballenas Minke (*Balaenopetera acurostrata*), ballenas picudas de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), y al menos un delfin manchado (*Stenella frontalis*) se vararon en las Bahamas después del tránsito de barcos militares de los Estados Unidos; todos utilizaban sonar de media frecuencia, a través de un canal adyacente. Basados en las necropsias llevadas a cabo en los animales se determinó que el trauma ocasionado por el impulso acústico provocó los varamientos y muertes subsecuentes. Los investigadores encontraron signos de hemorragia en oído interno en cerebro y en espacio aéreo.

El reporte de la fuerza naval concluyó que los sonares tácticos de media frecuencia a bordo eran “la fuente más plausible por este trauma por impulso o acústico”.<sup>50</sup>

Balcomb y Claridge reportaron que ninguna de las ballenas de Cuvier que ellos habían identificado previamente por un lapso de nueve años regresó al área después del varamiento masivo.<sup>51</sup>

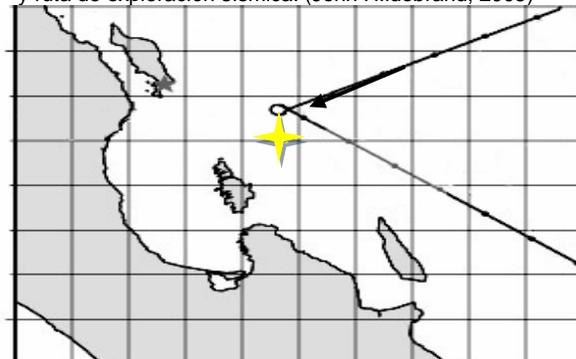


Foto 1. Ballena picuda. Varamiento de Bahamas. 2000

En México, el 25 de septiembre del año 2002 ocurrió un extraño varamiento de dos ballenas picudas en la Isla San José en el Golfo de California. Algunos pescadores locales intentaron devolverlas al mar inútilmente. Whitehead demostró que una embarcación de la Universidad de Columbia se encontraba realizando estudios de prospección sísmica en el sitio y se estaban practicando estudios justo en la mañana en que se produjo el varamiento. (Ver Figura 7)

Este varamiento mereció informes de varios científicos que se encontraban en la isla, mismos que se presentaron ante el Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional en 2004.<sup>52</sup>

Figura 7. Sitio de varamiento de dos ballenas picudas en Isla San José y ruta de exploración sísmica. (John Hildebrand, 2005)



La estrella indica el sitio de varamiento, mientras que las líneas muestran el trayecto de la embarcación que utilizó prospección sísmica la mañana del varamiento

Varamientos “atípicos” similares (involucrando a múltiples especies de ballenas esparcidas a lo largo de la zona costera) tuvieron lugar durante ejercicios navales en las Islas Canarias durante los años de 1985, 1988, 1989, 1991, 2002 y 2004 (Ver cuadros 2 y 3). Cinco de ellos se produjeron después de operaciones navales de la Organización de Tratado del Atlántico Norte (OTAN), y otra con maniobras locales. En todos los varamientos estuvieron involucradas ballenas picudas de Cuvier, y en algunos casos, otras especies. (Ver foto 2)



**Foto 2.** Zifios de Cuvier varados en Canarias

Fue en estos varamientos que se llegó a estudiar más de cerca los efectos sobre ballenas varadas y sobre todo, las causas de los daños encontrados.

El mecanismo que ocasiona que ballenas y delfines se varen después de estar expuestos a fuentes acústicas intensas de sonar o estudios sísmicos, no se encuentra bien comprendido aún. Sin embargo, en años recientes, los investigadores han encontrado que las ballenas varadas, expuestas a sonidos de alta intensidad exhiben síntomas similares a la enfermedad provocada en humanos por descompresión, llamada “bends” (aeroembolismo), que ocurre , por ejemplo, cuando buzos emergen a la superficie desde aguas muy profundas de forma rápida.

De catorce ballenas picudas varadas en septiembre del 2002, se encontró que no presentaban datos de enfermedad previa. Los varamientos ocurrieron por la mañana y algunas ballenas estaban aún vivas y parecían

desorientadas. Las que se encontraron muertas revelaron en la necropsia que se habían alimentado recientemente y no existían signos visibles de lesiones traumáticas. Sin embargo, presentaban congestión vascular difusa y micro hemorragias diseminadas, asociadas con embolia grasosa en órganos vitales. También se detectaron burbujas de aire intravascular.

Los datos eran consistentes con el trauma que produjo formación de burbujas *in vivo*, como resultado de una rápida descompresión; presumiblemente a consecuencia de cambios rápidos de descompresión ante la presencia de estudios de sonar, la cual provoca super-saturación de hidrógeno en los tejidos, de la misma forma en que sucede en los buzos que suben a la superficie de forma rápida (Ver fotos 3 y 4).<sup>53</sup>

De acuerdo al Dr. Antonio Fernández, este “síndrome de embolia de grasa y gas”, fue observado en ballenas picudas en las Islas Canarias. Cuatro horas después de que inició el ejercicio se encontró el primer animal muerto.

Las necropsias practicadas en diez de las ballenas, demostraron que habían sufrido daños severos antes del varamiento y que la embolia gaseosa y de grasa estaba relacionada al daño acústico y, no con el varamiento por sí mismo.<sup>54</sup>



**Foto 3.** Hemorragia de bulbo raquídeo y medula en zifio de Cuvier Islas Canarias Foto: Dr. Antonio Fernández



**Foto 4.** Hemorragia subaracnoidea en cerebro de zifio de Cuvier. Islas Canarias. (Nótese las burbujas de aire marcadas con flechas en recuadro inferior) Foto: Dr. Antonio Fernández

3. Otros impactos. Otros de los impactos detectados a consecuencia del ruido intra-oceánico son el comportamiento de evitación que puede conducir al abandono del hábitat, o de los patrones de migración. Comportamiento agonístico, o agresivo. Depleción o agotamiento de presas.

Los impactos del ruido de origen antropogénico han logrado demostrarse en diversas especies. Por ejemplo, se encontró que las ballenas grises orientales del noreste de la isla Sakhalin en Rusia modificaron su velocidad, tuvieron menos cambios en su dirección, y permanecieron más tiempo debajo del agua entre respiraciones, además de que se alejaron más de la costa, cuando estuvieron expuestas al ruido de estudios de prospección sísmica, aún cuando su exposición fue menor a 163 dB re 1  $\mu$ Pa.<sup>55</sup>

Por otra parte, las ballenas jorobadas de la Bahía Glacier en Alaska mostraron un aumento en la tasa y repetición de vocalizaciones de alimentación, pero con un descenso en la transmisión de información de dichas vocalizaciones ante el aumento de ruido de embarcaciones, en comparación con un ruido de fondo menor.<sup>56</sup>

Otro de los efectos sobre mamíferos marinos es la ruptura social, en especial entre madres y crías, con lo que las crías quedarían expuestas a

los predadores, con las serias consecuencias a mediano plazo para las poblaciones.<sup>57 58</sup>

En un largo o mediano plazo, el ruido crónico y persistente o ensonificación de ciertas áreas, puede provocar el abandono del hábitat, aún siendo estos lugares de alimentación, reproducción y crianza. En tanto que, las consecuencias de este impacto no podrán ser visibles en un corto plazo.<sup>59</sup>

**Cuadro 3.** Escala Comparativa de Ruidos Oceánicos Conocidos y sus Niveles de Ruido

Nivel de Sonido Oceánico e Intensidad (dB re: 1µPa)	280	<b>&lt; 279</b> 20 Kg de Dinamita  <b>&lt; 230-255</b> Pistolas de aire comprimido  <b>&lt; 235+</b> Sonar de rango-medio 53C <b>&lt; 230+</b> Nivel efectivo de la fuente del sonar de LFA
	200	<b>&lt;190</b> Súper Tanque Cisterna (340 m)  <b>&lt; 169</b> Tanque Cisterna (135 m)  <b>&lt; 158</b> Barco para pesca de arrastre
	150	<b>&lt; 146</b> Exposición máxima permitida a buzos civiles al sonar de LFA  <b>&lt; 136</b> Comportamiento de evitación en el 80% de las ballenas grises en migración  <b>&lt; 125</b> Máximo del ruido de una moto de agua  <b>&lt; 116</b> Comportamiento de evitación en Ballena de Groenlandia
	100	<b>&lt; 55-85</b> Nivel del ruido ambiental oceánico
	50	

**Elaboró:** Mercedes Anzures Aguilar

## V. PRINCIPALES IMPACTOS DE RUIDO A PECES Y PESQUERÍAS

La audición no es una función exclusiva de los mamíferos acuáticos. Muchos peces dependen del sonido para sobrevivir. La evolución de la audición es igual a la de los vertebrados, y los peces pueden realizar tareas auditivas básicas, como discriminación entre sonidos, determinación de los sonidos, determinación de la dirección de un sonido, así como detectar los sonidos relevantes en presencia de ruido, al igual que lo hacen los vertebrados terrestres.<sup>60</sup>

Más aún, se ha demostrado que todos los peces estudiados, ya sea con esqueleto o cartilagosos tienen la capacidad de oír. Algunas especies de peces, llamados “especialistas auditivos”, como el bagre, pueden detectar sonidos de hasta 3,000 Hz, mientras que otros, como el arenque (*A. aestivalis*) puede detectar sonidos ultrasónicos de hasta 200 kHz.<sup>61</sup> La mayoría de los peces que no son especializados detectan sonidos hasta 500 o 1,000 Hz, con una mejor audición en el rango de 100 a 400 Hz.<sup>62</sup>

Los científicos de peces han expuesto que, de forma similar a los mamíferos marinos, si éstos tan sólo se valieran de su vista en un medio turbio su información sobre potenciales predadores, presas y en general, sobre su medio ambiente sería muy limitada. Esta circunstancia prevalecería aún para aquellos peces que no producen sonidos, ya que los peces viven en un medio naturalmente ruidoso, y han logrado discernir la variedad de sonidos y detectar los sonidos significativos para su supervivencia. El ruido antropogénico tiene un potencial de impactar negativamente sobre la supervivencia de peces y la salud de las poblaciones.<sup>63</sup>

En el Mar Mediterráneo varios especímenes de atún aleta azul (*Thunnus thynnus*) se confinaron en trampas y fueron expuestos a ruido proveniente de tráfico de embarcaciones para investigar cambios inducidos en el comportamiento. El estudio demostró que los atunes expuestos mostraron desviaciones en sus patrones de agrupación, lo cual podría reducir la exactitud de su migración.<sup>64</sup>

También se demostró comportamiento más agresivo en los atunes expuestos a ciertos tipos de ruido de embarcaciones. Durante un estudio en agua dulce, las carpas cabezonas (*Pimephales promelas*) expuestas a ruido blanco y de maquinaria de bote, demostraron daño y dificultad para escuchar con persistencia de largo plazo.<sup>65</sup>

En un estudio llevado a cabo en el Mar del Norte dos especies comerciales de peces, como son el bacalao (*Melanogrammus aeglefinus*) y el abadejo (*Melanogrammus aeglefinus*), fueron expuestos al ruido de pistolas de aire de estudios sísmicos. Se documentó una rápida e inmediata reducción de captura hasta a 18 millas náuticas del sitio de disparos. En el área núcleo de disparos, se produjo una reducción de un 70% de captura de ambas especies, y cinco días después, las capturas no se habían recuperado totalmente.<sup>66</sup>

En un estudio similar realizado a lo largo de la costa central de California, peces rayados (*Sebastes spp.*) fueron expuestos al ruido de una pistola de aire, y se encontró una disminución del 52% en las tasas de captura. Los peces expuestos mostraron cambios dramáticos de comportamiento.<sup>67</sup>

Los cañones sísmicos produjeron daños auditivos extensos al pez llamado "dorada" *Chrysophrys auratus* (= *Pagrus auratus*), a distancias que van de 500 metros a varios kilómetros del lugar de los estudios sísmicos. Aún 58 días después de la exposición, no se detectó recuperación auditiva. Los peces con daño auditivo sufrieron una reducción, debido a que eran incapaces de localizar predadores o presas, de comunicarse, e incluso de tener sensaciones acústicas de su ambiente.<sup>68</sup>

En septiembre del 2003 se encontraron varados 4 ejemplares de Calamar Gigante (*Architeuthis dux*), a lo largo de la costa sureste de la Bahía de Vizcaya, en España. Siendo una de las más misteriosas creaturas del mar, representó un hecho extraordinario, ya que habitualmente sólo se logra ver un calamar gigante al año en las costas de ese país.

Las investigaciones demostraron que el varamiento coincidió con estudios de prospección sísmica en las costas de Bilbao. Todos los calamares

mostraron daño en oídos, y los científicos suponen que murieron de sofocación después de la exposición al ruido de prospección sísmica.<sup>69</sup>

## **VI. ACCIONES INTERNACIONALES SOBRE LA CONTAMINACIÓN POR RUIDO INTRAOCEÁNICO**

En respuesta a este problema creciente, recientemente muchos grupos intergubernamentales importantes han reconocido la contaminación acústica antropogénica subacuática como una amenaza para el ambiente marino y en consecuencia, han exigido actuar para controlar las actividades que producen este ruido en los océanos del mundo. Este creciente consenso internacional ha sido incorporado en *inter alia*, con las siguientes conclusiones y resoluciones:

### **1. La opinión de cuerpos de científicos**

○ En el 2004, la Unión Mundial para la Naturaleza (a.k.a. IUCN) adoptó una resolución reconociendo el ruido como una forma de contaminación e hizo un llamado a los gobiernos de países miembros para que adopten el principio precautorio al evaluar los impactos del ruido generado por actividades comerciales, militares e industriales. Esta resolución también solicita a los gobiernos que eviten el uso de fuentes de ruido potentes en el hábitat de especies vulnerables y en áreas donde mamíferos marinos o especies en peligro de extinción se concentran. Asimismo, los exhortó a que trabajen junto a las Naciones Unidas con el propósito de “desarrollar un mecanismo para controlar el ruido antropogénico subacuático.”<sup>70</sup>

○ En el 2004, el Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional (CBI) concluyó que existen evidencias indiscutibles que involucran al ruido en los océanos como una amenaza potencial para los mamíferos marinos y sus poblaciones a nivel regional y oceánico. Su reporte hace un llamado a la colaboración multinacional para monitorear la contaminación acústica antropogénica subacuática y para desarrollar presupuestos de monitoreo regionales de ruido y a escala de cuenca, así

como para incluir las evaluaciones del ruido antropogénico subacuático y estándares de exposición al ruido en los océanos dentro de los planes de conservación oceánicos, ya sea nacionales como internacionales.”<sup>71</sup>

- En el 2009 el Comité Científico de la Comisión Ballenera Internacional en su reporte, manifestó su preocupación por el aumento de ruido oceánico, en especial el enmascaramiento que afecta la capacidad de comunicación con los conspecíficos. Enfatiza la importancia del ruido como estresor que puede producir que los cetáceos eviten o abandonen ciertas áreas, y los efectos sinérgicos de diversos impactos. Al mismo tiempo y por primera vez, hace notar la necesidad de estudiar el ruido producido así como sus efectos generados por el uso de las nuevas tecnologías de desarrollos marinos de energías renovables, en especial los generadores de energía renovable a partir de mareas y corrientes marinas que pueden representar un problema potencial, recomendando estudios sobre este nuevo tipo de tecnologías y el impacto en la vida marina.<sup>72</sup>

- En el 2008 un estudio, sin precedentes, realizado por 129 científicos de reconocimiento internacional recopiló y evaluó 5,487 especies de mamíferos conocidos, incluyendo a los marinos. La evaluación concluyó que comparado con las especies terrestres los mamíferos marinos están más amenazados, pues se exponen a diversos procesos (mortalidad accidental y contaminación, más que pérdida de hábitat) y espacialmente son distintos. Asimismo, señaló que el conocimiento sobre ellos es todavía escaso y que esta combinación de grandes amenazas y escases de datos, hacen que la política internacional de conservación se deba enfatizar en los mamíferos marinos, incluidos los cetáceos.<sup>73</sup>

## **2. La Organización de las Naciones Unidas (ONU)**

En julio del 2005, el Secretario General de las Naciones Unidas incluyó el problema del ruido en los océanos en su reporte presentado a la Asamblea General, en relación con la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad marina más allá de la jurisdicción nacional.

El reporte enumera a la contaminación acústica antropogénica subacuática como una de las cinco “amenazas principales en este momento contra algunas poblaciones de ballenas y otros cetáceos,” y también incluye al ruido subacuático como uno de los diez “ impactos principales y previsibles actualmente sobre la biodiversidad marina” en los océanos.<sup>74</sup> El reporte concluye que, una mejor evaluación de los impactos del ruido subacuático, sobre las especies oceánicas acústicamente sensitivas, incluyendo peces y cetáceos, al igual que la consideración sobre una estrategia para abatir el ruido intra-oceánico son necesarios” y subraya que, a pesar de que en diversos marcos se ha expresado la preocupación por el ruido marino “no hay ningún instrumento internacional que esté directamente dirigido a controlar el ruido subacuático”<sup>75</sup>.

En noviembre del 2005, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció el problema de la contaminación acústica antropogénica subacuática en la resolución de los Océanos y el Derecho del Mar, requiriendo “más estudios y consideración al impacto que el ruido en los océanos tiene en los recursos marinos vivos.”<sup>76</sup>

En febrero del 2006, el Grupo Informal de las Naciones Unidas, fue establecido para estudiar el uso sostenible de la biodiversidad marina más allá de las áreas de jurisdicción nacional, convocó a su primera reunión, donde reconoció el ruido en los océanos como una “presión humana que va en aumento” y que, “requiere urgente intervención por medio de la cooperación y coordinación internacional.”<sup>77</sup>

En junio del 2006, la séptima reunión de UNICPOLOS<sup>78</sup> recomendó que la Asamblea General propusiera la implementación del enfoque ecosistémico al manejo oceánico, y que pudiera realizarse, *inter alia*, “por la comprensión a través de más investigación sobre los impactos que el ruido submarino ejerce sobre los ecosistemas marinos, y tomar en cuenta esos impactos.”<sup>79</sup>

En noviembre del 2006, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó una resolución sobre los Océanos y el Derecho del Mar, que “alienta a realizar más estudios y a considerar los impactos que el ruido marino pueda provocar en los recursos marinos vivos, y solicita a la

División hacer una compilación de los estudios científicos revisados por pares, que sean recibidos de los estados Miembros, y tenerlos disponibles en su página web”.<sup>80</sup>

En marzo del 2007, el reporte del Secretario General de las Naciones Unidas, sobre los Océanos y el Derecho del Mar, relacionó el ruido subacuático antropogénico, con los impactos sobre la biodiversidad marina, y por tanto, con la diversidad genética.<sup>81</sup> El Reporte también reconoce que “la preocupación sobre la amenaza que el ruido submarino pueda representar sobre el ambiente marino está en aumento, lo mismo que los continuos llamados de organizaciones internacionales para llevar a cabo ulterior investigación, monitoreo, así como la minimización del riesgo de los efectos adversos sobre el ruido oceánico.”<sup>82</sup>

#### **4. Convención para la Protección del Ambiente Marino del Atlántico Norte este (Convención OSPAR)<sup>83</sup>**

En noviembre del 2006, el Grupo de Trabajo sobre Impactos Ambientales por Actividades Humanas, establecido dentro del marco de la Convención para la Protección del Ambiente Marino del Atlántico Norte Este (Convención OSPAR), en su borrador concluyó que, *inter alia*, el conocimiento actual, tanto de los impactos directos como de los indirectos de los sonidos subacuáticos sobre la vida marina es aún incompleto, y que, la exposición a niveles intensos de sonido pueden inducir a un rango de efectos adversos en la vida marina, lo que incluye muerte, lesiones y varamiento de animales marinos. Proponiendo en consecuencia, la elaboración de un trabajo conjunto para la designación de nuevas áreas marinas protegidas.

#### **5. La Unión Europea**

En octubre del 2005, la Comisión Europea publicó la Estrategia Temática sobre la Protección y Conservación del Ambiente Marino y propuso las Directrices para una Estrategia Temática con el objetivo de

establecer un adecuado estatus ambiental del ambiente marino europeo para el año 2021<sup>84</sup>. Las directrices publicadas incluyen al ruido submarino dentro de la definición de contaminante, y como una de las presiones que necesitan ser controladas para lograr un buen estatus ambiental.<sup>85</sup>

En el 2004, el Parlamento Europeo adoptó una resolución en la cual llama a sus veinticinco estados miembros a restringir inmediatamente el uso de sonares activos de alta intensidad en aguas bajo su jurisdicción. La resolución también hace un llamado a sus estados miembros a organizar una Fuerza Operacional Multinacional para desarrollar acuerdos internacionales con el propósito de controlar los niveles de ruido en los océanos del mundo.<sup>86</sup>

En el 2004, los 16 estados miembros del Acuerdo para la Conservación de Cetáceos del Mar Negro, Mar Mediterráneo y Área Atlántica Contigua (ACCOBAMS) reconoció al ruido artificial en los océanos como un contaminante que puede tener impactos adversos a la vida marina que van desde perturbaciones hasta heridas o muerte. Asimismo, hizo un llamado a los estados miembros para que eviten el uso de ruidos artificiales en los hábitats de especies vulnerables y en áreas donde mamíferos marinos o especies en peligro de extinción puedan concentrarse, y para que intensifiquen las investigaciones nacionales e internacionales sobre este tema, con el objeto de desarrollar tecnologías alternativas y para que implementen el uso de las mejores tecnologías de control que estén disponibles.<sup>87</sup>

En el 2004, la Reunión Consultiva del Tratado Antártico discutió el problema de la contaminación acústica antropogénica subacuática en respuesta a la recomendación de la Coalición del Antártico y el Océano Sur, señalando que “la mejor estrategia de mitigación será prevenir la introducción del ruido al ambiente marino en el Antártico en el mayor grado posible, y que esas aguas antárticas donde actividades biológicas de gran importancia ocurren deben ser completamente protegidas de los efectos de sonidos subacuáticos de alta intensidad por medio de una ley u otra forma reglamentaria conveniente.”<sup>88</sup>

En agosto del 2003, los participantes del Acuerdo para la Conservación de Pequeños Cetáceos del Báltico y Mar del Norte (ASCOBANS) aprobaron una resolución exigiendo medidas para reducir el impacto que tiene en los cetáceos el ruido que proviene de las investigaciones sísmicas, actividades militares, embarcaciones, dispositivos pesqueros de antipredación, y otros perturbadores acústicos.<sup>89</sup>

## **VII. CONTROL Y MITIGACIÓN DEL RUIDO NOCIVO EN LOS OCÉANOS**

Existen diversas formas de prevenir o reducir los impactos nocivos del ruido subacuático en el ambiente marino, incluyendo el uso de medidas operacionales y de tecnológicas que aminoran el ruido desde su fuente, es decir, que existen tecnologías silenciosas que se han desarrollado en diversas partes del mundo. Asimismo, se pueden implementar restricciones temporo-espaciales sobre actividades que producen ruido, cuando existan especies sensibles.

Dado el rápido crecimiento de la contaminación acústica y subacuática, así como su potencial para producir impactos negativos en la vida marina, es necesario tener un enfoque preventivo para controlar el ruido en los océanos. En este sentido, resulta relevante implementar en las decisiones el Principio Precautorio, tal y como se define en la Declaración de Río:<sup>90</sup>

*“Con el fin de proteger el medio ambiente, los estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente”.*

De forma adicional se deben incluir la eliminación y la mitigación de las fuentes de ruido en el manejo de las especies marinas utilizando un enfoque eco sistémico, en el que se dé prioridad a las especies y los hábitats más susceptibles.

Las amenazas que actualmente enfrentan los mamíferos marinos a nivel mundial, como son la captura incidental en redes de pesca, la degradación del hábitat, la contaminación química, la cacería de ballenas grandes y la de pequeños cetáceos que aún se realiza en diversas partes del mundo como Japón, o las Islas Faroe; la captura para fines comerciales, las colisiones con embarcaciones que por sí mismas son motivo ya de una gran preocupación por parte de los científicos, además de los efectos del cambio climático<sup>91</sup>, no deben verse como hechos aislados sino como un conjunto de factores que pueden actuar de forma simultánea, acumulativa y sinérgica.<sup>92</sup>

Además el ruido de origen antropogénico se puede relacionar con colisiones con embarcaciones o algunas capturas incidentales, ya que el ruido evita que los animales puedan discernir la amenaza de dichas embarcaciones.<sup>93</sup>

Se ha sugerido que, cuando dos o más estresores se encuentran de forma permanente las sinergias actúan de forma común.<sup>94</sup>

Las Áreas Protegidas Marinas (APMs) son una de las formas más efectivas para proteger a los cetáceos y su ambiente natural, de los impactos del ruido, especialmente, los impactos acumulativos y sinérgicos. En el contexto de este artículo el término de Área Marina Protegida se refiere a un área marina que puede denominarse parque, reserva, santuario o refugio, según sea el caso<sup>95</sup>, pero que se refiera a la protección y conservación de todo un ecosistema y no sólo de una o varias especies que se encuentren en ésta. Es decir, debe adoptarse un enfoque ecosistémico. Este se define como un manejo integral y comprehensivo de las actividades humanas, basado en el mejor conocimiento disponible sobre los ecosistemas y su dinámica, con el objeto de identificar y tomar acción sobre las influencias que son críticas para la salud de los ecosistemas marinos, y por tanto, lograr un uso sustentable y mantener la integridad de los ecosistemas.<sup>96</sup>

Se deben controlar los niveles de ruidos dentro de las Áreas Protegidas Marinas, y otros hábitats sensibles. Los impactos del ruido también deben

ser considerados en el establecimiento de nuevas Áreas Protegidas Marinas, así como de hábitats críticos.<sup>97</sup>

Los hábitats críticos abarcan áreas con alto valor de biodiversidad, incluyendo los hábitats requeridos para la supervivencia de especies amenazadas o críticamente amenazadas; áreas con importancia especial para especies endémicas o de áreas restringidas; sitios que sean vitales para la supervivencia de las especies migratorias, áreas que apoyan concentraciones significativas a nivel mundial o números de individuos de especies de congregaciones; áreas con agrupaciones de especies o que estén asociadas a procesos evolutivos claves o que brinden servicios de ecosistemas importantes.<sup>98 99</sup>

Las mismas deben ser lo suficientemente grandes para salvaguardar hábitats esenciales y los corredores de las especies migratorias. Las alternativas a las AMPs, tales como la desviación de algunas rutas de navegación y los cierres (temporales/espaciales) a las fuentes de ruido, podrían ser adecuadas, e implementadas fácilmente, pero no son suficientes para salvaguardar el ecosistema.

Las áreas protegidas marinas son herramientas muy valiosas para la conservación de los cetáceos, si contribuyen a abordar y gestionar las amenazas de los cetáceos. Su valor aumenta si las áreas protegidas contribuyen a reducir la ensonificación de las especies de cetáceos derivada de diversos sonidos de impulso alto, además del creciente ruido ambiental debido a las actividades humanas en el océano.

De acuerdo a los expertos, se lograría cierta protección si los sonidos intensos de frecuencia media, que superen los 200 dB fueran excluidos de las áreas a varias decenas de kilómetros de distancia de los hábitats críticos (implicando áreas de la menos 1,000 km<sup>2</sup>), mientras que, la protección de los sonidos intensos de baja frecuencia de más de 200 dB, podrían requerir cientos o miles de kilómetros de distancia de las fuentes emisoras de sonido.<sup>100</sup>

La gestión espacio-temporal tiene el potencial de contribuir de forma importante a la conservación de la vida marina, en especial de cetáceos. En el mundo existen decretadas 350 Áreas Protegidas Marinas, pero sólo 2% de ellas con hábitats de cetáceos ocupan un mínimo de 10,000 km<sup>2</sup> y pueden ofrecer una mitigación efectiva de ciertas fuentes de ruido.

Una zona tapón, o de transición espacio-temporal es una zona establecida alrededor de un área protegida marina, que ofrece una distancia adecuada preventiva entre las fuentes de ruido y los hábitats de cetáceos conocidos o estimados.

Un santuario internacional es un área situada en aguas internacionales (alta mar) establecida por un organismo internacional, o grupo de países habitualmente para proteger ballenas y delfines, al prohibir su caza o captura, tal es el caso de los establecidos por la Comisión Ballenera Internacional.<sup>101</sup>

Un santuario nacional es un área marina que ocupa la totalidad de la Zona Económica Exclusiva, o la mayor parte. Hasta el momento unos veinte países han establecido este tipo de santuarios, incluyendo a México.<sup>102</sup>

Los Estados y grupos intergubernamentales deben evaluar y controlar el ruido eficientemente y esforzarse para eliminar las fuentes de ruido de los ambientes naturales de poblaciones sensibles. Considerando ambos impactos de ruido y medidas de mitigación en Evaluaciones de Impacto Ambiental, que sean transparentes y obligatorias para todas las actividades potencialmente peligrosas. También resulta conveniente trabajar unidos para monitorear el ruido en los océanos desarrollando escalas de cuenca y presupuestos regionales de ruido.

En aquellos casos donde existe la concurrencia de actividades que producen ruidos nocivos y hábitats, se han identificado especies sensibles donde las opciones para eliminar o reducir adecuadamente los impactos no son prácticas, por lo que éstas deben ser prohibidas.

## VIII. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Cada vez se hace más necesaria la investigación en tecnologías silenciosas. Si bien la producción e intensidad de ruido dependerá en gran parte del tamaño y cantidad de embarcaciones es posible desarrollar tecnologías que reduzcan el impacto sobre las diversas especies marinas.<sup>103</sup>

Mientras que por cuestiones tácticas, las embarcaciones militares han desarrollado tecnologías silenciosas para evitar ser detectados, éstas no han sido aplicadas a las embarcaciones comerciales.<sup>104</sup>

Para cualquier embarcación, ya sea comercial o militar es posible realizar mitigaciones y reducciones de ruidos en las diversas partes que lo producen, es decir, en las hélices, las máquinas a bordo, y transmisiones resultan en fuentes directas e indirectas de ruido que aumentan los niveles de manera sumatoria y radiada.

Para las propelas se han propuesto medidas de mitigación como reducción de peso en las puntas, disminución de caballaje, bulbos sobre las puntas, y/o filos refinados.

Para minimizar la radiación acústica de origen mecánico, además de un equipo más silencioso, existen un número de elementos aislantes entre las piezas mecánicas que absorben el sonido, impidiendo su radiación. También pueden usarse mangueras flexibles, ganchos para ajustar los ductos, así como filtros, y control de flujos de válvulas, con lo que se logra la disminución de los ruidos producidos por los fluidos circulantes de los motores.

Asimismo resulta económicamente accesible el uso de motores eléctricos. La propulsión eléctrica se ha usado en submarinos y actualmente se está utilizando en naves de cruceros y en barcos contenedores de alta velocidad. A pesar de que representa un alto costo inicial en comparación con los motores habituales, el ahorro se manifiesta en el mediano plazo.

Muchas de las tecnologías alternas ya existen en el mercado mundial. Sin embargo, las tecnologías silenciosas deben incorporarse desde el diseño para un manejo óptimo.<sup>105</sup>

Al mismo tiempo, y para implementar políticas de reducción y mitigación de ruido antropogénico por embarcaciones es preciso realizar estudios de densidades de embarcaciones en océanos, como un prerrequisito para emitir medidas adecuadas en regiones marinas donde existan especies sensibles. Para esto, se han propuesto una técnica avanzada y desarrollada por el Centro de Análisis Naval, que incrementa la resolución de la densidad que se obtiene por las técnicas estándares (Método HITS).<sup>106</sup>

---

\* Secretaría Técnica de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la H. Cámara de Diputados, LXI Legislatura. Contacto [alanizy@yahoo.com](mailto:alanizy@yahoo.com)

<sup>1</sup> Hildebrand, J.A. (2005). Impacts of anthropogenic sound. In *Marine mammal research: conservation beyond crisis*. Edited by J.E. Reynolds III, W.F. Perrin, R.R. Reeves, S. Montgomery and T.J. Ragen. Baltimore, MD : Johns Hopkins University Press. Pp. 101-124.

<sup>2</sup> McDonald, M.A., Hildebrand, J. and Wiggins, S.M. 2006. Increases in deep ocean ambient noise in the Northeast Pacific west of San Nicolas Island, California. *Journal of the Acoustical Society America*, 120(2). Pp. 711-718.

<sup>3</sup> Andrew, R. K., Howe, B. M. and Mercer, J. A. 2002. Ocean ambient sound: Comparing the 1960s with the 1990s for a receiver off the California coast. *Acoustic Research Letters Online* 3(2): 65-70; International Whaling Commission, 2004 Report of the Scientific Committee at Annex K, § 6.4.

<sup>4</sup> National Research Council (NRC). 2003 *Ocean Noise and Marine Mammals*. (National Academy Press). P. 192.

<sup>5</sup> W.J. Richardson et al., *Marine Mammals and Noise* (1995); National Research Council, *Ocean Noise and Marine Mammals* (2003); P. Tyack, "Behavioral Impacts of Sound on Marine Mammals," Presentation to the U.S. Marine Mammal Commission Advisory Committee on Acoustic Impacts on Marine Mammals (February 4, 2004); Whale and Dolphin Conservation Society, *Oceans of Noise* (2004); and M. Jasny, *Sounding the Depths II: The Rising Toll of Sonar, Shipping, and Industrial Ocean Noise on Marine Life* (2005).

<sup>6</sup> A. Fernandez *et al.*, 'Gas and Fat Embolic Syndrome' Involving a Mass Stranding of Beaked Whales (Family Ziphiidae) Exposed to Anthropogenic Sonar Signals, 42 *Veterinary Pathology* 446

---

(2005); Vidal Martin *et al.*, Mass Strandings of Beaked Whales in the Canary Islands, in Proceedings of the Workshop on Active Sonar and Cetaceans 33 (P.G.H. Evans & L.A. Miller eds., 2004); Jepson, P. D. *et al.*, "Gas bubble lesions in stranded cetaceans," *Nature* 425: 575-576 (2003); International Whaling Commission, 2004 Report of the Scientific Committee, Annex K at Tab. 1; Jasny, Sounding the Depths II at Tab. 1-3.

<sup>7</sup> McCauley, R.J. Fewtrell and A.N. Popper. 2003. High intensity anthropogenic sound damages fish ears. *Journal of the Acoustical Society of America* 113: 638-42; Bart, A. N., Clark, J., Young, J. and Zohar, Y. 2001. Underwater ambient noise measurements in aquaculture systems: a survey. *Aquacultural Engineering* 25: 99-110; E

<sup>8</sup> Engås, A., S. Løkkeborg, E. Ona, and A. V. Soldal. 1996. Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:2238-2249.

<sup>9</sup> S.L. Nieuwkirk, K.M. Stafford, D.K. Mellinger, R.P. Dziak, and C.G. Fox, *Low-Frequency Whale and Seismic Airgun Sounds Recorded in the Mid-Atlantic Ocean*, 115 *J. Acoust. Soc. Am.* 1832 (2004).

<sup>10</sup> Cohen, Joseph. *Sensación y Percepción auditiva y de los sentidos menores*. Ed. Trillas. México.1973.

<sup>11</sup> *Op. cit.*

<sup>12</sup> La velocidad del sonido se expresa como el número de Mach que se representa por el número 1. Las velocidades subsónicas son menores a uno, mientras que las velocidades supersónicas se expresan en valores mayores a uno.

<sup>13</sup> Cohen, Joseph. *Sensación y Percepción auditiva y de los sentidos menores*. Ed. Trillas, 1973. México.

<sup>14</sup> Hidebrand, J. A. (2005). *Impacts of Anthropogenic Sound. In Marine Mammal Research: conservation beyond crisis*. Edited by J.E. Reynolds III, W.F. Perrin, R.R. Reeves, S. Montgomery and T.J. Ragen. Baltimore, MD. John Hopkins University Press. Pp. 101-124.

<sup>15</sup> Pinger es un aparato utilizado en pesquerías para ahuyentar a especies no objetivo.

<sup>16</sup> Jazny Michael, 2005. *Sounding the Depths II: The Rising Toll of Sonar, Shipping and Industrial Ocean Noise on Marine Life*. Natural Resources Defense Council. Washington, D.C. P. 76.

<sup>17</sup> Ver [www.earthisland.org/immpeii\\_sonar\\_chart.pdf](http://www.earthisland.org/immpeii_sonar_chart.pdf)

<sup>18</sup> Popper, A.N. (2003). The effects of anthropogenic sounds on fishes. *Fisheries* 28 (10): 24-31.

- 
- <sup>19</sup> Brandt, J.F., and Hollien. 1967. Underwater hearing threshold in man. *Journal of the Acoustical Society of America* 42:996-971.
- <sup>20</sup> Jazny Michael, 2005. *Sounding the Depths II: The Rising Toll of Sonar, Shipping and Industrial Ocean Noise on Marine Life*. Natural Resources Defense Council. Washington, D.C. P. 76.
- <sup>21</sup> Popper, A.N. (2003). *The effects of anthropogenic noise on fishes*. *Fisheries* 28 (10):24-31
- <sup>22</sup> Hildebrand, J. A. (2005). *Impacts of Anthropogenic Sound*. In *Marine Mammal Research: conservation beyond crisis*. Edited by J.E. Reynolds III, W.F. Perrin, R.R. Reeves, S. Montgomery and T.J. Ragen. Baltimore, MD: John Hopkins University Press. Pp 101-124.
- <sup>23</sup> Simmonds Mark, Dolman Sarah and Lindy Weilgart. *Oceans of Noise 2004*. A WDCS Scientific Report. Whale and Dolphin Conservation Society. Disponible en formato pdf en: < <http://www.wdcs-de.org/docs/OceansofNoise.pdf>>
- <sup>24</sup> Schreiner, H. F. J. (1990). *The RANDI-PE noise model*. *Proc. IEEE Oceans* 90, 576-577.
- <sup>25</sup> *Ibidem*.
- <sup>26</sup> Hildebrand 2005. *Op. cit.*
- <sup>27</sup> Gordon, J. and Moscrop, A. 1996. Underwater noise pollution and its significance for whales and dolphins. In *The Conservation of Whales and Dolphins* (ed. M.P. Simmonds and J.D. Hutchinson), 281-319. New York: Wiley and Sons.
- <sup>28</sup> NOAA. 2004 Final Report of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) International Symposium: "*Shipping Noise and Marine Mammals: A Forum for Science, Management and Technology*". Arlington, Virginia.
- <sup>29</sup> Ross, D. 1976. *Mechanics of underwater noise*. New York; Pergamon Press. P. 375.
- <sup>30</sup> Frisk George, 2004. *Trends in Marine Ambient Noise*. Technical presentation. En "Shipping Noise and Marine Mammals Symposium". Arlington, Virginia.
- <sup>31</sup> Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
- <sup>32</sup> Wiggins, S.M., Oleson, E.M. and Hildebrand, J.A. 2001. Blue Whale call intensity varies with ambient noise level. *J. Acoustic, Soc. Am.* Vol. 110, No 5, Pt. 2. P. 2771
- <sup>33</sup> Hildebrand. 2005. *Op.cit.*
- <sup>34</sup> Mc Cauley, R.D. 1994. Seismic Surveys. In *Environmental implications of offshore oil and gas development in Australia. The findings of an independent scientific review.* (ed. J.M.Swan, J.M. Neff

---

and P.C. Young), pp 19-21. The Australian Petroleum Explorations Association and Energy Research and Development Corporation.

<sup>35</sup> Gordon and Moscrop. 1996. *Underwater Noise Pollution and its significance for Whales and Dolphins*. In the Conservation of Whales and Dolphins. (ed. M.P. Simmons and J.D. Hutchinson), 281-319. New York: Wiley and Sons.

<sup>36</sup> Simmons Mark, Dolman Sarah and Lindy Weilgart. 2004. *Oceans of Noise*. A WDCS Scientific Report. Whale and Dolphin Conservation Society. Disponible en formato pdf en: < <http://www.wdcs-de.org/docs/OceansofNoise.pdf>>

<sup>37</sup> Nieuwkirk, S.L., K.M. Stafford, D.K. Mellinger, R.P. Dziak and C.G. Fox (2004). *Low-frequency whale and seismic air gun sounds recorded in the mid-Atlantic Ocean*. Journal of the Acoustical Society of America 115(4): 1832-1843.

<sup>38</sup> Madsen, P.T., M. Johnson, P.J.O. Miller, N.A. Soto, J. Lynch and P. Tyack (2006). *Quantitative measures of air gun pulses recorded on sperm whales (Physeter macrocephalus) using acoustic tags during controlled exposure experiments*. Journal of the Acoustical Society of America 120: 2366-2379.

<sup>39</sup> Hildebrand 2005. *Op. cit.*

<sup>40</sup> Hidebrand. *Op. cit.*

<sup>41</sup> Richardson, *et.al.*, 1995. *Documented Disturbance Reactions*. In *Marine Mammals and Noise*. (ed. W.J. Richardson, C.R. Greene, C.I. Malme and D.H. Thomson), pp 241-324, Academic Press, San Diego. P. 576.

<sup>42</sup> Evans and Nice 1996. *Review of the Effects of underwater sound generated by seismic surveys in cetaceans*. Sea watch Foundation. Oxford, UK.

<sup>43</sup> NOAA. Final Report of the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) International Symposium: "*Shipping Noise and Marine Mammals: A Forum for Science, Management and Technology*"2004. Arlington, Virginia

<sup>44</sup> Hildebrand, 2005. *Op. cit.*

<sup>45</sup> Cohen, Joseph. *Sensación y Percepción auditiva y de los sentidos menores*. Ed. Trillas 1973. México.

<sup>46</sup> Holt, M.M., Noren, D.P., Veirs, V. Emmons, C.K. and Veirs, S. 2009. Speaking up: Killer Whale (*Orcinus Orca*) increase their call amplitude in response to vessel noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 125:27-32.

---

<sup>47</sup> International Whaling Commission 2009: Report of the Scientific Committee, and Annex K IWC/61/Rep – Report of the Standing Working Group on Environmental Concerns

<sup>48</sup> 1 Annex K. Madeira, 2009.P 6 International Whaling Commission, Madeira, 2009: Report of the Scientific Committee, and Annex K — Report of the Standing Working Group on Environmental Concerns.

<sup>49</sup> Frantis, A.1998. Does Acoustic testing strand Whales? Nature 329:29. Frantis A. and Cebrian; D. 1999. A rare mass stranding of Cuvier’s beaked Whales: cause and implications for the species biology. European Research on Cetaceans 12:332: 29.

<sup>50</sup>NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration) and U.S. Department of the Navy.2001. *Joint Interim Report: Bahamas Marine Mammal Stranding Event of 15-16 March 2000*. U.S. Department of Commerce, Washington. 59 pp.

<sup>51</sup> Balcomb, K.C., and Claridge, D.E. 2001. *A mass stranding of cetaceans caused by naval sonar in the Bahamas*. *Bahamas J. Sci.* 8(2): 1-8.

<sup>52</sup> B. Taylor, J. Barlow R. Pitman, L. Ballance, T. Klinger, De Master, J. Hildebrand. J. Urban, D. Palacios, and J. Mead, “A call for research to Assess Risk of Acoustic Impact n Beaked Whales Populations” ( Paper submitted to the IWC Scientific Committee, Sorrento, Italy., June 2004), P. 1 (IWC Doc SC/56/ E36).

<sup>53</sup> Jepson, P. D., et. al. Gas-bubble lesions in stranded cetaceans. 2003. *Nature* 425, Pp. 575-576.

<sup>54</sup> Fernández, A., Edwards, J.F., Rodríguez, F., Espinoza de los Monteros, A., Herrera P., Castro, P., Jaber, J.R., Martin, V., and Arbelo, M, 2005. “*Gas and fat embolic syndrome*” involving a mass stranding of beaked whales (family Ziphiidae) exposed to anthropogenic sonar signals. *Vet. Path* 42: 446-57.

<sup>55</sup> Gailey, G., Wursig, B., and McDonald, T.L. 2007. Abundance, behavior and movement patterns of western gray whales in relation to a 3-D seismic survey, Northwest Sakhalin Island, Russia. *Environ. Monit. Asses.* 134:75-91.

<sup>56</sup> Dyle L. R., McCowan, B., Hanser,S.F. Chyba, C., Bucci, and Blue, J.E.. 2008.Applicability of information theory to the quatification of responses to anthropogenic noise by southeast Alaskan humbpbback whales. *Entropy* 10: 33-46

<sup>57</sup> Simmonds Mark, Dolman Sarah and Lindy Weilgart. 2004. *Oceans of Noise* . A WDSC Scientific Report. Whale and Dolphin Conservation Society. Disponible en formato pdf en: < <http://www.wdcs-de.org/docs/OceansofNoise.pdf>>

- 
- <sup>58</sup> McCauley, R.D., et al. 1998. "The response of humpback whales (*Megaptera novaengliae*) to offshore seismic surveys noise: Preliminary Results of observations about a working Seismic Vessel and Experimental Exposures" –referred paper. The APPEA Journal 1998
- <sup>59</sup> Richardson W. J. 1997. Marine Mammals and Man-Made Noise. Current Issues. *Proceedings of the Institute of Acoustics* 19(9):39-50
- <sup>60</sup> Popper, A.N., R. R. Fay, C. Platt, and O. Sand. 2003. *Sound detection mechanisms and capabilities of teleost fishes*. Pages 3-38 in S.P. Collin and N.J. Marshal, eds. *Sensory Processing in Aquatic Environments*. Springer-Verlag. New York
- <sup>61</sup> Mann, D.A., D.M. Higgs, W.N. Tavaloga, M.J.Souza, and A.N. Popper.2001. *Ultrasound detection by clupeiform fishes*. *Journal of Acoustical Society of America*. 109:3048-3054
- <sup>62</sup> Popper, Arthur N.2003. *Effects of Anthropogenic sounds on Fishes*. *Fisheries*. Vol. 20, No. 10. Pp. 24-31
- <sup>63</sup> *Op. cit.*
- <sup>64</sup> Sara, G., J.M. Dean, D. D'Amato, G. Buscaino, A. Oliveri, S. Genovese, S. Ferro, G. Buffa, M. Lo Martire and S. Mazzola (2007). *Effect of boat noise on the behavior of blue fin tuna *Thunnus thynnus* in the Mediterranean Sea*. *MEPS* 331: 243-253.
- <sup>65</sup> Scholik, A.R.and H.Y. Yan (2002). *Effects of boat engine noise on the auditory sensitivity of the fathead minnow, *Pimephales promelas**. *Environmental Biology of Fishes* 63: 203-209.
- <sup>66</sup> Engås, A., S. Løkkeborg, E. Ona, and A. V. Soldal. 1996. *Effects of seismic shooting on local abundance and catch rates of cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*)*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:2238-2249.
- <sup>67</sup> Pearson, W.H., J.R. Skalski and C.I. Malme (1992). *Effects of sounds from a geophysical survey device on behavior of captive rockfish (*Sebastes spp.*)*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 49: 1343-1356. Popper 2003
- <sup>68</sup> McCauley, R.D., J. Fewtrell and A.N. Popper (2003). *High intensity anthropogenic sound damages fish ears*. *Journal of the Acoustical Society of America* 113: 638-642.
- <sup>69</sup> Jazny Michael, 2005. *Sounding the Depths II: The Rising Toll of Sonar, Shipping and Industrial Ocean Noise on Marine Life*. Natural Resources Defense Council. Washington, D.C. P. 76.
- <sup>70</sup> IUCN/World Conservation Union 2004: Resolution 053, "Underwater Noise Pollution" (Nov. 2004).

---

<sup>71</sup> International Whaling Commission 2004: Report of the Scientific Committee, at § 12.2.5 and Annex K – Report of the Standing Working Group on Environmental Concerns. 56 pp.

<sup>72</sup> International Whaling Commission 2009: Report of the Scientific Committee, and Annex K IWC/61/Rep – Report of the Standing Working Group on Environmental Concerns. 31 pp.

<sup>73</sup> Shipper, J. plus 129 additional authors. 2008. The status of the world's land and marine mammals. Diversity threat and knowledge. *Science* 322:225-230

<sup>74</sup> Report of the Secretary General, Oceans and the Law of the Sea, 159 (A/60/63/Add.1) (July 15 2005).

<sup>75</sup> *Ibid.* P.159.

<sup>76</sup> General Assembly Resolution, Oceans and the Law of the Sea, 84 (A/60/30) (November 2005).

<sup>77</sup> Report of the Ad Hoc Open-Ended Informal Working Group to study issues relating to the conservation and sustainable use of marine biological diversity beyond areas of national jurisdiction, 38 (March 2006).

<sup>78</sup> United Nations Informal Consultative Process on the Oceans and the Law of the Sea.

<sup>79</sup> Report on the work of the United Nations Open-ended Informal Consultative Process on Oceans and the Law of the Sea (A/61/156) (July 17, 2006).

<sup>80</sup> General Assembly Resolution, Oceans and the Law of the Sea, 107 (A/61/222) (Nov. 2006).

<sup>81</sup> Report of the Secretary General, Oceans and the Law of the Sea, 183 (A/62/...) (advanced and unedited text) (March 12, 2007).

<sup>82</sup> *Ibid.* P. 286.

<sup>83</sup> OSPAR Commission, 2006/ 2005 / 2006 Report on the Status of the OSPAR Network of Marine Protected Areas.

<sup>84</sup> Commission Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community Action in the field of Marine Environmental Policy, COM(2005)505 (Oct. 24 2005).

<sup>85</sup> Revised Draft of the Proposal reflecting the Political Agreement of the Council (Environment) on 18 December 2006, New Article 2(a).

<sup>86</sup> European Parliament 2004: Resolution B6-0018/2004 (October 21, 2004).

- 
- <sup>87</sup>ACCOBAMS 2004: Second Meeting of Parties, Res. 2.16, "Assessment and Impact Assessment of Man Made Noise."
- <sup>88</sup> Arctic Treaty Consultative Meeting 2004: Informational Paper 056, "An Update on Some Issues Surrounding Noise Pollution," at 7.
- <sup>89</sup> ASCOBANS 2003: Fourth Meeting of Parties, Res. 5, "Effects of Noise and of Vessels."
- <sup>90</sup> Declaración de Río. Principio 15. 1992
- <sup>91</sup> S.E. Alter, M.P. Simmonds, and J.R. Brandon.2009. The tertiary threat: Human-mediated impacts of climate change on cetaceans. Paper presented at the Scientific Committee of the 61 International Whaling Commission. IWC/CS61/E8
- <sup>92</sup> International Whaling Commission 2009: Report of the Scientific Committee, and Annex K IWC/61/Rep Report of the Standing Working Group on Environmental Concerns
- <sup>93</sup> Andre, M Kaminga, C. and Ketten, D. 1997.Are Low frequency sounds a marine hazard; a case study in the Canary Islands. Paper presented at the Underwater Bio-Sonar and Bioacoustics Symposium. Loughborough University. UK
- <sup>94</sup> Crain, C.M., Kroeker, K. and Halpern., B.S.2008. Interactive and cumulative effects of multiple human stressors in marine systems. *Ecol. Letts*.11:doi 10.1111/j.1461-0248.2008.01253.x
- <sup>95</sup> UICN. Directrices para las Categorías de Manejo de Áreas Protegidas. Unión Mundial para la Naturaleza. Gland, Suiza and Cambridge U. K. 1994. X, P. 261.
- <sup>96</sup> International Maritime Organization. 2009. "Ecosystem approach to oceans": the role of IMO. Marine Environment Division. IMO. London. UK
- <sup>97</sup> Weilgart, Lindy, S. 2006.Managing Noise trough Marine Protected Areas around global Hot Spots. IWC (SC/58/E25)
- <sup>98</sup> Endangered Species Act. 1973.
- <sup>99</sup> Hoyt, E. 2005. Marine Protected Areas for Whales, dolphins and Porpoises: A world handbook for cetacean habitat conservation. Earthscan, London, P. 512.
- <sup>100</sup> Hoyt, E. 2007.Existing MPAs and cetaceans. The role of MPAs as a mechanism to protect marine life from ensonification. A Global Scientific Workshop on Spatial-Temporal Management of Noise on a Regional Scale. Lanzarote, Canary Islands, 4-6 june 2007
- <sup>101</sup> Right Andrew. *Un taller Científico Global sobre la Gestión Espacio-Temporal del Ruido*. Puerto Calero, Lanzarote. 4-6 de Junio de 2007. Publicación Octubre del 2007. Arlington VA.USA

---

<sup>102</sup> México decretó, mediante acuerdo Secretarial Publicado en el Diario Oficial de la Federación del 22 de mayo, 2002 a toda la Zona Económica Exclusiva como “Área de Refugio para grandes Ballenas” en el año 2002. Sin embargo, todos los pequeños cetáceos quedaron fuera del ámbito de protección.

<sup>103</sup> Gisinier, Robert. 2004. Noise Impact on Marine Mammals: Advances in Research and Mitigation Measures”. Presented at the International Symposium: “Shipping Noise and Marine Mammals: A Forum for Science, Management and Technology”. 18-19 May 2004. Arlington, Virginia, U.S.A

<sup>104</sup> Jebson Gary. 2004. “U.S.Navy Shpi Quieting Technology”. Presented at the International Symposium: “Shipping Noise and Marine Mammals: A Forum for Science, Management and Technology”. 18-19 May 2004. Arlington, Virginia, U.S.A

<sup>105</sup> Neal, Brown. 2004. “Vessel Quieting Technologies: Cost/Benefit Considerations” Presented at the International Symposium: “Shipping Noise and Marine Mammals: A Forum for Science, Management and Technology”. 18-19 May 2004. Arlington, Virginia, U.S.A.

<sup>106</sup> Mintz, Johnaton.2004. “Estimating Vessel Traffic in Ocean Areas of Interest”. Presented at the International Symposium: “Shipping Noise and Marine Mammals: A Forum for Science, Management and Technology”. 18-19 May 2004. Arlington, Virginia, U.S.A.

## **NUEVOS REQUERIMIENTOS INSTITUCIONALES PARA LOGRAR UNA ADMINISTRACIÓN PESQUERA SUSTENTABLE EN MÉXICO**

**José Ignacio Fernández Méndez<sup>1</sup>**

***SUMARIO:** Resumen. **I.** Introducción. **II.** Problemas generales del sector pesquero. **III.** Nuevas tendencias en la administración pesquera mundial. **IV.** Requerimientos a cubrir para lograr un cambio de enfoque en la administración pesquera nacional. **V.** Reflexiones finales.*

**RESUMEN.** La administración pesquera se encuentra en un estado de transición y rápida evolución a nivel mundial, conviviendo visiones y enfoques de administración nuevos con tradicionales. En este trabajo se presentan tanto material publicado previamente de manera resumida como de reciente elaboración, con objeto de introducir al lector a algunos de los problemas que enfrenta el sector pesquero nacional y mundial; las tendencias de administración de estos recursos, así como una reflexión sobre las necesidades institucionales que se tendrían que cubrir en México para aplicar enfoques y técnicas innovadoras.

## I. INTRODUCCIÓN

*“México es uno de los países líderes en el mundo en propugnar la adopción de medidas destinadas a promover el desarrollo de actividades pesqueras de acuerdo con el criterio de sustentabilidad y responsabilidad”. En: OCDE 2005 Review of Fisheries in OECD Countries. Policies and summary statistics. 2005 Edition. OECD Publishing, Paris.*

*“Debo seguir a la gente ¿Acaso no soy su líder?”- Benjamin Disraeli.*

En conversaciones sobre el sector pesquero, de café o entre especialistas, conviven visiones discordantes. Por un lado, se habla de una gran riqueza de recursos, de ingreso de divisas, de alimento barato de buena calidad. Por otro, se habla de una grave crisis, disminución de las capturas, falta de rentabilidad, crecientes conflictos sociales y contradicciones con la protección ambiental.

En realidad ambas posiciones tienen algo de verdad, las posibilidades son tangibles si consideramos cuidadosamente los límites productivos de los recursos explotados y la dimensión del sector, lo que desemboca en el número de usuarios que pueden acceder a los mismos.

La diferencia entre ambas posibles realidades radica en la administración, la cual se encuentra actualmente en un estado rápido y dinámico de evolución.

En los siguientes párrafos se presentará una visión sobre los problemas del sector pesquero mundial y nacional, los nuevos enfoques y técnicas que se abren paso en la administración pesquera a nivel global y los requerimientos institucionales a cubrir para aplicarlos en nuestro país. El documento se dirige a no especialistas en el tema, parte del material

presentado aquí ha sido publicado de manera más extensa previamente. Junto con material de nueva elaboración se presenta información resumida con la intención de que se establezca un punto de referencia para profundizar en los temas expuestos.

## **II. PROBLEMAS GENERALES DEL SECTOR PESQUERO**

La percepción de la explotación de los recursos marinos vivos se ha modificado en las últimas décadas (por lo menos para muchos profesionales involucrados). En un texto sobre ciencias marinas de la década de los setenta podemos leer “El océano es capaz de producir más proteínas animales de lo que podría consumir una población humana varias veces mayor de la que ahora existe en el mundo” y “Hay en el mar tan vastas existencias conocidas de peces y mariscos poco explotadas que los productos de la acuicultura oceánica no podrán competir económicamente”<sup>2</sup> Actualmente, ningún especialista sostendría esa opinión. Muy por el contrario, existe unanimidad sobre el grave estado de los recursos marinos vivos explotados y la incapacidad del océano de soportar las actuales tasas de explotación. La literatura al respecto es muy amplia pero puede consultarse, por ejemplo Pauly y MacLean (2003).<sup>3</sup>

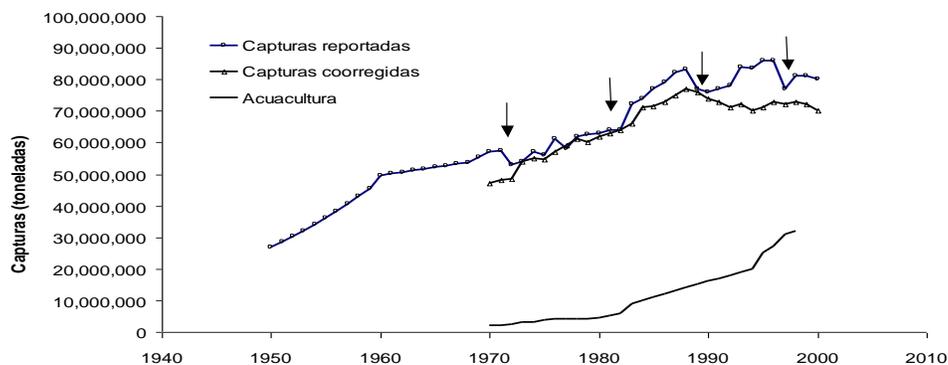
En primera instancia, podemos considerar que en tierra la producción de alimentos de origen animal se basa, casi en su totalidad, en la crianza y mantenimiento en condiciones controladas de una variedad relativamente reducida de animales domésticos. Parece obvio que no se podría satisfacer la demanda de proteína animal cazando especies silvestres. Pero eso, es precisamente lo que se espera de las especies acuáticas.

De hecho, en nuestra legislación las especies acuáticas no están legalmente consideradas como vida silvestre. La Ley General de Vida Silvestre excluye a las especies cuyo medio de vida total es el agua (consideradas dentro de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables), con excepción de aquellas que se encuentran en riesgo, enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, a pesar de que la mayoría de las especies acuáticas no son objeto de explotación pesquera.

En ese sentido, el estatus “en riesgo” (que implica una administración inadecuada) basta para que conceptualmente una especie sea considerada como una categoría diferente que las especies explotadas por la ganadería.

Este enfoque tal vez se basa en la falsa idea de recursos marinos ilimitados, mantenida actualmente por los no especialistas. La obligatoria mención de “los más de 11,000 kilómetros de costas” con los que cuenta nuestro país parece, entre líneas, estar basada en esa idea.

Las tendencias de producción pesquera confirmar esta creencia (figura 1). Hasta los años sesenta, la captura mundial crecía al 6% anual (bastante superior al ritmo de aumento de la población). Después de esa década, y hasta el inicio de los noventa, el ritmo de crecimiento disminuyó a 2% anual. Al presente, optimistamente en las estadísticas se observa un crecimiento nulo pero algunos autores indican que en realidad las capturas mundiales están descendiendo a una velocidad de 1% al año en promedio (700,000 toneladas de disminución anualmente).<sup>4</sup>



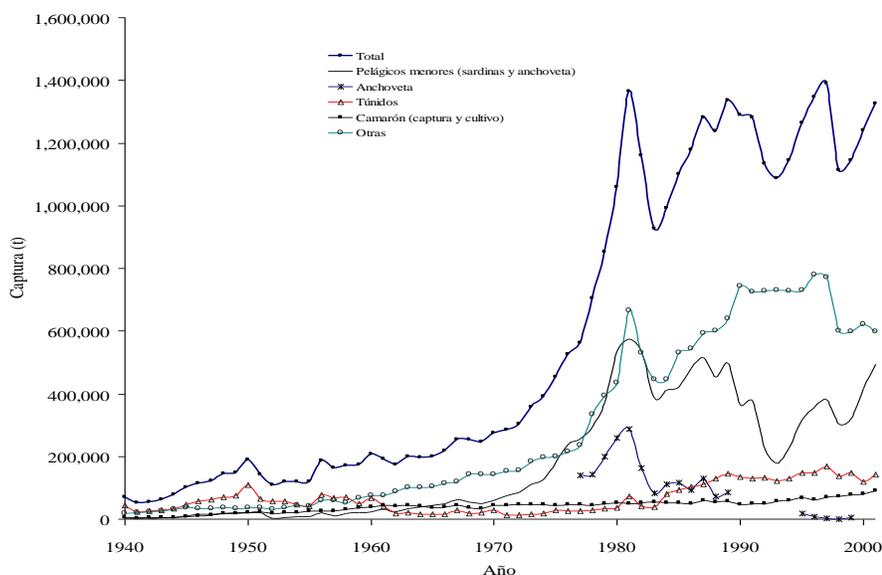
**Figura 1.** Tendencias de las capturas mundiales, reportadas por FAO y según la corrección aplicada por Pauly et al. (2005). Las flechas señalan eventos El Niño particularmente intensos. También se incluye la producción por acuicultura.

En nuestro país, la velocidad de crecimiento de las capturas totales de 1941 a 1970 varió entre 3 y 10% anual. En la década entre 1971 y 1981 ese crecimiento aumentó hasta 15% anual. Desde la década de los ochenta las

capturas se han estancado, oscilando alrededor de 1,200,000 toneladas (figura 2). Actualmente, el ritmo de crecimiento de las principales pesquerías es muy pequeño o negativo.

Esta falta de crecimiento y disminuciones de las capturas ha ocurrido a pesar o, en realidad, a causa del aumento del número de barcos pesqueros y mejoras en la tecnología. Hoy, la flota mundial es dos veces mayor que la que existía en 1970, en tanto que el número de pescadores en el mundo creció en la misma proporción en ese periodo.<sup>5</sup>

Este aumento del así llamado “esfuerzo pesquero” ha resultado en sobreexplotación, la captura en niveles superiores a los que las especies explotadas pueden renovar su población, reduciendo en consecuencia su capacidad de producción y, por lo tanto, también la captura. Actualmente, al menos 75% de los recursos pesqueros mundiales son explotados a su máximo permisible o sobreexplotados.<sup>6</sup> En caso de aumentar las capturas de especies con potencial no se espera que esos aumentos sean substanciales.



**Figura 2.-** Tendencia de las capturas totales de algunas pesquerías desde 1940 hasta 2001. (Datos de CONAPESCA 2001, Anuario Estadístico de Pesca. CONAPESCA. México.)

La consecuencia del estancamiento de las capturas y del aumento de las embarcaciones, será la disminución de la captura y las ganancias económicas por embarcación, al repartirse ambas entre un mayor número de ellas. Con el tiempo, estas tendencias continúan hasta que los costos de explotación igualan o superan las ganancias obtenidas de ella.

A la par, puede darse un alza de los costos de explotación al buscar un recurso más escaso o del precio de los insumos. Sin embargo, aún sin incrementar el costo unitario de explotación, si el número de embarcaciones se eleva, se tendrá el mismo resultado. A esta situación se le conoce como sobrecapitalización, los costos de la infraestructura de explotación y transformación, que son más altas que la capacidad del recurso de producir ganancias económicas. Este fenómeno no involucra sólo factores económicos relativos a precios y costos, sino también otros relacionados con la capacidad de producción biológica del recurso. La sobrecapitalización resulta de la entrada acelerada y sin control de participantes a la pesquería, ya sea por políticas pesqueras de fomento o por una regulación laxa.<sup>7</sup>

Actualmente, la sobreexplotación y la sobrecapitalización son problemas muy graves y extendidos en la pesca mundial, al respecto Fernández (2007b)<sup>8</sup> presenta de forma resumida las tendencias mundiales y nacionales así como un análisis de las causas de su evolución.

Podríamos pensar que la sobreexplotación y la sobrecapitalización son, más que la enfermedad misma, síntomas de la falta de coordinación entre los usuarios de los recursos.

A primera vista, pareciera irracional el conducir una actividad económica a un punto donde no se obtienen beneficios económicos y al agotamiento del recurso que la sostiene. En parte esto, es consecuencia de que las decisiones de ingreso del esfuerzo se base en criterios de rentabilidad individual y la falta de control externo e incertidumbre sobre ese ingreso. La conducta colectiva, que aparenta ser en conjunto irracional, está compuesta de pequeñas evaluaciones individuales (lógicas y perfectamente racionales) de costo-beneficio. Andersen (2005)<sup>9</sup> postula la

maximización de ganancias y minimización de costos como los determinantes de la toma de decisiones de explotación de los pescadores. La pérdida de rentabilidad y agotamiento de los recursos, son resultados involuntarios de ese proceso de toma de decisiones individuales.

En buena parte, el problema radica en el régimen de propiedad de los recursos explotados. Aunque en la literatura se pueden identificar varias clasificaciones de bienes según el tipo de régimen de propiedad, presentamos una tabla basada en dos características.

La primera de esas características es la “Divisibilidad” (o “Rivalidad”, “Rivalness” en los textos en idioma inglés) que se presenta por el consumo que del bien haga un usuario, afectando la posibilidad de consumo de otro usuario. La segunda es la “Exclusividad” (“Excludability”) que es la posibilidad de excluir del uso del recurso a un usuario con base en criterios de pago (es decir, se puede cobrar por su uso y limitar el acceso por ese medio). Las decisiones de los usuarios sobre el uso de los recursos y la naturaleza de la oferta de los mismos se basan mucho sobre estas características.<sup>10</sup> Por ejemplo, en el caso de los bienes “públicos puros” el coste marginal de ofrecérselo a una persona adicional, es cero (cuesta lo mismo ofrecerlo a uno o a muchos) y aun, quién no pague disfruta de ellos.

En el caso de la pesca en particular, tratamos con un bien común en que los propietarios, al menos en teoría, es un grupo de individuos fácilmente identificables. En este caso los recursos pesqueros, de acuerdo con el artículo 27 de la Constitución, pertenecen a la nación. La captura de los pescadores individuales afecta tanto la captura total futura como la de otros usuarios. Aunque el acceso a los recursos esté regulado por permisos, concesiones o autorizaciones, históricamente el acceso a los recursos o, dentro de la línea de este argumento la exclusión del mismo, ha sido tan laxa como para poder considerarlos de libre acceso. Ostrom (2000)<sup>11</sup> señala que en la explotación de recursos de uso común, el costo de excluir a nuevos usuarios es alto, pues resulta en una regulación laxa.

**Tabla.1.** Características de regímenes de propiedad de bienes.

		<b>“Exclusividad” (“Excludability”)</b> <b>Se puede o no excluir de su uso con base en pago</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>“Divisibilidad” o “Rivalidad” (“Rivalness” “divisibilities”)</b>	<b>SI</b>	<b>Privados (Casas, ropa, etc.)</b>	<b>Comunes (Peces en el mar, pastizales comunales) <i>res publica</i></b>
<b>Consumo de uno afecta la posibilidad de consumo de otro</b>	<b>NO</b>	<b>Públicos (Puentes, caminos de cuota, TV cable) Propiedad estatal <i>res publica</i></b>	<b>Públicos puros (Aire, defensa nacional, TV abierta) <i>res nullis</i></b>

Varios autores (p.ej: Hanneson, 2003)<sup>12</sup> han señalado problemas específicos en la explotación de bienes comunes, el principal es el que se ha dado en llamar “susceptibilidad a la congestión” que significa que, en ausencia de control, la entrada excesiva de usuarios termina destruyendo la capacidad productiva del recurso. A esto se le ha llamado también la “Tragedia de los Comunes”. Hardin, (1968)<sup>13</sup> ilustra claramente el problema, en el que unos pastores explotan un campo de pastura común.

En este ejemplo, el campo que puede alimentar a máximo 100 animales manteniendo su capacidad de renovación, el beneficio para un pastor de aumentar un animal a su rebaño, se mide contra el perjuicio de hacerlo (en la fracción de la pastura, que no estará disponible para sus otros animales y los demás pastores, al ser consumido por el que se añade al rebaño).

Al aumentar un animal a su rebaño, el pastor tendrá ganancia de un animal, contra la pérdida de un centésimo de pastura por cada animal. Al inicio, cuando la pastura es abundante, ese balance siempre es favorable, impulsando a todos los pastores a incrementar el número de sus animales hasta agotar la pastura.

Si uno de ellos no lo hiciera, compartiría los perjuicios sin recibir beneficios. Las ganancias de la explotación del recurso serían privadas y los costos en términos de la pérdida de la capacidad de obtener beneficios de la explotación serían públicos. La Tragedia de los Comunes consiste en el agotamiento del recurso al no haber restricción de su uso.

Es posible argumentar que los usuarios podrían cooperar para mantener el recurso, restringiendo su propio nivel de explotación en conjunto con los demás. Sin embargo, en ausencia de reglas y acuerdos claros, los incentivos para promover la cooperación son relevantes.

En ese sentido, algunos autores ilustran el llamado “Dilema del Prisionero”, en el que a dos presos se les ofrece separadamente la liberación si acusan a su compañero de cometer el delito por el que se acusa a ambos. El acusado recibiría una fuerte pena de 10 años de cárcel. En caso de que ninguno de los dos confiese, se les daría a ambos una pena leve de 6 meses. Si ambos acusan a su compañero, reciben una pena intermedia de 2 años. Se ha mostrado que, en ausencia de información sobre la estrategia del otro prisionero y teniendo como objetivo minimizar la pena propia, la “estrategia dominante” (la que en el corto plazo produce más ganancias o menos costos) es no cooperar, en este caso no acusar al compañero.

En términos del uso del recurso, los usuarios de éste no recibirían beneficio si hicieran esfuerzos individuales por conservarlo, si otros no lo hicieran en el mismo grado. Y nadie encuentra motivo para ello, mientras las ganancias económicas persistan. Como se dijo en apartados anteriores, aún en tiempos de pérdida los individuos pueden pensar que la solución es explotar más intensamente o aumentar la eficiencia de extracción (mejorando la tecnología o renovando embarcaciones). En otras palabras, aumentar la presión sobre el recurso.

En las situaciones típicas resultantes de la administración pesquera tradicional, cada pescador tiene a los demás como sus competidores en un ambiente no cooperativo, de incertidumbre sobre lo que el otro hará.

Esto determina muchas de las acciones individuales de los pescadores y buena parte, de la dinámica de la administración.

### **III. NUEVAS TENDENCIAS EN LA ADMINISTRACIÓN PESQUERA MUNDIAL**

#### **Un marco general para examinar la administración pesquera**

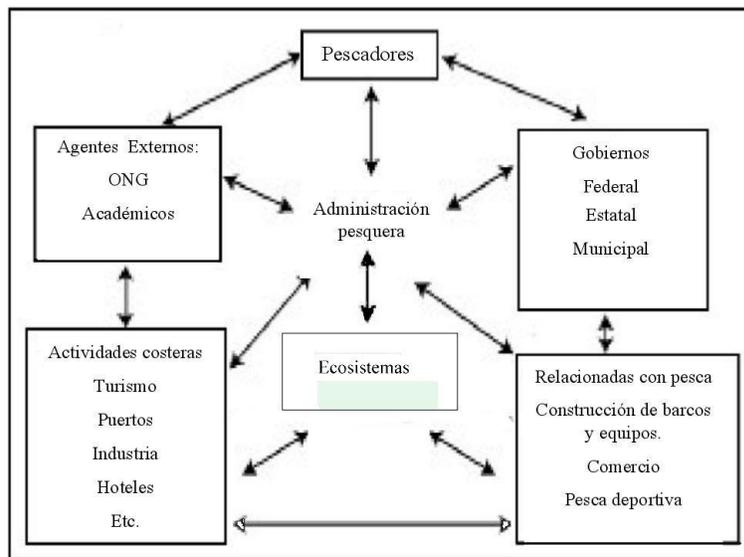
Se ha discutido mucho sobre las posibles alternativas a las situaciones descritas. Por una parte, se postula que sólo con un control gubernamental estricto se puede limitar el acceso a los recursos y el actuar de los usuarios. Este sería, en parte, el enfoque defendido al insistir en “más vigilancia” como solución a la situación pesquera actual. Por otro lado, se postula también que el ceder parte de las atribuciones de administración a los usuarios es una posible solución. Examinemos esto desde un marco general.

La siguiente figura (figura 3) presenta en un esquema de compartimientos los actores que actúan o tienen relación con el sector pesquero. El enfoque tradicional ha sido considerar sólo a los pescadores y al gobierno, a través de agencias federales (de manera exclusiva, como en el caso de México) o estatales.

Sin embargo, la historia de este enfoque no ha estado libre de problemas. Se podría argumentar que la administración históricamente laxa, a nivel nacional y mundial, que ha permitido que el esfuerzo pesquero creciera hasta causar sobreexplotación y capitalización, tiene una larga historia y se deriva de esa visión del océano como fuente inagotable de recursos.

También se debe señalar que no sólo no se ha evitado que el esfuerzo pesquero llegue a niveles problemáticos, por el contrario, las políticas gubernamentales de “fomento” o “promoción” han tendido a elevarlo. Como “fomento” podríamos entender la inversión directa gubernamental o acciones indirectas, para incrementar o eficientizar la infraestructura o los procesos de captura, procesamiento o comercialización.

Para muchos no especialistas, la disminución en las capturas y la rentabilidad en las pesquerías mexicanas es solamente el resultado de que el gobierno mexicano hubiera abandonado las políticas de fomento o promoción, después del inicio de la crisis económica de 1982. Esas mismas personas parecen compartir el principio de que los apoyos económicos (al parecer, refiriéndose mayormente a subsidios) son los factores más determinantes del nivel de capturas y, a su vez, de la rentabilidad del sector. Pero a esta percepción equivocada debemos sumar otros factores.



**Figura 3.** Actores que actúan o tienen relación con el sector pesquero (modificado de Berkes, F., R. Mahon, P. McConney, R. Pollnac y R. Pomeroy 2001 *Managing small-scale fisheries*. International Development Research Centre. Ottawa. Canadá).

La función del gobierno debiera ser la de coordinador imparcial de los usuarios para evitar este tipo de problemas. Sin embargo, “en un ambiente competitivo y con asignación deficiente de derechos, siempre existirá la tentación y la posibilidad, de que un grupo con poder político e influencia sobre las decisiones de administración utilice esos poderes para obtener ventajas en la competencia por el acceso a los recursos.”<sup>14</sup> Hernández y Kempton (2003)<sup>15</sup> perciben que tal situación, a favor de la pesca industrial, se presenta actualmente en la administración pesquera nacional.

En la misma, el encontrar un balance entre facilitar la participación de los usuarios y favorecer a grupos particulares de interés se hace complejo. Ostrom<sup>16</sup> señala entre los obstáculos para una administración efectiva de los recursos de propiedad común, de manera bastante eufemística que “El sector público no proporciona incentivos para que políticos o burócratas resistan presiones de grupos de interés especiales” y que las “ganancias a tales grupos a menudo vienen sólo a costa de la sociedad”.

Adicionalmente encontramos los cambios en las doctrinas económicas que han modificado las políticas de administración. Desde fines de los años setentas, la combinación de estancamiento económico junto con una alta inflación en la economía mundial, redujo la intervención económica estatal, el “proteccionismo” y la provisión de seguridad social por el estado a favor del “libre comercio”, la privatización, globalización y la “regulación por el mercado”. A esta tendencia se ha llamado “Neoliberalismo”, respecto de la cual se ha referido que “es un término imperfecto por muchas razones, incluido el hecho que en lugar de ser una nueva forma de liberalismo, mezcla características de éste con las del conservadurismo. Además, las personas que profesan los principios neoliberales normalmente no los aplican a ellos mismos, de hecho se usa a menudo (peyorativamente) por sus antagonistas”.<sup>17</sup>

Independientemente de posiciones ideológicas, es claro que la aplicación de esas prácticas ha resultado en cambios notables en el diseño de políticas pesqueras (entre muchos otros sectores). Thorpe *et.al.* (2000)<sup>18</sup> han documentado el cambio de énfasis en la administración pesquera en varios países latinoamericanos, incluido México, como resultado de la introducción del “Nuevo Modelo Económico”, de privilegiar al sector social (en nuestro país, de mediados de los setentas hasta la segunda mitad de los ochentas, según Alcalá, 2003) a favorecer la inversión privada. Alcock (2002)<sup>19</sup> señala que esto ha llevado a un dilema en la administración pesquera, al favorecer la mano de obra (las pesquerías artesanales) o el capital (las pesquerías industriales). Thorpe *et.al.*, consideran que en México, muchos conflictos sociales se desencadenaron precisamente porque en 1992 las cooperativas pesqueras dejaron de tener la exclusividad de derechos para pescar ciertas especies reservadas que

tenían desde 1938. Este cambio en la Ley de Pesca no previó las consecuencias sociales de tal decisión. La pesquería que resintió más este cambio fue la de camarón.

Asumamos, lo que parece muy previsible, que México continúa con el enfoque actual (independientemente de que la distribución de competencias establecida por la Ley General vigente, esquema en el que intervienen más actores en el compartimiento “Gobierno”). De ser así, las instituciones del Estado Mexicano están muy debilitadas, si las comparamos con lo que existía en periodos anteriores.

Al principio de la presente administración, la Subsecretaría de Pesca fue reducida a una comisión, la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura (CONAPESCA), localizando su sede en Mazatlán, Sinaloa. Actualmente, las Subdelegaciones de Pesca están integradas a las Delegaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Es decir, las oficinas de atención regional de la pesca dejan de estar bajo la coordinación del órgano competente.

El Instituto Nacional de la Pesca sufrió una severa reducción de personal de investigación (de cerca de 400 investigadores y técnicos en el 2000, a menos de 257 en el 2004), a pesar de que en la nueva Ley General se le dan más atribuciones.

Así, aún cuando se anunció que “el presupuesto del sector pesquero sería el más alto de la historia” para el año 2009 (3,662 millones de pesos) (La Jornada, 9 de enero, 2009), debe tomarse en cuenta que en términos reales esa cifra es apenas comparable con los presupuestos de finales de los años ochenta y posiblemente, incluye el subsidio a los combustibles. Eso deja a las instituciones del sector en una posición no mucho mejor de la que se encontraba hace dos décadas.

Debemos añadir el “conservadurismo” (por llamarlo de alguna manera) del enfoque de administración, que se discutirá más adelante.

## **Alternativas a la gobernanza tradicional: cesión de atribuciones de administración a los usuarios**

Muchos autores han referido la ausencia de “gobernanza” como la raíz del problema de la administración de los recursos pesqueros.<sup>20</sup> Sin embargo, no hay unanimidad en la definición de este término, que se deriva del francés “gouvernance” (que se empezó a usar ampliamente en Francia, a finales del siglo XVIII), de donde pasó al inglés “governance”. El término comenzó a usarse en español en tiempos relativamente recientes.

El Banco Mundial (Kauffmann et al., 2006)<sup>21</sup> define la gobernanza como “el ejercicio de autoridad política y el uso de recursos institucionales para manejar los problemas y asuntos de la sociedad”. Una definición alternativa<sup>22</sup> es “el cuerpo entero de interacciones públicas así como privadas dirigidas a resolver problemas y crear oportunidades sociales, incluye la formulación de principios que guían esas interacciones y las instituciones que las facilitan”. La primera definición parece referirse sólo a la acción gubernamental. La segunda, en cambio, incluye las interacciones entre individuos externos al gobierno, dirigidas a resolver problemas para asignar recursos y coordinar las actividades de la sociedad y la economía, como los que hemos referido anteriormente.

Este enfoque implica ceder ciertas atribuciones de administración de los recursos a los usuarios, otorgándoles derechos de uso exclusivo de los recursos. Aunque algunos autores hablan de derechos de propiedad,<sup>23</sup> se debe especificar aquí, que si la nación es la propietaria de los recursos naturales, de acuerdo con el artículo 27 de la Constitución, el estado puede otorgar derechos de uso sin alterar esa propiedad original.

Esos derechos pueden tomar la forma de mecanismos de mercado como las Cuotas Individuales Transferibles (CITs) o Administración basada en comunidades, también llamada Co-Manejo.

### **Cuotas individuales transferibles**

Los mecanismos de mercado son instrumentos económicos de regulación, que tiene como objetivo afectar los costos y beneficios de las

opciones que enfrentan los usuarios de los recursos, para influir en la conducta de los individuos a efecto de lograr una explotación eficiente del recurso. Las Cuotas Individuales Transferibles forman parte de un esquema general llamado, por algunos autores (p. ej. Daly, 2005)<sup>24</sup> de “*Cap and Trade*”, es decir Limitar (“Cap”, por los gobiernos) y Comerciar (“Trade” por los usuarios)”.

Las CITs son fracciones de una cuota total, determinada en base a la capacidad productiva del recurso explotado y el plan de manejo de la pesquería, que consisten en el derecho a capturar un volumen determinado que se otorgan a individuos o empresas, mismos que pueden ser vendidos y arrendados a cambio de un pago al Estado y cuyo valor, está garantizado por el valor de mercado de la captura.

El sistema de CITs reduce la incertidumbre,<sup>25</sup> “permite a los dueños administrar sus insumos y, en todo caso, decidir en qué momento puede llevar a cabo su actividad con la certeza de que no se enfrentará a una carrera por el recurso”.<sup>26</sup> Las CITs no sustituyen a las otras regulaciones sino que las complementan. Este es un sistema nuevo que se ha aplicado en pocos países. Para una discusión más amplia y citas de literatura relevante el lector puede remitirse a Fernández.<sup>27</sup>

Se percibe que la aplicación de un sistema de CITs pudiera aplicarse en pesquerías industriales en nuestro país. Existe consenso entre diferentes autores, (p. ej. Berkes *et al.*)<sup>28</sup> de que ese sistema debe limitarse a las pesquerías que capturen un número pequeño de especies desembarcando en un número relativamente reducido de puertos .

## **Comanejo**

Como Comanejo se entiende la participación comunitaria en el establecimiento de reglas para el uso del recurso, la cesión de derechos de uso o propiedad del mismo. Se ha postulado que el co-manejo es un buen sistema para la administración de pesquerías artesanales, en las que se capturan varias especies, el desembarco se realiza en múltiples

puntos y las operaciones de pesca son llevadas a cabo por individuos u organizaciones sociales y no sólo por empresas estructuradas. Se le llama también Manejo basado en comunidades, para dar un sentido de “pertenencia” que resulte en la percepción de manejo sustentable de los recursos, como una meta propia de la comunidad, a lograr por medio de la organización de las actividades de pesca, la toma de decisiones de administración y labores de vigilancia. Puede encontrarse más información en una amplia literatura que incluye Berkes *et. al.*<sup>29</sup>

En cierto sentido, el Comanejo precede históricamente a la administración por gobiernos y existen ejemplos de administración tradicional por comunidades en diversas partes del mundo. Ostrom<sup>30</sup> resume en ocho principios los resultados de los análisis propios y de otros autores, respecto a la administración exitosa a partir del enfoque de administración por comunidades en diferentes partes del mundo:

- 1) Los límites físicos externos e internos de las zonas de explotación del recurso están bien definidas, así como los derechos de cada usuario.
- 2) Existe coherencia de las reglas de explotación y cuidado del recurso con las condiciones locales (implica que, aunque las reglas de explotación son muy variables están definidas por las condiciones del recurso específico).
- 3) Las reglas de explotación y cuidado del recurso son determinadas colectivamente por los usuarios del recurso.
- 4) Supervisión. Los supervisores que vigilan las condiciones del recurso y su explotación son responsables ante, o forman parte de los usuarios del recurso.
- 5) Sanciones graduadas. Las sanciones que reciben los usuarios que transgreden las reglas se determinan por la gravedad y el contexto de la infracción por parte de otros usuarios, autoridades correspondientes o ambos.
- 6) Existen mecanismos para resolución de conflictos. Los usuarios y autoridades tienen acceso rápido y de bajo costo a instancias locales para resolver conflictos entre usuarios o entre usuarios y autoridades.

- 7) Reconocimiento de derechos de organización. Los derechos de los usuarios a construir sus propias instituciones o arreglos no son cuestionados por autoridades gubernamentales externas.
- 8) Existencia de “entidades anidadas”. Las actividades de explotación, cuidado del recurso, supervisión, aplicación de normas, resolución de conflictos y gestión, se organizan en múltiples niveles concéntricos es decir, organizaciones locales que están dentro de otras organizaciones o instituciones más grandes.

### **Inclusión de otros actores**

Las pesquerías dependen directamente del área costera directa (por los recursos y espacio) e indirectamente (por factores que afectan la productividad biológica). Esto hace al sector particularmente susceptible al impacto, en su calidad y productividad, de otras actividades económicas basadas en tierra o en el ambiente acuático como la agricultura, el transporte, la minería, el desarrollo urbano, el turismo, etc. En menor grado, el sector pesquero genera también efectos negativos en otras actividades que compiten con él, por espacio o recursos.<sup>31</sup>

Aunque tanto las pesquerías industriales como las artesanales se ven afectadas, se ha encontrado que son estas últimas las que sufren los mayores efectos. Los problemas más discutidos en un foro reciente son: a) La marginación de las pesquerías del debate de las políticas de desarrollo nacional e internacional, b) Débil capacidad de los pescadores para participar en esos debates de política, c) La falta de opciones de diversificación para desarrollo económico personal, dentro y fuera del sector, d) Cadenas de valor débiles y rentabilidad baja.<sup>32</sup>

En general, dado que el sector pesquero tradicionalmente ha aportado un porcentaje bajo del Producto Interno Bruto nacional (menos del 0.35% del PIB nacional a finales de los ochentas)<sup>33</sup> pudiera decirse que su prioridad es baja, en la planeación de políticas económicas. Sin embargo, aunque esto parece ser así en general, la gran excepción es, aparentemente, cuando se da mayor importancia a la actividad pesquera que a objetivos de protección ambiental, como se discutirá más adelante.

Así, aún cuando existen interacciones positivas, como el desarrollo turístico que genera empleos alternativos y demanda de productos pesqueros a nivel local, la importancia relativa de estas sinergias parece ser menor en comparación con las interacciones negativas.

En ese contexto, la aparente imposibilidad de aumentar la influencia de la pesca en la planeación económica se ve reducida al competir con otras actividades productivas, pues la inclusión de ésta en un marco administrativo más amplio es un requisito para armonizar su desarrollo con el de otras actividades realizadas en la zona costera, como la contemplada por Ciccini-Sain y Knecht.<sup>34</sup>

### **La pesca en el ecosistema**

En años recientes, es más frecuente escuchar de los efectos negativos de la pesca sobre los ecosistemas marinos. El efecto más directo y obvio, es la extracción de la especie explotada. Las diferencias en la susceptibilidad a la explotación entre las especies, según su lugar en la red trófica, causan cambios en la estructura y función de los ecosistemas, modificándose en la composición de las capturas.<sup>35</sup>

Los cambios en los ecosistemas también afectan a especies no explotadas. Nybakken<sup>36</sup> discute el caso de orcas en las Aleutianas que, al reducirse la disponibilidad de sus presas por efectos de la pesca, empezaron a consumir nutrias marinas, ocasionando un aumento en el número de erizos. Eso a su vez, resultó en la disminución de la densidad de las algas en los bosques de sargazos gigantes de la zona, hasta un décimo de la densidad original. Bascombe *et. al.* (2005)<sup>37</sup> encontraron que, en el Caribe, la sobrepesca de tiburones tiene un efecto dominó, de cambios en abundancia de varias especies de peces y contribuye a la degradación global del ecosistema del arrecife de coral. En ambos casos, los impactos de la pesca en la comunidad eran más fuertes de lo esperado, pues su objetivo eran especies clave, cuya eliminación puede desestabilizar toda la red trófica.

También existe un efecto directo sobre especies no objeto que son capturadas accidentalmente, lo que se conoce como pesca incidental o fauna acompañante. A inicios de los años noventa se calculaba que la captura incidental que se tiraba al mar sin aprovecharse, superaba los 20 millones de toneladas al año.<sup>38</sup> También, el efecto físico directo de las redes de arrastre en los fondos marinos ha sido ampliamente discutido por muchos autores (P. Ej. Pauly y Maclean).<sup>39</sup>

Delgado *et. al.*<sup>40</sup> citan estudios que refieren cifras, cuya interpretación indica que se destruye un metro cuadrado de coral por cada mero capturado en un arrecife en Indonesia, usando artes de pesca tradicionales. Los arrecifes en conjunto fijan la mayor parte del dióxido de carbono capturado por el océano, siendo un factor en las tendencias de calentamiento global.

Estos efectos sobre los ecosistemas terminan afectando la posibilidad de obtener beneficios económicos de los mismos, ya sea por pesca o por otras actividades que deben considerarse en la planeación pesquera.

Como resultado de estos hechos, a nivel mundial cada día se propugna más la adopción del Enfoque de Ecosistemas para la administración de las pesquerías. El objetivo de este enfoque es mantener la estructura y el potencial productivo del ecosistema, que generan flujos de recursos (generando ganancias económicas) y dan servicios ambientales.

Este enfoque reconoce el hecho de que las poblaciones explotadas se encuentran dentro de una red trófica y un ambiente a los que se está afectando en su totalidad con la explotación, aunque ésta se realice sobre unas pocas especies (Mangel *et. al.*, 2000).<sup>41</sup> Sobel y Dahlgren<sup>42</sup> comparan a la administración pesquera basada en especies con el mantenimiento de un automóvil, en el que sólo se toman acciones correctivas cuando ocurre una falla. Los mismos autores hacen un símil del Enfoque de Ecosistemas con el mantenimiento de un aeroplano en el que se intenta mantener todo el sistema en buen estado para prevenir fallas en alguna parte de él que amenazara su integridad. Por lo tanto, la supervisión del ecosistema en su conjunto es esencial.

En la adopción de este enfoque, debe quedar explícito como un objetivo de alta prioridad la conservación de la estructura y función del ecosistema para mantener su oferta de servicios ambientales (no sólo al sector pesquero sino a la sociedad en su conjunto).

Estudios de caso y líneas generales sobre este tema puede encontrarse en FAO (2003)<sup>43</sup> y Parsons (2005).<sup>44</sup>

### **Áreas marinas protegidas**

Aún cuando se consideran parte integral del “Enfoque de ecosistemas” presentamos por separado las Áreas Marinas Protegidas (AMP) toda vez que deben ser analizadas sin aplicar en su totalidad ese enfoque.

La función de las AMP es preservar propiedades, características y procesos de los ecosistemas. La diferencia, sutil, con las reservas dedicadas a la preservación de hábitats o especies protegidas de la explotación, es que la finalidad de su establecimiento es mantener o aumentar la disponibilidad de recursos explotables en áreas adyacentes.

Sobel y Dahlgren<sup>45</sup> citan estudios realizados en 89 áreas de reserva establecidas alrededor del mundo, en las que se muestran que en promedio se ha elevado al doble la densidad, triplicado la biomasa e incrementado la talla de los organismos en 20-30%. También citan estudios sobre aumentos de potencial reproductivo de dos órdenes de magnitud han permitido incrementar la talla de individuos reproductores dentro de las reservas.

Es de esperar la oposición al establecimiento de AMP por parte de los pescadores, al ser percibidas no como una herramienta para el mantenimiento de la actividad pesquera sino como un obstáculo a ella. Aún especialistas en economía pesquera como Hanesson<sup>46</sup> las califica de “conservacionismo excesivo”. Sin embargo, es de esperarse su adopción cada vez más amplia como una herramienta adicional en la administración pesquera.

## **Otros enfoques y herramientas a incorporar a la administración pesquera**

Dada la alta variabilidad de los fenómenos involucrados y la dificultad de obtener mediciones precisas y representativas al hacer evaluaciones pesqueras, siempre existirá la incertidumbre sobre la precisión de los resultados de investigación y, por lo tanto, en las recomendaciones que se derivan de ella. La probabilidad de error en las acciones de administración es proporcional a esa incertidumbre.

Para la toma de decisiones se debe considerar explícitamente la incertidumbre en las estimaciones en las que se basan y hacer una evaluación del riesgo, de no alcanzar los objetivos de administración o afectar la capacidad de renovación del recurso. A esto se le conoce como Análisis de Riesgo.

A la par del uso de Puntos de Referencia<sup>47</sup> (un valor dado de cierto parámetro de la población como mortalidad por pesca, número de reproductores sobrevivientes al final de una temporada, etc.), el análisis de riesgo da la probabilidad de ocurrencia y el riesgo, de eventos no deseados (como el colapso de una pesquería) al tomar diferentes alternativas de administración (como autorizar la entrada de otros barcos).

El análisis de riesgo se introdujo en la administración pesquera nacional en el sexenio 1994-2000, sin embargo por iniciativa del Instituto Nacional de Pesca, dejó de ser utilizado durante el siguiente (entre muchos retrocesos que se presentaron en la administración pesquera en ese periodo).

Por su parte, el llamado “Enfoque precautorio” consiste en que, ya conocidos los riesgos que implican varias acciones posibles a escoger, se seleccione la que represente el menor riesgo para la conservación del recurso y la subsistencia de la pesquería.

Aunque existen diferentes definiciones publicadas, en general se acepta que el Enfoque precautorio involucra la aplicación de previsión, tomando en consideración las incertidumbres en los sistemas naturales que incluyen a las pesquerías y la necesidad eventual de emprender acciones con conocimiento incompleto. Requiere, entre otros, de la estimación de las necesidades de las generaciones futuras y de evitar cambios en el sistema natural que sean potencialmente irreversibles. También implica la identificación previa de resultados indeseables y de las medidas que puedan evitarlos o corregirlos rápidamente. Se hace énfasis en que dónde el impacto probable del uso del recurso es incierto, debe darse prioridad a conservar la capacidad productiva del recurso.

Asimismo, debe asegurarse que la capacidad de captura y procesamiento sean adecuadas al potencial productivo del recurso para no agotarlo y que la limitación de esas capacidades, debe ser mayor cuando la productividad es incierta. Las actividades de pesca deben realizarse sólo bajo autorización previa de autoridades y deben estar sujetas a revisión periódica. La “carga de la prueba” (la obligación de demostrar) de cualquier propuesta de explotación que pudiera poner en riesgo la sustentabilidad de los recursos debe recaer en quien la hace (FAO, 1995).<sup>48</sup>

La administración pesquera nacional, así como en muchos casos la mundial, se ha caracterizado por su rigidez y resistencia al cambio en la administración de recursos muy variables en un medio ambiente dinámico. Lo mismo puede decirse de los fenómenos humanos ligados a la explotación pesquera.

El manejo adaptativo consiste en la modificación de las estrategias, instrumentos, enfoques y objetivos de la administración como resultado de la evaluación de los resultados de los monitoreos de su desempeño.<sup>49</sup>

#### **IV. REQUERIMIENTOS A CUBRIR PARA LOGRAR UN CAMBIO DE ENFOQUE EN LA ADMINISTRACIÓN PESQUERA NACIONAL**

Hemos discutido hasta ahora los problemas de la actividad pesquera y algunos enfoques y herramientas desarrollados en las últimas décadas para enfrentarlos.

Analizaremos ahora las necesidades a cubrir para la aplicación en la administración pesquera nacional de esos enfoques y técnicas. Se percibe que es necesario un esfuerzo de reforma institucional para actualizar la administración pesquera nacional y obtener mejoría en la situación tan crítica del sector. Iniciaremos con una breve discusión sobre las restricciones con las que trabajan los administradores de los recursos pesqueros.

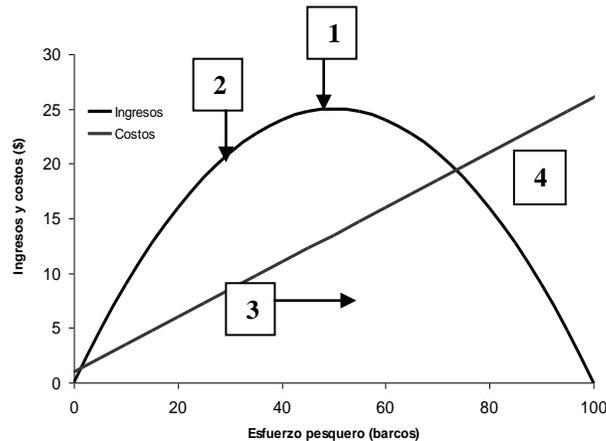
Idealmente, si el administrador de la explotación de los recursos pesqueros tuviera el control de los factores de producción, la información disponible sobre los niveles de explotación no estuviera sujeta a errores de medición y los ingresos de los pescadores provinieran sólo de la explotación del recurso, se enfrentaría a diversas decisiones, tales como obtener el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS, punto 1 en la figura 4) que implica no obtener la ganancia neta máxima posible de la explotación del recurso (el Rendimiento Máximo Sostenible Económico, RMSE, que se encontraría en el punto 2 de la gráfica).

Si se quisiera maximizar el número de empleos, se aumentaría el esfuerzo pesquero (en la dirección de la flecha marcada con 3) ocasionando que la captura sostenible fuera menor y que la ganancia neta disminuyera.

Lo anterior implica que, aún en circunstancias ideales, de total control y ninguna incertidumbre, no pueden obtenerse simultáneamente el máximo de empleo, rentabilidad y captura; el maximizar uno resulta en no obtener el máximo de otro.

La situación de la pesca nacional dista mucho de estar en esas condiciones ideales y, más bien, la mayoría de las pesquerías nacionales

se encuentran en el punto 4 de la figura, es decir a un nivel de captura más alto del que las poblaciones explotadas pueden soportar (reduciendo su disponibilidad) y a un nivel de esfuerzo que no permite obtener rentabilidad. Eso coloca a la pesca en una situación conflictiva entre usuarios y los objetivos de protección ambiental, una creciente dependencia de subsidios que implica el ligar recursos públicos a una actividad que no sólo resulta improductiva económicamente, sino que ocasiona el agotamiento de los recursos. Ese agotamiento, a su vez, agudiza los problemas señalados, encontrándose el sector en un círculo vicioso en el que los problemas no pueden sino agravarse, de no cambiar las condiciones actuales.



**Figura 4.** Posibilidades de maximizar producción, ganancias netas y empleo en una pesquería ideal.

En un documento reciente (OCDE, 2005)<sup>50</sup> se afirma que la administración pesquera en México involucra el “establecimiento de volúmenes de captura permisibles basados en el criterio del Rendimiento Máximo Sostenible” (el punto 1 en la figura 4).

Esto es difícil de conciliar con los hechos, las tendencias de las capturas no serían negativas y la actividad sería rentable si eso fuera así. Falta por conocerse un documento oficial que delimite el esfuerzo pesquero para obtener el Rendimiento Máximo en una pesquería nacional. Aún,

asumiendo que ésta hubiera sido la política de administración alguna vez, no se estaría obteniendo el Rendimiento Máximo Sostenible y no se podría hablar de una administración óptima.

Ya Larkin en 1977<sup>51</sup> había escrito un “Epitafio para el Rendimiento Máximo Sostenible” afirmando que tal vez fuera un concepto aceptable en sus años de estudiante (30 años antes) pero que los hechos habían evidenciado su falta de utilidad como criterio de administración. Hilborn y Walters (1992)<sup>52</sup> discutían que “todos reconocen” que el RMS no podía ser el único criterio de administración de una pesquería y debían considerarse otros criterios como el económico. Estos autores lamentan la “visión estática”, prevaleciente de la administración pesquera.

Berkes *et. al.*,<sup>53</sup> discuten el concepto de Rendimiento Óptimo Sostenible (ROS) como criterio de administración. A diferencia del RMS o el RMSE, no se trata de maximizar el valor de una sola variable como producción o ganancia neta económica, sino que se intenta obtener resultados relacionados con diferentes objetivos como producción, ganancia económica, empleo, conservación de hábitat y otros.

Como vimos, es imposible maximizar todos ellos al mismo tiempo. Por lo tanto, el usar este criterio, a diferencia del RMS y el RMSE que implican un proceso de maximización que produce un solo número, requiere decidir cuál de esos objetivos se quiere lograr, hasta qué grado, así como estar consciente que el aumento en uno de ellos resulta en disminuir alguno o varios de los otros.

En un sector como el pesquero, las ganancias para uno llegan a costa de las pérdidas de otro. Esto es particularmente notable en ciertas pesquerías como la del camarón, donde la competencia entre los segmentos industrial y artesanal es tan grande por tratarse de una pesquería secuencial. Si añadimos la competencia con otros sectores económicos, es fácil ver que la planeación para determinar objetivos con el criterio de ROS implica considerar que no se obtendrá el máximo posible en ninguno de ellos por separado y que se deben tomar en cuenta

los objetivos individuales de cada usuario y los efectos de la competencia entre ellos (aún cuando no pertenezcan al sector).

Desde el punto de vista de este autor, lo anterior implica adoptar las siguientes estrategias generales:

### **1) Modificar la interacción entre los usuarios de los recursos**

Un aspecto notable al revisar la literatura internacional en materia de nuevos enfoques administrativos y sus modificaciones en la administración pesquera nacional, es la diferencia en la interpretación del término “descentralización”.

En nuestro país ese término se ha usado para referirse, casi exclusivamente, a la cesión de atribuciones a gobiernos locales o estatales (y, en una interpretación aún más estrecha, a la relocalización geográfica de oficinas), mientras que en la literatura internacional se habla, sobre todo, de cesión de atribuciones a los usuarios.

La idea principal detrás de estos nuevos enfoques es dar sentido de “pertenencia”, asignando derechos claros, individualizados y limitados de uso del recurso que resulte en una administración más eficiente, menos conflictiva y con mejor conservación de los recursos. El requerimiento principal para aplicarlos es modificar las estrategias administrativas haciendo énfasis en la interacción de los usuarios.

Ibáñez de la Calle *et.al.*,<sup>54</sup> presentan algunas condiciones para que, en su opinión, el sistema de Cuotas Individuales Transferibles fuera exitoso en nuestro país:

- a)** Fortalecer el respeto a los derechos de propiedad, para que la asignación de cuotas genere sentimiento de pertenencia y exclusividad sobre los recursos.
- b)** Incrementar los recursos disponibles para aumentar la vigilancia y cumplimiento de la regulación, así como para fomentar la

investigación y el uso de mejor tecnología pesquera en términos de su impacto ambiental.

- c)** Fomentar el interés de los actores involucrados por este tipo de esquemas para que se entiendan los beneficios desde la perspectiva ambiental y económica.
- d)** Reforzar el marco regulatorio y formalizar la actividad tanto de la flota de altura como de la ribereña.
- e)** Considerar que las características biológicas de la especie (tales como la longevidad y los patrones de migración) se presten para poder regularlas vía cuotas.

En la opinión de este autor, pudiera considerarse que la vigilancia sobre las embarcaciones que operaran en ese esquema, dado el sistema actual de monitoreo de los movimientos de la flota por satélite (las CITs se aplicarían principalmente a flotas industriales) pudiera centrarse en el cumplimiento de la cuota individual, evitando el sobreporte. La vigilancia usual para evitar pesca ilegal por individuos no involucrados en el sistema de CITs, es la que debería ser fortalecida ya que ha probado ser insuficiente.

La implantación de un sistema de CITs obviamente implica alteraciones en la estructura económica del sector. Clark<sup>55</sup> cita entre los efectos colaterales de su uso:

- a)** La adjudicación inicial de cuotas puede ser controversial y resultar en ventajas iniciales indebidas para ciertos usuarios.
- b)** La transferibilidad de las cuotas puede generar concentraciones en ciertos individuos o empresas a costa de la exclusión de otros.
- c)** También puede resultar en la posesión de cuota en manos de no pescadores que renten su derecho a explotación y acumulen las

ganancias. Esto puede repercutir en disminuir el incentivo para la conservación del recurso.

Adicionalmente, las reducciones de esfuerzo pesquero resultado de la aplicación de un sistema de CITs implicarían también disminuciones en el empleo. Por lo tanto, se deben considerar acciones destinadas a evitar o aminorar el efecto negativo de las situaciones enunciadas. El encontrar ese tipo de acciones no sea fácil, se ve reflejado en que en la legislación estadounidense, la Ley de Pesquerías Sostenibles (Sustainable Fisheries Act) de 1996 (que es una reforma de la legislación correspondiente de 1976) se impuso una moratoria a la imposición de planes de manejo que utilizaran CITs por “los privilegios que crean, el potencial de disminuir el empleo y cambiar las relaciones económicas entre individuos y comunidades”. El identificar un mecanismo para evitar estos efectos negativos antes de implementar este sistema parece fundamental. Requiriéndose en consecuencia, un estudio previo y cuidadoso de la estructura socioeconómica del sector.

Algunos autores (Hanesson,<sup>56</sup> Iudicello *et. al.*<sup>57</sup>) han encontrado, entre otros factores, que las resistencias por parte de la burocracia de administración a ceder el “poder” que dan sus atribuciones (en Noruega) o de la industria pesquera de afrontar la competencia en un entorno tradicionalmente monopólico (en Chile), han impedido la aplicación exitosa de las CITs. Clark<sup>58</sup> refiere que la resistencia al pago de derechos, que implicaría un sistema de CITs, de una industria acostumbrada al uso del recurso con pagos mínimos y altamente subsidiada es un factor a considerar en la planeación de tal sistema.

Para evitar esos problemas, parece necesario realizar consultas con el sector productivo y la difusión de las características del sistema de CITs. También lo es la determinación de las necesidades de personal, sistemas de información y organización institucional que resultarían de la implementación del sistema de CITs. Esto debería hacerse previamente a su aplicación real. La transparencia en esos procesos y la participación de Organizaciones no Gubernamentales (ONGs) como observadores se ven como requisitos para realizarlos exitosamente.

Asimismo, es oportuno referir que sería necesario fortalecer las capacidades de investigación para determinar las cuotas sostenibles y sus variaciones. Una discusión más amplia así como citas de literatura sobre el tema se pueden encontrar en Fernández.<sup>59</sup>

En cuanto al Comanejo, centraremos la discusión en los ocho principios enunciados por Ostrom.<sup>60</sup> Respecto al principio 1, en nuestra opinión, todavía queda un largo camino por recorrer en el establecimiento de límites claros y definidos en áreas de explotación en nuestro país. Las concesiones territoriales no están ampliamente extendidas en México. Una excepción serían las concesiones del área otorgadas a cooperativas que aprovechan los recursos bentónicos como abulón o langosta. En la nueva Ley de Pesca, se dice que la Secretaría “podrá” determinar, en coordinación con gobiernos estatales y municipales, áreas reservadas para la pesca artesanal. En nuestra opinión esto puede constituir un paso adelante que daría un fundamento territorial para el Co-manejo.

La flexibilidad en la organización y administración que implicarían los principios 2 al 5, no parecen compatibles con la rigidez y centralización tradicionales de la administración nacional de las pesquerías. Para lograr las condiciones compatibles con estos principios se requerirían procesos de consulta con los usuarios y determinación de necesidades institucionales, como los discutidos para el sistema de CITs.

Podrían acomodarse los requisitos del principio 6 dentro de los comités estatales de pesca responsable, pero las autoridades han sido renuentes a formar o fortalecer estos comités, (Ruíz-Moreno y Mérito-Orellana, 2006).<sup>61</sup>

Los requerimientos del principio 7 son similares a los principios 2 al 5. Ostrom encontró que la resistencia gubernamental a la existencia y funcionamiento de las instituciones de acción colectiva era un factor determinante para el fracaso de las mismas. Aunque puede encontrarse alguna base para el Co-manejo en las prácticas de manejo tradicionales, los ejemplos de este tipo de administración son escasos en México. Chenaut (1985)<sup>62</sup> informa de un sistema, tradicional y voluntario, de

divisiones territoriales entre los pescadores de la Península de Yucatán dónde se asignaban unidades territoriales a las comunidades, independientemente de su afiliación en las cooperativas de pesca. Este autor hace un comentario sobre el hecho que las autoridades de no reconocieron estas divisiones territoriales. Algunas comunidades en el Pacífico, trabajando con recursos generales han tenido experiencias exitosas en administración comunitaria, obteniendo la certificación del World Stewardship Council que, sin embargo fue obstaculizado inicialmente por las autoridades pesqueras mexicanas (Bourillon y Ramade, 2004).<sup>63</sup>

En ese sentido, el co-manejo puede ser el resultado de arreglos institucionales *ad-hoc*, no basados en instituciones comunitarias preexistentes. Bretón (2006),<sup>64</sup> comenta las propuestas del uso de contratos colectivos para recursos pesqueros que podrían resultar en descentralizar funciones de administración a los usuarios en el Mar Mediterráneo.

Con respecto al principio 8, el efecto de un corporativismo aún existente, refiriéndonos al control de las actividades ciudadanas por medio de organizaciones controladas por el estado o por grupos de interés con una mayor o menor relación con él, tiene que ser examinado cercanamente.

En el análisis de Ostrom, se muestra que aunque en varios casos se crearon sistemas de derechos de uso, los recursos no se transformaron al régimen de propiedad privada. Muchos de los acuerdos institucionales exitosos fueron mezclas de agencias públicas y privadas. Ostrom también encontró que la existencia de incentivos para cooperar (en la forma de ganancias sostenidas futuras) y la percepción de justicia de los arreglos son ingredientes importantes en el logro de la creación de instituciones de administración exitosas.

Las experiencias actuales indican que el establecimiento de un régimen de Co-manejo podría resultar en disminuir la sobreexplotación y sobrecapitalización en pesquerías artesanales y reducir el potencial de conflicto. Sin embargo, así como con los regímenes de CITs, existe el

potencial de que los usuarios con relaciones comunales débiles sean desplazados, por lo que la elaboración de estudios sobre la estructura y funcionamiento socioeconómicos de las comunidades de pesca artesanal, serían un prerrequisito para la implantación del sistema.

## **2) Incorporar enfoques más amplios y modernos de administración del sector pesquero**

Aparentemente, los usuarios (e incluso los tomadores de decisiones) perciben la administración de pesquerías como separadas de las necesidades de protección del ambiente y a éstas como un obstáculo a la producción. Esta percepción muy extendida de la pesca como una "actividad productiva" y no como un recurso natural, ha llevado a diseñar políticas que en muchas ocasiones no son compatibles con las de otras ramas del gobierno. Meynem y Doornbos (2004)<sup>65</sup> señalan que agencias gubernamentales que toman partido con sectores diferentes (en lugar de servir como un mediador unificado trabajando por el bien común de la sociedad que representa) tienden a empeorar los conflictos existentes. Por lo menos, éste ha sido el caso de la muy discutida NOM029 sobre tiburón o el Área Natural Protegida del Alto Golfo de California.

El enfoque "productivista" basado en subsidios, extremadamente estrecho de miras, en apariencia fue la causa principal detrás de las transferencias del sector pesquero entre secretarías de estado en años recientes. La contraposición de la "actividad productiva contra recurso natural" es una dicotomía artificial, resultante de intereses de grupo que sólo están dañando al mismo sector pesquero y dificultando su funcionamiento armónico con otras actividades productivas y los objetivos de protección ambiental.

El incluir las consideraciones ambientales y el enfoque de ecosistemas en la administración pesquera no significa necesariamente la inclusión de la pesca en la cabeza sectorial del medio ambiente, aunque esa eventual inclusión no implicaría tampoco el no considerar factores productivos. Independientemente de su adscripción administrativa, la inclusión de la pesca en un marco administrativo más amplio, es un requisito para

armonizar su desarrollo con el de otras actividades llevadas a cabo en la zona costera o en las aguas continentales, sea esa inclusión en la forma de incorporación a otra institución o como en acciones de transversalidad y armonización de políticas dentro de un marco de Administración Costera Integral, como la contemplada por Cicin-Sain y Knecht (1998).

Un obstáculo para tal transversalidad y armonización de políticas, es la percepción de las personas que ocupan puestos gubernamentales como cotos de poder más que de responsabilidades ante la sociedad.

Otro obstáculo es la influencia excesiva de la industria pesquera sobre la toma de decisiones. Se ha señalado que a nivel mundial, en pocos sectores productivos el regulado tiene tanta influencia en la regulación. Esto de ninguna manera es exclusivo de nuestro país, Clarck<sup>66</sup> refiere que “la industria pesquera casi siempre es una fuerte influencia sobre las decisiones de administración, tomándose muchos acuerdos detrás de puertas cerradas con pocas o nulas intervención y conocimiento públicos. El interés público a menudo simplemente no está representado. Aún así, el público es el poseedor originario de los recursos”. Dobbs (2000)<sup>67</sup> y Weber (2002)<sup>68</sup> ven ese exceso de influencia de la industria pesquera y la presión ejercida por el sector productivo en la toma de decisiones en los Estados Unidos, como un obstáculo para establecer controles efectivos que hagan eficiente y rentable la explotación. Dobbs describe a esa situación como “el zorro cuidando el gallinero”.

El establecimiento de políticas transversales como la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas propugnada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales puede ser un paso en la dirección correcta hacia una administración integrada de las zonas costeras que incluya a la pesca. Está pendiente vencerse las resistencias para esa integración.

Asumiendo que se tenga ya el marco institucional para una Administración Integral de la Zona Costera que incluya el Enfoque de Ecosistemas e instrumentos como el establecimiento de Áreas Marinas Protegidas en la administración pesquera, el proceso de desarrollar y modificar un plan de

manejo con ese enfoque requiere una serie de pasos iterativos que requiere el definir el alcance geográfico y temporal del plan, recabar la información de línea de base, definir objetivos (junto con sus indicadores y medidas de desempeño) basados en las especies (p.ej. los cambios en la probabilidad de colapso de la población explotada), los objetivos orientados al hábitat (p.ej. ¿cuánto del hábitat debe permanecer inalterado?) y los objetivos orientados al proceso (p.ej. ¿qué tanto cambio en la productividad del ecosistema puede tolerarse antes de aplicar las acciones de administración?) y la formulación de reglas de monitoreo y evaluación (FAO,2003;<sup>69</sup> Mangel<sup>70</sup>). En este proceso se incluyen tanto etapas administrativas como técnicas, lo que requiere la interacción armónica de instituciones de investigación y de administración, situación que no ocurre actualmente.

La participación ciudadana, que propugne el diseño de una nueva política transversal con enfoque ecosistémico y se involucre activamente en ella, pudiera ser el primer paso para lograrlo y un campo de acción obvio para Organizaciones no Gubernamentales. Al final, sin embargo, las decisiones gubernamentales para apoyar tales políticas son el requisito decisivo para su éxito.

En el plano técnico, el empleo de modelado ecosistémico es una herramienta básica para la toma de decisiones en el mismo sentido en que los modelos de dinámica poblacional usados en la Biología Pesquera han sido la base (al menos teóricamente) en la administración pesquera tradicional. Existe la necesidad de establecer bases técnicas y operativas para la aplicación de tales modelos que aún no se han utilizado en nuestro país.

Los sistemas de modelado ecosistémico, con miras a su aplicación en administración pesquera, han existido por algún tiempo desde el Análisis de Población Virtual Multiespecífico (MSVPA) hasta los más recientes Ecopath y sus derivados y Atlantis (una comparación de los cuales puede encontrarse en Plagányi (2007)).<sup>71</sup>

En nuestro país se requerían dos cosas para su aplicación. La primera sería el entrenamiento de personal de investigación en el uso de tales sistemas, la segunda sería cubrir los requerimientos de datos. “Hay una conciencia creciente que todavía está por lograrse en progreso sustancial para aplicar modelos fiables de simulación del ecosistema en la mayoría de las regiones del mundo, dada la necesidad considerable de datos y su análisis complejo”, comenta Plagányi. Esto remite, de nuevo, a la necesidad de fortalecer las instituciones de investigación.

### **3) Adecuaciones para adoptar el enfoque precautorio, análisis de riesgo y manejo adaptativo**

Aunque la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables<sup>72</sup> publicada recientemente en el año 2007 definió nuevos instrumentos para la administración (notablemente ausentes en legislaciones anteriores, dando un campo fértil para la discrecionalidad), como los planes de manejo, los nuevos enfoques como la sustentabilidad y el Enfoque Precautorio están débilmente definidos. Esto dificulta, por decir lo menos, su implementación.

Un elemento importante para la adopción del Enfoque Precautorio en la administración pesquera es establecer los marcos legales e institucionales para hacerlo. De acuerdo con la FAO<sup>73</sup> falta mucho por hacer al respecto en el mundo. Este es precisamente el caso en nuestro país.

En los siguientes párrafos se expondrá una propuesta concreta, la cual fue presentada en el foro sobre el anteproyecto de Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables que se celebró en la Ciudad de México el día 18 de junio del 2008 para introducir este enfoque en la legislación pesquera actual.<sup>74</sup> En la opinión del autor, es preciso incorporar explícitamente las nuevas tendencias de la administración pesquera mundial, son necesarias para fortalecer el marco institucional del sector.

Al respecto, en el artículo 46 del proyecto de Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables se hace mención del

“Principio de Precaución”, que tomaremos aquí como sinónimos del Enfoque Precautorio. En el artículo mencionado se lee:

**Artículo 46.** *En la emisión de opiniones técnicas y científicas y dictámenes técnicos a la autoridad competente, conforme a lo establecido en el Artículo 29, fracciones II y XII de la Ley, el INAPESCA deberá guiarse por principios de sustentabilidad, con elementos basados en la mejor información disponible, y en caso necesario, apegado al principio de precaución”.*

*Esto parece hacer descansar en el INAPESCA la responsabilidad de la aplicación del Enfoque Precautorio. Sin embargo, en la Ley esa responsabilidad se deposita en las autoridades administrativas, se entendería como tales las encargadas de la toma de decisiones. Así se lee en la fracción VIII del artículo 17 de la Ley en comento al enlistar los Principios Generales de la Política Nacional de Pesca y Acuicultura Sustentables:*

**Artículo 17.** *Para la formulación y conducción de la Política Nacional de Pesca y Acuicultura Sustentables, en la aplicación de los programas y los instrumentos que se deriven de esta Ley, se deberán observar los siguientes principios.*

**VIII.** *Con el fin de conservar y proteger los recursos pesqueros y los ecosistemas en los que se encuentran las autoridades administrativas competentes en materia de pesca y acuicultura adoptarán el enfoque precautorio que incluya la definición de límites de captura y esfuerzo aplicables, así como la evaluación y monitoreo del impacto de la actividad pesquera sobre la sustentabilidad a largo plazo de las poblaciones;*

Como se ha mencionado previamente en este documento, en el proceso de administración pesquera siempre deberían considerarse los siguientes elementos:

- 1) Susceptibilidad del recurso a efectos como la sobreexplotación, ambientales o ambos.
- 2) Incertidumbre en la evaluación de su estado (por variabilidad del recurso o de su ambiente, dificultades en su evaluación y otros).
- 3) Por la incertidumbre inherente, dificultad en tomar una decisión que no afecte negativamente al recurso.
- 4) El riesgo, es decir, la probabilidad, bajo diferentes alternativas de administración, de afectar negativamente al recurso.

La responsabilidad del **INAPESCA** en este esquema sería considerar explícitamente la incertidumbre en sus evaluaciones y señalar los riesgos inherentes en cada sistema de administración. Una redacción alternativa del artículo 46 pudiera ser

*“En la emisión de opiniones técnicas o científicas y dictámenes técnicos, a la autoridad competente, conforme a lo establecido en el Artículo 29, fracciones II y XII de la Ley, el INAPESCA deberá guiarse por principios de sustentabilidad, con elementos basados en la mejor información disponible, **considerando explícitamente la incertidumbre en sus evaluaciones y señalando los riesgos inherentes en cada posible alternativa de administración.**”*

Consecuentemente, la responsabilidad de la autoridad, en términos de la aplicación del enfoque precautorio o principio de precaución sería elegir la alternativa que represente menor riesgo para el recurso.

En caso de falta de información científica para la toma de decisiones, debería quedar asentado en la legislación (en este caso el reglamento) que “La falta de información científica adecuada no deberá utilizarse como razón para aplazar la adopción de medidas para conservar las especies pesqueras y sus ecosistemas”, que es una redacción aceptada internacionalmente en el Código de Conducta para la Pesca Responsable. Este texto aparecía en la Iniciativa de Ley presentada por la Comisión de Pesca en diciembre del 2004 y debería incluirse en las definiciones de la legislación.

Al adoptar una alternativa de administración que se considere la menos riesgosa, siempre existirán partidarios de tomar otra que usualmente produce mayores ganancias de corto plazo para ellos.

En ese caso, la legislación (a la fecha de la propuesta, del reglamento) debe establecer que “el peso de la prueba”, es decir, la obligación de presentar evidencia a favor de una alternativa distinta a la tomada bajo el principio de precaución, recae en las personas que propugnan esa alternativa.

El tener una definición explícita y denominación unificada del mismo, no presente en la Ley actualmente ni en el proyecto de reglamento en el 2008, nos parece fundamental para la aplicación del Enfoque Precautorio. Se proponía incluir en el artículo 2, como definición del Enfoque Precautorio (que es la denominación que usa la Ley) la siguiente:

*“Consideración explícita de la incertidumbre en las evaluaciones de los recursos, determinación del riesgo de diferentes alternativas de administración de los mismos y selección de las que presenten los menores riesgos para el aprovechamiento sostenible del recurso. La falta de información científica adecuada no deberá utilizarse como razón para aplazar la adopción de medidas para conservar las especies pesqueras y sus ecosistemas. En caso de existir desacuerdo con la toma de decisiones adoptadas bajo este principio, la responsabilidad de presentar evidencia a favor de una alternativa de administración diferente recaerá en sus proponentes”.*

Asimismo, es oportuno modificar la redacción de las fracciones VI, VII y VIII del artículo 7 del reglamento en los términos siguientes:

**Artículo 7.**

...

- VI.** *Establecer los volúmenes de captura permisible; de acuerdo con lo recomendado por el INAPESCA y utilizando el Enfoque Precautorio.*

- VII. *Expedir los acuerdos para determinar, modificar o suprimir las épocas y zonas de veda; de acuerdo con lo recomendado por el INAPESCA y utilizando el Enfoque Precautorio.*
- VIII. *Establecer las épocas, zonas y tallas mínimas de pesca, el número máximo de ejemplares susceptibles de captura por pescador deportivo y por día, así como las características particulares de las artes y métodos de pesca permitidos en las normas oficiales mexicanas, considerando, entre otros aspectos, las condiciones del recurso que se trate y las características del lugar donde se pretenda desarrollar dicha actividad; de acuerdo con las opiniones y dictámenes técnicos del INAPESCA, acorde a los planes de manejo pesqueros sancionados y utilizando el Enfoque Precautorio.*

A la fecha en que se escribía este texto no se había emitido el Reglamento, por lo que queda por ver los pasos que se darán para la adopción del Enfoque Precautorio. Al respecto, es necesaria la intervención de la sociedad civil, como ONG´s entre otros, para propugnar y vigilar la implementación efectiva de este enfoque.

La adopción e implementación del manejo adaptativo, en teoría, sólo requeriría la previsión de alternativas posibles de acción de administración y la disposición al análisis continuo y frecuente de información sobre indicadores preestablecidos que permita la adopción de esas alternativas. La captación constante de esa información requeriría el fortalecimiento de las capacidades de investigación, pero también de la captación de datos estadísticos de capturas y otros indicadores. Notablemente, éstas han estado entre las capacidades más debilitadas por el reciente desmantelamiento institucional.

Desde el punto de vista técnico, se percibe que es necesario entrenamiento, tanto a personal de investigación como a tomadores de decisiones sobre técnicas de Análisis de Riesgo.

## Las instituciones

Un punto de partida fundamental para reformar la administración pesquera nacional es el fortalecimiento de las instituciones que atienden al sector. Como se ha discutido, después de un debilitamiento gradual que duró al menos dos décadas se dio un desmantelamiento institucional en el sexenio 2000-2006. Eso ha dejado al Estado incapacitado para cumplir con sus funciones respecto al sector pesquero.

Hernández y Kempton<sup>75</sup> percibieron que en la administración 1994-2000 hubieron avances que coincidían con las tendencias mundiales, sin embargo percibían que el arreglo institucional durante la administración 2000-2006 resultaba en un retroceso en ese proceso, dado el debilitamiento de las instituciones.

La institución administradora necesita una estructura que le permita tener alcance nacional. Como mínimo se deberá pensar en reincorporar las subdelegaciones de pesca y los centros acuícolas a su control directo. El reanudar las labores de extensionismo y asesoría técnica son necesarios para activar la acuicultura rural. El mero apoyo económico a proyectos productivos sin esos catalizadores no permite prever que mejore la situación actual. Una mayor independencia administrativa, al menos como organismo descentralizado en lugar de desconcentrado como actualmente, se percibe como necesaria, aunque se deberían revisar los aspectos jurídicos que implica la aplicación de una Ley General al sector.

El artículo 12 del Código de Pesca Responsable, del cual México es promotor y adherente, expresa: “Los Estados deberían reconocer que la pesca responsable requiere de una sólida base científica que deberá estar disponible para asistir a los administradores pesqueros y otras partes interesadas en la toma de decisiones”. Asimismo este Código establece que fomentar y realizar dicha investigación es responsabilidad del Estado:

“Los Estados deberían estar en capacidad de llevar a cabo la evaluación y el seguimiento del estado de las poblaciones de peces que se encuentran en su jurisdicción, incluidos los

efectos de los cambios de los ecosistemas, derivados de la presión pesquera, la contaminación o la alteración del hábitat”.

El Instituto Nacional de la Pesca es una institución con más de 45 años de existencia, que ha contribuido decisivamente en el desarrollo de la ciencia pesquera nacional y que cumple una importante función en la administración de los recursos pesqueros. Sin embargo, el Instituto ha venido sufriendo desde por lo menos hace dos décadas, un proceso de degradación de sus capacidades operativas. Esto fue documentado por Csirke *et.al.* (1991)<sup>76</sup> y puede constatarse que muchos de los problemas actuales en la institución son continuación de tendencias mantenidas por décadas. A esto se agrega un sexenio de desmantelamiento y de rigidez para contratación de nuevas plazas de investigadores y técnicos. Debido a la reducción del personal y a problemas organizativos, es factible que se esté operando a un nivel cercano a la mitad de la capacidad operativa de la administración 1994-2000.

La estructura “regionalizada” actual (direcciones generales a cargo de regiones), que ha sido justificada por la anterior administración como un mecanismo para “desembarazar” a la Dirección en Jefe de asuntos regionales, para que ésta se enfocara a la agenda internacional” (muy probablemente refiriéndose a los bloqueos comerciales y demás asuntos relacionados con la pesquería del atún) ha resultado en agravar problemas previamente existentes, como la falta de estandarización metodológica, la inexistencia de bases de datos institucionales o la integración de enfoques para los diferentes recursos pesqueros.

Aunque en la legislación vigente se le han asignado correctamente nuevas atribuciones, como la elaboración de planes de manejo y del Programa Nacional de Investigación Científica Tecnológica en Pesca y Acuicultura; la coordinación de la Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura, así como la elaboración de la Carta Nacional Pesquera (ahora con carácter vinculante para la autoridad administrativa), dicha asignación de atribuciones se realizó cuando se ha debilitado a la institución.

Con la estructura actual, no se tienen los recursos institucionales necesarios para atender adecuadamente las funciones de alcance nacional (como la integración de resultados de investigación o la organización de las redes de investigación pesquera nacional). Curiosamente, con la estructura actual, el Director en Jefe no cuenta con apoyo institucional para responder a las responsabilidades del Instituto Nacional de la Pesca. En lugar de “desembarazar” de tareas a la Dirección en Jefe para un “mejor cumplimiento” de sus funciones (como se aseguraba en la administración anterior), la estructura actual sobrecarga de trabajo a esa Dirección, impidiendo que lleve a cabo labores de coordinación y dirección, como debería ser el caso.

Esta institución requiere un fortalecimiento urgente, a partir de la reorganización, ingreso de nuevo personal e implementación de un programa de superación y actualización académica y técnica para que el gobierno, a través de ella, pueda cumplir adecuadamente las funciones que le asigna la Ley.

La actuación armónica de las instituciones administrativas y de investigación que atienden al sector debiera ser una condición obvia a cubrir. Sin embargo, históricamente la entidad administrativa ha mantenido al Instituto Nacional de Pesca en condición subordinada, obligándola a funcionar como generador de opiniones científicas *ad hoc* para justificar decisiones de administración previamente adoptadas o acordadas. Actualmente, lejos de contribuir a su fortalecimiento, la autoridad administrativa contrata estudios como el Plan Rector del sector y semejantes a otras instituciones. En la opinión de este autor, una mayor autonomía institucional, al menos como institución descentralizada, junto con transparencia y análisis abierto de su producción científica pueden ayudar a cumplir cabalmente sus funciones.

Además del fortalecimiento institucional, otro elemento esencial de una buena administración pesquera es la capacidad de los administradores de incorporar los nuevos enfoques y técnicas, como las mencionadas en este trabajo. Paralelamente, el personal de investigación debe mantenerse actualizado en las nuevas técnicas de evaluación. El que ambas partes

compartan un conocimiento operativo, facilitaría su comunicación y operación. Para lograr esto se percibe como necesaria la capacitación específica para la administración pesquera de las personas que ocupan puestos de dirección y operativos en las instituciones del sector. Jodice *et al.*<sup>77</sup> Hace referencia a los requerimientos y potenciales beneficios de tal capacitación.

La ampliación de los objetivos de investigación más allá de la biología de los recursos y tecnología de capturas para incluir aspectos económicos y sociales y de los ecosistemas donde se incluyen los recursos pesqueros también es un requisito fundamental para modificar el esquema actual de administración.

Por último, la descentralización de atribuciones a estados y municipios que establece la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, en un contexto de transición potencialmente no muy ordenada del sistema centralizado, la falta de capacidad técnica y de administración de esos gobiernos son todavía problemas no resueltos. La creación de capacidades de administración e investigación a nivel estatal se ve como requisito para el ejercicio adecuado de esas atribuciones.

## **V. REFLEXIONES FINALES**

Para finalizar, parece pertinente señalar que la pesca no ocurre en un medio aislado. Se ha manifestado en este trabajo que una de las causas de los problemas actuales del sector pesquero es el exceso de usuarios de los recursos. Este exceso deriva en muchos casos, en particular en la pesca artesanal, de la falta de oportunidades laborales en otros sectores económicos. Fernández<sup>78</sup> mostraba que el aumento en número de embarcaciones pesqueras había sido considerablemente más grande en los estados con mayor grado de marginación. La pesca, con su carácter de recurso de uso común percibido como inagotable y con una regulación laxa, ha sido irreflexiva e irresponsablemente considerada como red de seguridad contra el desempleo y como una vía para proporcionar alternativas económicas. En la pesca, entonces, influirán

factores más allá de la posibilidad de intervención de las autoridades pesqueras. Sólo políticas de desarrollo que resultaran en disminuir la marginación reducirían la presión sobre los recursos pesqueros. Pero eso no está a la vista.

Ante esa presión, las regulaciones pesqueras y las recomendaciones científicas de limitar el acceso a los recursos son poco populares ¿Cómo justificar la reducción de esfuerzo que resulte en desempleo en una economía con débil crecimiento? Ante esa impopularidad ¿Cómo evitar políticas de “matar al mensajero” que consideran que es mejor debilitar a las instituciones que dan las malas noticias? ¿Cómo hacer creíbles las alternativas propuestas a los usuarios deseosos de explotar los recursos pesqueros? Se menciona frecuentemente a la acuicultura como alternativa a los desplazados por la administración de los recursos o la caída de las capturas. Sin embargo, no se promueve el tipo de acuicultura que podría cubrir las necesidades de esos desplazados u otros grupos con desventajas sociales.

Las dificultades enfrentadas por el sector pesquero han aumentado en cantidad y se han diversificado. La situación actual es totalmente diferente a la del periodo de optimismo de mediados del siglo pasado. Sin embargo, la administración pesquera nacional persiste en usar viejos enfoques.

La administración pesquera nacional se ha basado en el “fomento” en los años previos al fin de la década de los ochenta, la “liberalización” a partir del inicio de la década de los noventa (con un breve intento de incorporar criterios más amplios e innovadores de 1994 al 2000), culminando en desmantelamiento y aislamiento institucional y una gobernanza cada vez más inefectiva, basada en un enfoque que data de mediados del siglo XX y centrada actualmente en subsidios y vigilancia (limitándose en su mayor parte, el sector productivo a demandar cada vez más de éstos). Solo una reforma institucional a fondo podrá dar las condiciones para mejorar las condiciones actuales del sector. Las ideas existen ¿Existirá la voluntad?

---

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesca/ Sindicato Democrático de Trabajadores de Pesca y Acuicultura. Correo [WECSG20@yahoo.com.mx](mailto:WECSG20@yahoo.com.mx) Dirección Pitágoras 1320 4º Piso, Col. Santa Cruz Atoyac.

---

Delegación Benito Juárez, 04330 México D.F. Tel. 38 71 95 50 / Tlaxcala 35 esq. Monterrey, Col. Roma Sur. Del. Cuauhtémoc, 06760 México D.F. Tel. 55 64 28 92.

<sup>2</sup> Mc Leod, W. 1978 Las pesquerías del mundo. En Vetter, R.C. (compilador) Oceanografía. La última frontera. Editorial El Ateneo. Buenos Aires.

<sup>3</sup> Pauly, D y J. Maclean 2003 In a perfect ocean. Island Press. Washington.

<sup>4</sup> Pauly, D., R. Watson y J. Alder 2005. Global trends in world fisheries: impacts on marine ecosystems and food security. Phil. Trans. R. Soc. B (2005) 360, 5–12.

<sup>5</sup> FAO 1997, Number of fishers. FAO Fisheries Circular No. 929. Food and Agriculture Organization. Roma.

<sup>6</sup> FAO 2002, "The State of World Fisheries and Aquaculture", Food and Agriculture Organization. Roma.

<sup>7</sup> Para una comprensión más completa de los fenómenos de sobreexplotación y la sobrecapitalización existe una amplia literatura. Una presentación de la teoría se encontrará en Conrad (1999)<sup>6</sup>. Una versión simplificada se puede encontrar en Fernández (2007).

<sup>8</sup> Fernández Méndez J. I. 2007 Indicadores del Desempeño de la Pesca en México y Propuestas Alternativas de Política de Administración. En (Santinelli, J., Coordinadora) La Situación del Sector Pesquero en México. Colección Estudios e Investigaciones. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados.

<sup>9</sup> Andersen, J. L. 2005 Production Economic Models of Fisheries, Vessel and Industry Analysis. PhD Thesis. Papers from Food and Resource Economics. Institute The Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark.

<sup>10</sup> Tietenberg, T. 2002 Environmental and Natural Resource Economics. Quinta edición. Addison-Wesley Longman Inc.

<sup>11</sup> Ostrom E. 2000, El gobierno de los bienes comunes. Fondo de Cultura Económica. México.

<sup>12</sup> Hanesson , R. 2003. The privatization of the oceans. MIT Press. Cambridge, Mass.

<sup>13</sup> Hardin , G. 1968. The tragedy of the commons. Science, vol. 162, pp. 1243-1248.

<sup>14</sup> Dobbs, D. 2000. The great gulf. Fishermen, scientists, and the struggle to revive the world's greatest fishery. Shearwater Books/Island Press, Washington.

<sup>15</sup> Hernández, A. & Kempton, W. (2003). Changes in fisheries management in Mexico: Effects of increasing scientific input and public participation. Ocean and Coastal Management, 46, 507–526.

---

<sup>16</sup> Ibid, 2000.

<sup>17</sup> Barclay, K y Sun-Hui Koh 2005 Neoliberalism in Japan's Tuna Fisheries? Government intervention and reform in the Distant Water Longline Industry. International and Development Economics Working Papers. Asia Pacific School of Economics and Government. Australian National University.

<sup>18</sup> Thorpe, A, A. Aguilar-Ibarra and C. Reid 2000 The New Economic Model and marine fisheries development in Latin America. World Development. Vol. 28, No 9. 1689-1702.

<sup>19</sup> Alcock, F. 2002. Scale Conflict and Sectoral Crisis: The Fisheries Development Dilemma En: Frank Biermann, Rainer Brohm and Klaus Dingwerth, eds. 2002. Proceedings of the 2001 Berlin Conference on the Human Dimensions of Global. Environmental Change "Global Environmental Change and the Nation State". Potsdam: Potsdam Institute for Climate Impact Research, pp. 441-449.

<sup>20</sup> Symes, D. 2006 Fisheries governance: A coming of age for fisheries social science? Fisheries Research 81 (2006) 113–117

<sup>21</sup> Kaufmann, D., A. Kraay y M. Mastruzzi 2006 Aggregate and Individual Governance Indicators for 1996-2005. The World Bank. Washington.

<sup>22</sup> Kooiman, J., Bavinck, M., 2005. The governing perspective. In: Kooiman, J., et al. (Eds.), Fish for Life: Interactive Governance for Fisheries. Amsterdam University Press, Amsterdam, pp. 11–24.

<sup>23</sup> Berkes, F., R. Mahon, P. McConney, R. Pollnac y R. Pomeroy 2001. Managing small-scale fisheries. International Development Research Centre. Ottawa. Canada.

<sup>24</sup> Daly, H. 2005 Economics in a full world. Scientific American. Special Issue Crossroads for Planet Earth. September, 2005.

<sup>25</sup> Hanesson, R. 2003. The privatization of the oceans. MIT Press. Cambridge, Mass.

<sup>26</sup> Ibáñez de la Calle, M., M. Becerra-Pérez y G. Brachet Barro 2004 Cuotas individuales transferibles: una alternativa para resolver la problemática de las pesquerías en México. Gaceta Ecológica. Nueva época • Número 70 • 2004 Trimestre: enero-marzo. INE-SEMARNAT. México

<sup>27</sup> Ibíd. 2007b.

<sup>28</sup> Ibíd. 2001.

<sup>29</sup> Ibid. 2001.

<sup>30</sup> Ibid. 2000.

- 
- <sup>31</sup> FAO. 2005-2009. Issues Fact Sheets. Interactions between fisheries and other sectors. Issues Fact Sheets. Text by S.M. Garcia. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 27 May 2005. [Cited 16 May 2009]. <http://www.fao.org/fishery/topic/13308/en>
- <sup>32</sup> Interdependencies of small-scale fisheries with other sectors: how to maximize synergies and avoid negative impacts? Disponible en <http://www.4ssf.org/docs/workGroupOutcomes/05%20Synthesis%20report%20on%20interdependencies.pdf>
- <sup>33</sup> León, C. y V. Gómez 2004 El sector pesquero en México: Estancamiento y conflictos. Comercio exterior, Vol. 54, num.12. Diciembre 2004.
- <sup>34</sup> Cicin-Sain, B. and R. W. Knecht 1998 Integrated Coastal and Ocean Management. Island Press. Washington, D.C.
- <sup>35</sup> Pauly, D y J. Maclean. 2003 In a perfect ocean. Island Press. Washington.
- <sup>36</sup> Nybakken, J.W. 2001 Marine Biology: an Ecological approach. Benjamin Cummings/Addison Wesley, San Francisco. 5a. edición.
- <sup>37</sup> Bascompte, J., Melián, C.J. and E. Sala, 2005. Interaction strength combinations and the overfishing of a marine food web. Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 102, No 15:5443-5447
- <sup>38</sup> Zeller D. y D. Pauly 2005 Good news, bad news: global fisheries discards are declining, but so are total catches. Fish and Fisheries, 2005, 6, 156–159.
- <sup>39</sup> Ibid, 2003.
- <sup>40</sup> Delgado, C.L., N. Wada, Rosegrant, M.S., Meijer, S. and Ahmed, M. 2003 Fish to 2020. Supply and demand in changing global markets. International Food Policy Research Institute. Washington D.C.
- <sup>41</sup> Mangel, M. A. Constable, G. Parkes 2000 A Review of Approaches to Fisheries Management Based on Ecosystem Considerations, With Particular Emphasis on Species Interactions. MRAG Americas, Inc. Report prepared for the National Marine Fisheries Service, Alaska Fisheries Science Center. Tampa, Florida.
- <sup>42</sup> Sobel, S. y C. Dahlgren 2004 Marine Reserves. A guide to science, design and use. The Island Press. Washington.
- <sup>43</sup> FAO 2003 The ecosystem approach to fisheries.FAO. Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4, Suppl. 2. Rome, FAO. 2003. 112 p.

---

<sup>44</sup> Parsons, S. 2005 Ecosystem Considerations In Fisheries Management Theory and Practice Conference on the Governance of High Seas Fisheries and the UN Fish Agreement Moving from Words to Action. St. John's, Newfoundland and Labrador May 1 to 5, 2005.

<sup>45</sup> Ibid. 2004

<sup>46</sup> Ibid. 2003

<sup>47</sup> Caddy, J.F., Mahon, R., 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper 347.

<sup>48</sup> FAO 1995 Precautionary approach to fisheries. Part 1: Guidelines on the precautionary approach to capture fisheries and species introductions. Elaborated by the Technical Consultation on the Precautionary Approach to Capture Fisheries (Including Species Introductions). Lysekil, Sweden, 6–13 June 1995 (A scientific meeting organized by the Government of Sweden in cooperation with FAO).FAO Fisheries Technical Paper. No. 350, Part 1. Rome, FAO.

<sup>49</sup> Danell, K. 2004 Adaptive Management of Fish and Wildlife Populations. Center for Fish and Wildlife Research & Department of Animal Ecology. Swedish University of Agricultural Sciences.

<sup>50</sup> OCDE (Organization for Economic Co-Operation and Development) 2005 Review of Fisheries in OECD Countries. Policies and summary statistics. 2005 Edition. OECD Publishing, Paris.

<sup>51</sup> Larkin, P. A. 1975 An Epitaph for the Concept of Maximum Sustained Yidd. Transactions of the American Fisheries Society. January, Volume 106, Number 1.

<sup>52</sup> Hilborn, R., Walters, C.J., 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York.

<sup>53</sup> Ibid. 2001.

<sup>54</sup> Ibid. 2004.

<sup>55</sup> Clark, C. 2006. The worldwide crisis in fisheries. Economic models and human behavior. Cambridge University Press. Cambridge, U.K.

<sup>56</sup> Ibid. 2003.

<sup>57</sup> Iudicello, S. M. Weber y R. Wieland 1999. Fish, Markets and Fishermen. The Economics of over fishing. Island Press, Washington.

<sup>58</sup> Ibid. 2006.

<sup>59</sup> Ibid. 2007b.

---

<sup>60</sup> *Ibíd.* 2000.

<sup>61</sup> Ruíz-Moreno R. y C. Mérito-Orellana 2006 La industria pesquera. En: Guzmán, P. y D. Fuentes (Editores) Pesca, acuicultura e investigación en México. Comisión de Pesca/ Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados. México.

<sup>62</sup> Chenaut, V. 1985 Los pescadores de la Península de Yucatán. Cuadernos de la Casa Chata. No. 121. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. SEP. México.

<sup>63</sup> Bourillon I. and M. Ramade 2004 Coupling community management and Eco-Labeling to reconcile fisheries with conservation in Baja California, Mexico. Fourth World Fisheries Congress. Vancouver, Canada, May 2-6th 2004.

<sup>64</sup> Breton, Y. D. 2006 Ciencias sociales y descentralización en las pesquerías mexicanas: un desafío lógico. In: Guzmán, P. And D Fuentes (Editors) Pesca, acuicultura e investigación en México. Comisión de Pesca/ Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados. México.

<sup>65</sup> Meynem , W. And M. Doornbos 2004 Decentralising natural resource management: A recipe for sustainability and equity?. In: Ribot, J.C. and A. M. Larson (Editors) Democratic decentralization through a natural resource lens. Experiences from Asia and Latin America. The European Journal of Development Research. Vol 16, Number 1.

<sup>66</sup> *Ibíd.* 2006

<sup>67</sup> Dobbs, D. 2000 The great gulf. Fishermen, scientists, and the struggle to revive the world's greatest fishery. Shearwater Books/Island Press, Washington.

<sup>68</sup> Weber, M.L. 2002 From abundance to scarcity. A history of U.S. Marine Fisheries Policy. Island Press. Washington.

<sup>69</sup> FAO Fisheries Department.2003 The ecosystem approach to fisheries.. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4, Suppl. 2. Rome, FAO. 2003. 112 p.

<sup>70</sup> *Ibíd.* 2000.

<sup>71</sup> Plagányi, É.E.2007 Models for an ecosystem approach to fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 477. Rome, FAO.

<sup>72</sup> Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 05 de julio de 2007.

<sup>73</sup> *Ibíd.* 1995.

<sup>74</sup> Sindicato Democrático de Trabajadores de Pesca y Acuicultura 2008. Algunas recomendaciones respecto al anteproyecto de Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables.

---

Foro de Consulta sobre el Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. Junio de 2008.

<sup>75</sup> *Ibíd.* 2003.

<sup>76</sup> Csirke, J., A.A. Gumy y E. J. De Boer. 1995. Informe preparado para el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos sobre la Estructura y Función del Instituto Nacional de la Pesca de México (INP). GCP/INT/466/NOR. Informe de campo 91/6.

<sup>77</sup> Jodice, L.W.G. Sylvia, S. Hanna, M. Harte y K. Stokes 2006 Building Capacity for 21st Century Fisheries Management: A Global Initiative. American Fisheries Society Symposium, 2006.

<sup>78</sup> *Ibíd.* 2007.



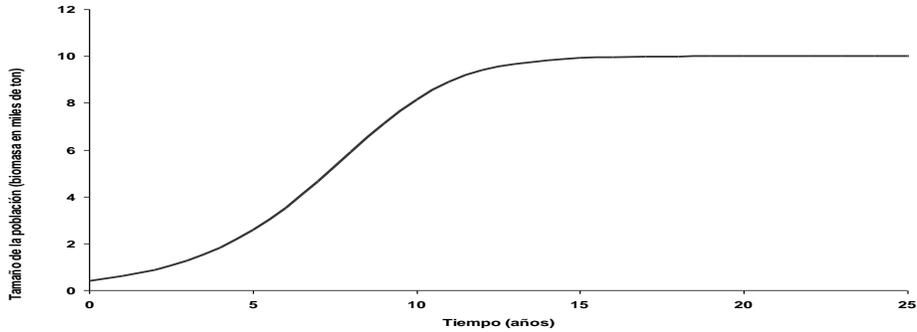
## **APÉNDICE**

### **Dinámica de un recurso pesquero bajo explotación**

A continuación se presenta de manera resumida un modelo que se utiliza usualmente para describir y explicar la dinámica básica de un recurso pesquero bajo explotación. Para una descripción más amplia pueden consultarse Clark<sup>1</sup> o Conrad<sup>2</sup>. Aunque parezcan altamente teóricos, los contenidos presentados en esta sección se consideran indispensables para lograr una comprensión de los problemas de sector pesquero. Las secciones contenidas entre dos asteriscos seguidos de líneas punteadas (\*-----) son las de más alto contenido técnico y se incluyen para el lector interesado en los aspectos más detallados del tema. El lector no interesado en estas secciones puede pasar al siguiente punto marcado con asterisco sin leerlas, con la seguridad de que podrá continuar con la lectura sin perder el argumento principal de la sección.

### **Mecanismo de la sobreexplotación**

Imaginemos que tenemos un sistema acuático donde se introducen unos cuantos individuos de cierta especie previamente ausente. El crecimiento de la población se vería en una gráfica con el tiempo en el eje horizontal y el tamaño de la población en el vertical, expresado en biomasa, como se muestra en la figura 1.



**Figura.1** Crecimiento de una población hipotética. El tamaño máximo de la población (K) es 10, la tasa de crecimiento (r) es 0.5.

\* -----

Esa curva está dada por la ecuación:

$$X_t = \frac{K}{1 - e^{-r(t-t_0)}} \quad (\text{ec.1})$$

Donde:  $X_t$ = Biomasa en el tiempo t.  
 K= Biomasa máxima de la población (capacidad de carga del sistema).

r= Tasa instantánea de crecimiento poblacional.

t = Tiempo

$t_0$  = Tiempo de inflexión, al que se alcanza la mitad de la población máxima y el crecimiento empieza a disminuir.

También suele presentarse esta ecuación en la forma de ecuación diferencial con la fórmula:

$$(\text{ec.2}) \quad \frac{dX}{dt} = rX \left(1 - \frac{X}{K}\right)$$

Que también se puede expresar (multiplicando los términos dentro y fuera del paréntesis) como:

$$(\text{ec.3}) \quad \frac{dX}{dt} = rX - \frac{r}{K} X^2$$

Que tiene forma de una parábola como se muestra en la figura.2

También se utiliza frecuentemente en su versión discretizada:

Donde:

$$X_{t+1} = X_t + rX_t \left(1 - \frac{X_t}{K}\right)$$

(ec.4)

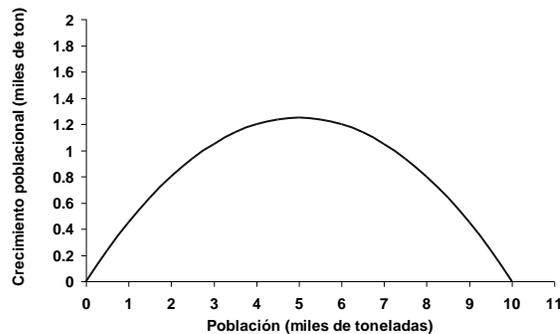
$X_{t+1}$ = Biomasa en el tiempo t+1 (biomasa de la población que se tendrá al año siguiente).

$X_t$ = Biomasa en el tiempo t (biomasa de la población en el presente año).

\* .....

Al principio, esta población crecerá lentamente. En tamaños intermedios de la población, su crecimiento se acelera (los encuentros entre individuos son frecuentes pero todavía no compiten entre ellos por alimento o espacio). Cuando la población es grande, esos factores ya no son tan abundantes, la población alcanza los límites de su ambiente para sostenerla, alcanza su tamaño máximo (K) y deja de crecer. Poco antes de llegar a ese punto su crecimiento es otra vez lento.

Entonces, la velocidad a la que crece la población depende de su tamaño. La siguiente gráfica (figura 2) refleja dicho fenómeno. En el eje vertical se encuentra la diferencia del tamaño de la población entre un año y otro, el crecimiento poblacional anual. En el horizontal tendremos el tamaño de la población, la biomasa. Cuando la población es grande (cercano al tamaño máximo, K) o muy chica, su crecimiento es lento. Cuando la población tiene un tamaño intermedio el crecimiento es rápido. Por ejemplo, véase en la gráfica que cuando la población tiene un tamaño de 5 (miles de toneladas) el crecimiento anual es de cerca de 1.2 miles de toneladas al año. Cuando la población tiene una tamaño de 1 o 9 el crecimiento es cercano a 0.4 miles de toneladas.



**Figura.2.** Crecimiento anual de la población para diferentes tamaños de la misma.  
Introduzcamos ahora el efecto de la pesca.

\* -----

La captura se expresa por:

(ec.5) 
$$Y = qEX$$

Donde:

Y= Captura.

E= Esfuerzo pesquero, número de unidades de pesca (p.ej. barcos, redes, pescadores).

q= Coeficiente de capturabilidad, la fracción de la población capturada por cada unidad de esfuerzo en una unidad de tiempo.

La población explotada se encontraría en equilibrio (no crecería ni disminuiría) cuando la captura fuera exactamente igual al crecimiento en biomasa de la población,  $Y=dX/dt$ .

La captura en equilibrio ( $Y_{eq}$ ) en términos del esfuerzo se obtendría igualando las ecuaciones ec3 y ec5 y reorganizando:

(ec.6)

$$Y_{eq} = KqE - \frac{K}{r}(qE)^2$$

Que también es una relación parabólica entre el esfuerzo de pesca y la captura en equilibrio, que se muestra en la figura.3.

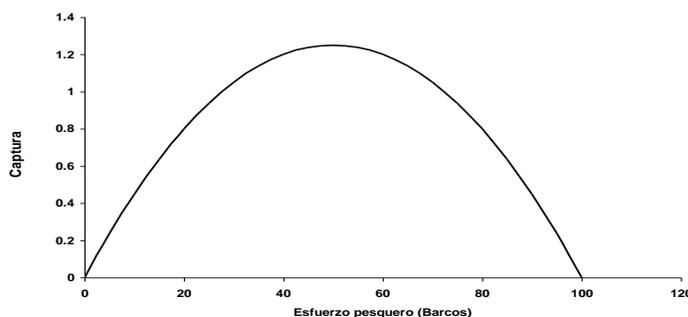
\* -----

En otras palabras, si cada unidad de esfuerzo pesquero (barcos, redes, anzuelos, pescadores) capturara una proporción constante de la biomasa de la población ( $q$ , el coeficiente de capturabilidad) podemos convertir el eje horizontal de la figura 2 en unidades de esfuerzo. Si a cada nivel de esfuerzo se captura exactamente lo que la población crece cada año, la población no crecería ni disminuiría, la pesquería se encontraría en equilibrio y esa captura sería una “captura sostenible” porque puede mantenerse indefinidamente.

A partir de esto, se puede hacer otra gráfica (figura 3), con el esfuerzo pesquero en el eje horizontal y la captura sostenible en el vertical. Esa línea nos da la captura que es posible obtener manteniendo la población en equilibrio, sin que crezca o disminuya, para cada nivel de esfuerzo pesquero.

Si a un esfuerzo dado la captura estuviera por encima de esa línea la población disminuirá y lo seguirá haciendo mientras no se reduzca el esfuerzo. Esto resulta en reducción de la captura y de la capacidad de producción del recurso (que a la larga puede resultar en la desaparición de la pesquería). A esto se le conoce como sobreexplotación o sobrepesca<sup>3</sup>.

El punto más alto en la curva es la Captura Máxima Sostenible, también conocida como Rendimiento Máximo Sostenible (RMS).



**Figura 3.** Curva de captura sostenible (en equilibrio) para diferentes tamaños de esfuerzo pesquero, asumiendo que se captura exactamente lo que la población crece cada año.

Hasta la década de los ochenta, la administración pesquera en muchas partes del mundo buscaba obtener el Rendimiento Máximo Sostenible como el objetivo fundamental (y a veces único) a lograr. Esto resultó ser una visión bastante limitada. A pesar de su simplicidad teórica la aplicación práctica de una administración basada en el Rendimiento Máximo Sostenible (RMS) tiene varias dificultades. Al respecto algunos autores señalan que las dificultades de estimar el RMS y las variaciones climáticas y ambientales han resultado muchas veces en sobrepasar la capacidad productiva del recurso (Hilborn y Walters, 1992)<sup>4</sup>. Caddy y Mahon (1995)<sup>5</sup> señalan a las políticas de administración basadas en el RMS como riesgosas. Recientemente, Walters *et.al.* (2005)<sup>6</sup> han asegurado que la administración basada en el RMS puede producir el deterioro de los ecosistemas donde viven las especies explotadas.

Además, como se ha discutido, una administración basada exclusivamente en el RMS no considera las decisiones tomadas por los usuarios individuales que resultan en el ingreso a la pesquería ni los beneficios económicos obtenidos a cada nivel de esfuerzo.

### **Inclusión de aspectos económicos. Mecanismo de la sobrecapitalización**

Si se multiplica la captura sostenible para cada nivel de esfuerzo en la *figura 3* por su valor comercial se tendrá una gráfica con la misma forma de las anteriores, ahora con el esfuerzo en el eje horizontal y los ingresos brutos en el vertical (*figura 4*). En esta gráfica agreguemos los costos de ejercer cada unidad de esfuerzo, si el costo variable es constante por unidad de esfuerzo la línea resultante será una recta, los costos fijos serían el interseco de esa recta con el eje vertical. Si la ganancia bruta esta sobre los costos, se tiene una ganancia neta positiva. Entonces, la distancia entre la recta de los costos y la curva de las ganancias nos da la ganancia neta ( $\square$ ) que podemos obtener de manera sostenible para cada nivel de esfuerzo.

\* -----

Los ingresos brutos sostenibles se obtienen de multiplicar la captura sostenible por el precio unitario de la captura:

$$(ec.7) \quad Ingresos = pY_{eq}$$

Donde:

$p$ = Precio de la unidad de captura.

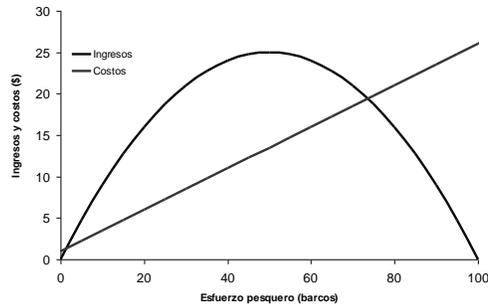
Los costos totales se obtienen de la ecuación:

$$Costos = cf + cE \quad (ec.8)$$

\* -----

Nótese que, al avanzar hacia la derecha en el eje del esfuerzo, se llega a un punto en que los costos y las ganancias brutas son iguales (la ganancia neta es cero), el llamado "Punto de Equilibrio Bioeconómico". Más allá de ese punto, a la derecha, los costos superan a las ganancias y habrían pérdidas económicas. Cuando en una pesquería tenemos una infraestructura, el esfuerzo pesquero en nuestra gráfica, demasiado grande (en relación a la capacidad del recurso explotado) para obtener ganancias netas, tenemos sobrecapitalización.

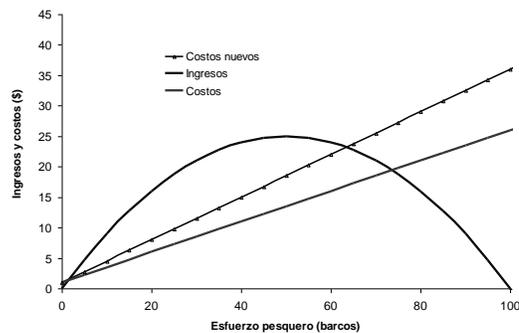
Cuando ocurre esto, aunque los pescadores se encuentren individualmente descapitalizados, globalmente (considerando todos los participantes y la capacidad productiva del recurso), el problema es que hay demasiado capital invertido en extracción (o en procesamiento o en ambos) para obtener ganancias.



**Figura 4.** Ganancias y costos en una pesquería en equilibrio.

Es decir, aun en el caso de que las capturas se mantuvieran en un nivel sostenible y no hubiera sobreexplotación (la población explotada se mantuviera en el mismo nivel), los beneficios económicos desaparecerían por el exceso de esfuerzo. Ocurriría lo que en términos técnicos se llama disipación de la renta. Los científicos sociales (p.ej. Ostrom, 2000)<sup>7</sup> llaman a este fenómeno “atomización de ingresos”.

En ese punto la pesquería también se vuelve altamente vulnerable a la acción de variaciones de factores económicos. Si los costos aumentan (empujando la recta hacia arriba), o los precios del producto disminuyen (empujando la curva hacia abajo) el punto de cruce se mueve a la izquierda, el recurso puede sustentar económicamente a menos usuarios o aumentarán las pérdidas económicas si el esfuerzo permanece en el mismo lugar.



**Figura 5.** Efecto de cambios en los costos en el nivel de ganancia neta para cada nivel de esfuerzo.

Desgraciadamente, la sobrecapitalización no ocurre en aislamiento. Recuérdese que las curvas que hemos visto en las gráficas anteriores se refieren a la captura en equilibrio, sostenible. Éstas nos han servido como punto de referencia en nuestro argumento.

En la realidad, como se ha expuesto, pocas (si es que alguna) pesquerías se encuentran en ese estado. En muchos casos, a menos que una regulación o algún otro factor lo impidan, la captura tiende a ser mayor (arriba de la curva) que esa captura de equilibrio y la población tiende a bajar (ocurre sobreexplotación). Esto se deriva del mecanismo de decisión de los usuarios individuales, lo que discutiremos en los siguientes párrafos.

### **Factores económicos que intervienen en la toma de decisiones entre los usuarios de los recursos**

A partir de lo discutido en los párrafos anteriores se puede preguntar que ha conducido a la pesca mundial a los problemas de sobreexplotación y sobrecapitalización.

En el caso de la pesca, varios autores (p.ej. Hannesson, 1983<sup>8</sup>; Hilborn y Walters<sup>9</sup>; Conrad<sup>10</sup>) han modelado el incremento del esfuerzo pesquero de acuerdo con el nivel de ganancia económica. En ese modelo, el esfuerzo aumenta si hay ganancias económicas (si el ingreso producto de la captura es mayor al costo de ejercer el esfuerzo) y disminuye si hay pérdidas (si el costo es mayor a la ganancia).

\* -----

El cambio en el esfuerzo (E) puede describirse con la siguiente ecuación:

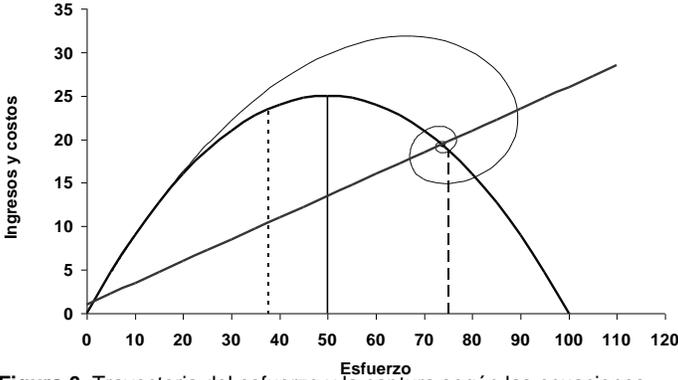
(ec.9) 
$$\Delta E = iE(pY - cE)$$

Donde:

i= Constante que determina la velocidad de ingreso del esfuerzo.

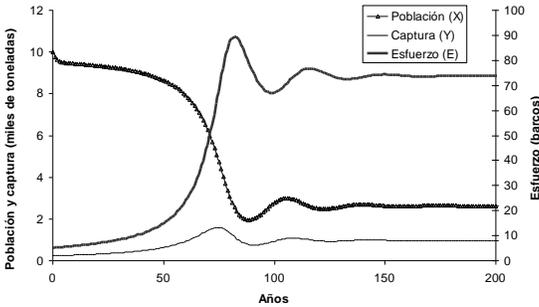
\* -----

El tipo de la trayectoria predicha del esfuerzo y la captura, utilizando las ecuaciones mostradas en el apéndice se muestra en la figura 6.



**Figura 6.** Trayectoria del esfuerzo y la captura según las ecuaciones presentadas en el apéndice.

Si se cumplen las condiciones descritas por estas ecuaciones ocurren dos cosas de interés. La primera es que al desarrollarse la pesquería se suele superar la captura de equilibrio, lo que hará reducirse a la población explotada. La segunda es que se tenderá a alcanzar el punto de equilibrio bioeconómico, con ninguna ganancia económica pero con la población en equilibrio, sin aumentar ni reducirse. La captura, aunque sostenible, se encontraría por debajo del RMS. No se estaría aprovechando la población óptimamente ni en términos biológicos ni económicos. Las tendencias de la población, la captura y el esfuerzo se presentarían como se muestra en la figura 7.



**Figura 7.** Tendencias en el tiempo del esfuerzo y la captura según las ecuaciones presentadas en el apéndice.

Sin embargo, esto no ocurre así. Supongamos que los pescadores reaccionan ante la baja de rentabilidad mejorando la tecnología de captura (aumentando la  $q$ , el coeficiente de capturabilidad). Cuando eso ocurre, manteniendo el resto de las condiciones iguales, la población, en lugar de alcanzar un equilibrio en un nivel de captura sostenible tiende a colapsarse, después de un aumento de corto plazo de la captura. El mismo efecto se obtiene cuando se evita la salida del esfuerzo mediante un subsidio que mantenga la rentabilidad alta a pesar de la disminución de las capturas.

Un factor, adicional al de los subsidios, también actúa en contra de las reducciones del esfuerzo a pesar de las reducciones de rentabilidad. La “no maleabilidad” resultante del alto cociente entre los costos fijos y de operación, la alta inversión fija, hace que los poseedores de barcos tengan resistencia a abandonar el sector (OCDE, 2003)<sup>11</sup>.

Hasta ahora hemos discutido el papel que juegan las ganancias económicas en el crecimiento del esfuerzo en ausencia de regulación en llevar a una pesquería a una situación donde ocurren sobreexplotación y sobrecapitalización. También hemos examinado el rol de las mejoras en tecnología y los subsidios en empeorar, más que mejorar, la situación cuando se ha llegado a ese punto.

Ahora analizaremos el papel que juega la preferencia que tengan los usuarios por ganancias en el corto plazo (aunque no se mantengan en el tiempo) sobre las de largo plazo. A esto se le llama “preferencia temporal positiva” (Conrad<sup>12</sup>). Para modelar las preferencias temporales en la explotación de recursos naturales (es decir, explotar ahora intensamente o explotar a niveles menores y mantener el recurso en el tiempo se utiliza la Tasa de Descuento ( $\rho$ ) que aproxima la preferencia temporal “pura” de la sociedad. Asociado a esta tasa se encuentra el llamado Factor de Descuento ( $\beta$ ).

La tasa de descuento también daría una medida de la posibilidad de incrementar una inversión a esa tasa en otra parte de la economía (por ejemplo, una inversión bancaria).

Ambos se relacionan mediante la siguiente fórmula:

$$(10) \quad \rho = \frac{1}{(1 + \delta)}$$

\* -----

Estos dos números nos dan el valor presente neto de una cantidad de dinero que recibiríamos en el futuro. Por ejemplo, con una tasa de descuento de 0.03, el recibir 10,000 pesos dentro de diez años tendría un valor presente neto de 7,440.94 pesos (se obtendría multiplicando 10,000 por  $1/(1+0.03)$  para obtener el valor en el año 9 y por  $\square 10$  para obtener el valor presente en el año inicial) (ver tabla 1). Esa cantidad sería una medida de la importancia actual que le daríamos a esa cantidad a recibir en el futuro

En cambio, con una tasa de 0.9, esos mismos 10,000 pesos valdrían solo 16.31 pesos con una tasa de 0.90. Es decir, se les estaría asignando un valor muy pequeño a los ingresos a recibir en el futuro, se tendría una preferencia temporal positiva, dando una mayor importancia a los ingresos de corto plazo.

**Tabla 1.-** Valor Presente Neto de 10,000 pesos a recibir dentro de diez años con una tasa de descuento ( $\square$ ) de 3% (0.03).

$\square$	0.03
$\square$	0.97
Tiempo (años)	Valor
0	7,440.94
1	7,664.17
2	7,894.09
3	8,130.92
4	8,374.84
5	8,626.09
6	8,884.87
7	9,151.42
8	9,425.96
9	9,708.74
10	10,000

**Tabla 2.-** Valor Presente Neto de 10,000 pesos a recibir dentro de diez años con una tasa de descuento ( $\delta$ ) de 90% (0.9).

$\delta$	0.90
$\delta$	0.526
Tiempo (años)	Valor
0	16.31
1	30.99
2	58.88
3	111.87
4	212.56
5	403.86
6	767.34
7	1,457.94
8	2,770.08
9	5,263.16
10	10,000.00

Ostrom<sup>13</sup> al discutir el papel de la tasa de descuento en la toma de decisiones sobre la explotación de recursos, que en esa tasa quedan reflejadas las expectativas de los individuos de que ellos y sus hijos vivirán para recoger los beneficios futuros de la explotación así como las oportunidades de para obtener ganancias más rápidamente si invirtieran su dinero y esfuerzo en otras actividades.

Por ejemplo, si la combinación del crecimiento del recurso, el costo de explotación y su valor comercial produjeran una ganancia anual del 2% sobre el capital invertido y el dinero en el banco creciera a una tasa del 5%, sería más rentable para el individuo capturar todo el recurso ahora, convertirlo en dinero e invertirlo en el banco.

Ostrom discute también que la tasa de descuento, lejos de ser una cantidad fija, puede ser diferente para diversos tipos de usuarios. Por ejemplo, la tasa de descuento de pescadores artesanales que vivan en comunidades locales, sin alternativas de ingreso ni posibilidades de movilidad física y social, serán diferentes a la de pescadores industriales que pesquen a todo lo largo de la costa y puedan cambiar de campos de pesca al agotarse los recursos locales.

Al incorporar estas cantidades en modelos como los que hemos estado tratando en este apéndice se podrá describir lo que pasaría cuando los usuarios tuvieran una preferencia temporal determinada en la explotación del recurso.

Por ejemplo Conrad<sup>14</sup> presenta el caso de una pesquería donde se quiere maximizar el valor presente neto de la ganancia neta (la ganancia obtenida de la captura menos el costo de explotación). La ganancia posible de obtener estará restringida por la productividad natural del recurso. La preferencia temporal de la explotación (obtener ganancias sostenibles de largo plazo contra ganancias de corto plazo) determinara estrategia de explotación (una captura mayor o menor). En la discusión de ese autor se incluye una cantidad (llamada "precio sombra" y abreviada  $\lambda$ ) que es un valor monetario de una unidad del recurso dejada sin explotar. Ese valor monetario depende de la cantidad de captura futura que produciría la población en equilibrio (y que produciría ganancias económicas), de los precios que se pagarían por ella, los costos de obtenerla y la tasa de descuento que se les aplicaría.

\* -----

Conrad muestra el procedimiento para maximizar el valor presente neto de la ganancia neta ( $\lambda$ ) en una pesquería en equilibrio mediante una maximización sujeta a restricciones, usando el método de multiplicadores de Lagrange. Este autor demuestra que, en las condiciones descritas por las ecuaciones presentadas en este apéndice, el valor presente neto, para una estrategia de explotación dada (determinada por  $q$ ), con una preferencia temporal determinada por  $\delta$  y sujeta a las restricciones dadas por la productividad del recurso se obtiene cuando:

$$(11) \quad r(1 - 2X/K) + \frac{cY}{X(pqX - c)} = \delta$$

Una manera de entender esta ecuación es que el valor que se puede obtener de la pesquería en una situación de equilibrio (sustentable) es

máximo cuando la suma de la tasa de productividad biológica del recurso ( $r(1-2X/K)$ ) más la relación entre cómo crecen los ingresos con la captura ( $cY$ ) y como varían los ingresos con la cantidad de recurso sin explotar ( $X(pqX-c)$ ) igualan la tasa a la que crecería el dinero en la economía general ( $\delta$ ).

En esas condiciones, la captura que produciría el valor presente neto máximo de la ganancia neta está dada por:

$$(12) \quad Y = \phi(X) = \frac{X(pqX - c)[\delta - r(1 - 2X / K)]}{c}$$

Esta función cruza la curva de captura sostenible en el punto donde se maximiza el valor presente neto para la estrategia de explotación y preferencia temporal examinada.

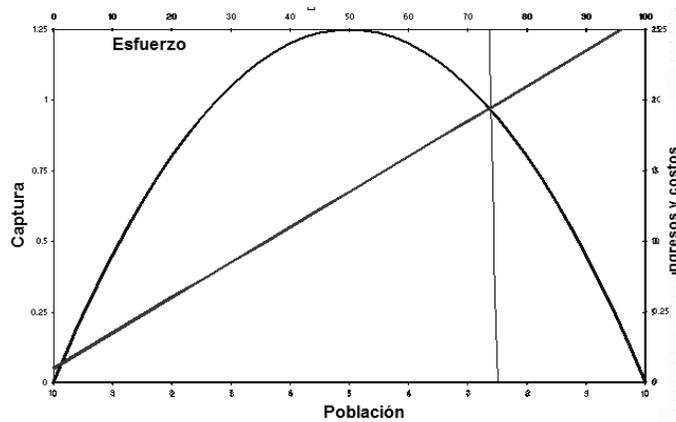
El nivel de población que produciría sosteniblemente (en equilibrio) esa captura está dada por:

$$(13) \quad X^* = \frac{K}{4} \left[ \left( \frac{c}{pqK} + 1 - \frac{\delta}{r} \right) + \sqrt{\left( \frac{c}{pqK} + 1 - \frac{\delta}{r} \right)^2 + \frac{8c\delta}{pqKr}} \right]$$

El multiplicador de Lagrange, en este caso el precio sombra de una unidad del recurso dejada sin explotar, es:

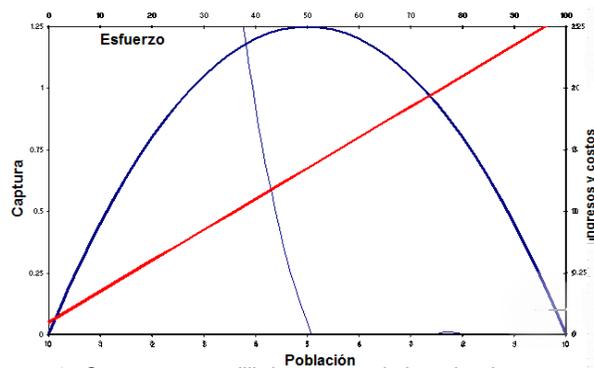
$$(14) \quad \lambda^* = (1 + \delta) \left[ p - \frac{c}{(qX^*)} \right]$$

El significado práctico de estas ecuaciones se ve en los siguientes ejemplos. Con una tasa de descuento alta (10) (poco valor dado a las ganancias futuras, preferencia por ganancias de corto plazo) el nivel de la captura y población en equilibrio predichas coinciden con el punto de equilibrio bioeconómico, es decir el punto de cero ganancias (figura 8).



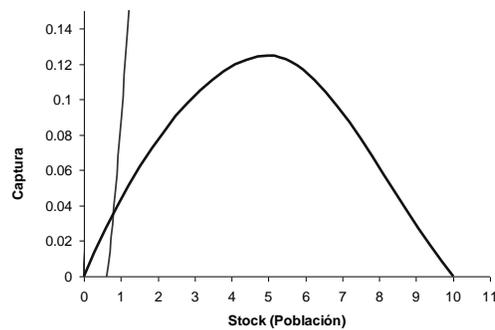
**Figura 8** Captura en equilibrio que maximiza el valor presente neto con una tasa de descuento alta (10) con una tasa de crecimiento poblacional relativamente alta ( $r=0.5$ ). Esta condición conduce a la disipación de la renta en el punto de equilibrio bioeconómico.

Con una tasa de descuento baja (0.05) (que implica un alto valor dado a las ganancias de largo plazo) la captura y población predichas coinciden con el Máximo Rendimiento Sostenible Económico (figura 9). Es decir, en el corto y largo plazo se obtendrían los máximos beneficios económicos de la explotación de la pesquería si se da una importancia grande al mantenimiento de la población en un nivel alto, manteniendo el esfuerzo en un nivel relativamente bajo.



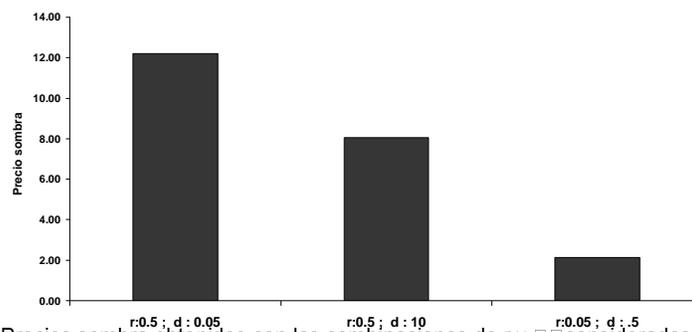
**Figura 9.** Captura en equilibrio que maximiza el valor presente neto con una tasa de descuento baja (0.05) con una tasa de crecimiento poblacional relativamente alta ( $r=0.5$ ). Esta condición conduce a lograr el Rendimiento Máximo Sostenible Económico.

En cambio, cuando un recurso con una baja tasa de crecimiento se conjunta con una alta tasa de descuento ocurre lo que se muestra en la figura 10. En este caso, la captura y nivel de población que maximizan la ganancia con esa estrategia de captura y preferencia temporal son muy bajos. Es decir, sería más rentable para usuarios que le dieran una baja importancia a ganancias futuras derivadas de la pesquería el reducir la población rápidamente hasta el nivel de la misma donde se produce la intersección de las dos curvas e invertir las ganancias en otras áreas de la economía.



**Figura 10.** Captura en equilibrio que maximiza el valor presente neto con una tasa de descuento relativamente alta (0.5) con una tasa de crecimiento poblacional baja ( $r=0.05$ ).

La siguiente gráfica (figura 11) muestra los precios sombra (el valor económico de una unidad de biomasa del recurso dejada sin explotar) para estas combinaciones de estrategias de explotación y preferencias temporales. Como puede verse, el precio sombra más alto se obtiene con una tasa de descuento baja.



**Figura 11.** Precios sombra obtenidos con las combinaciones de  $r$  y  $d$  considerados en las tres gráficas anteriores.

Podemos explicar lo anterior de otra manera relacionándolo con lo discutido por Gordon (1954, citado por Ostrom<sup>15</sup>) “los peces dejados en el mar no tienen valor para el pescador, porque no hay ninguna garantía de que estarán esperándolo mañana si los deja ahí”. Esta es una situación tipo “dilema del prisionero”, discutida en el texto principal.

Es decir, que si el pescador no tiene garantía de poder pescar esos peces mañana (porque los pescaría alguien más) los capturará hoy (aplicando en la práctica un valor de lo que gane hoy más alta a lo que pudiera ganar mañana, una tasa de descuento alta). Y esto lo hará aun cuando las condiciones económicas en que lo haga no sean las óptimas (costos altos, menor talla y valor comercial, pescar en el punto de disipación de la renta). Los peces dejados en el mar tienen capacidad de generar ganancias económicas (y por lo tanto valor económico), porque generan biomasa de recurso explotable pero si la presión por sacarlo ahora es muy grande ese valor disminuirá porque no sabemos si estará ahí mañana.

Entonces el precio sombra es tan solo una manera de expresar objetivamente el valor subjetivo que se da a la conservación del recurso para poder explotarlo mañana y la tasa de descuento sería la expresión de la presión por explotarlo hoy. Como se ve, la incertidumbre juega un papel muy importante en las decisiones de explotación.

Debe tenerse en cuenta que Conrad<sup>16</sup> presenta este ejemplo de una manera simplificada, considerando solo los estados de equilibrio (se considera solo los puntos de cruce de la función dada por la ecuación 12 con la curva de captura sostenible, en equilibrio). No considera la dinámica del esfuerzo (quien más sacara el pez que yo dejo en el mar) ni la posibilidad de que la biomasa tienda a disminuir (que tanto habrá para capturar mañana) que también influyen en como toma el usuario sus decisiones de explotación.

Esas consideraciones pueden incluirse realizando un análisis como el mostrado pero en una manera dinámica, si tener que asumir que la población explotada permanezca en equilibrio, sin crecer o disminuir

(como muestran las aplicaciones de la teoría del Control Óptimo en Cohen, 1987<sup>17</sup> y Borbón-González, 2003<sup>18</sup>).

Las implicaciones prácticas de la discusión anterior es que factores económicos como el nivel de ganancias económicas y el estado de la economía y las presiones económicas, reflejados en la tasa de descuento, determinan las decisiones de los usuarios. El resultado de esas decisiones, en ausencia de control y cuando no consideran los resultados globales de la explotación del recurso, llevan generalmente a la sobreexplotación, sobre capitalización e incluso el colapso de las pesquerías (un evento del tipo “tragedia de los comunes”, discutido en el texto principal). También muestra que se obtienen los mayores beneficios económicos, y el mayor valor inherente de los recursos explotados cuando se consideran los beneficios en el largo plazo.

---

<sup>1</sup> Clark, C. 2006 *The worldwide crisis in fisheries. Economic models and human behavior.* Cambridge University Press. Cambridge, U.K.

<sup>2</sup> Conrad, J. 1999 *Resource Economics.* Cambridge University Press. New York.

<sup>3</sup> La sobrepesca puede dividirse en dos tipos: 1) Sobrepesca de crecimiento, cuando al capturar los individuos de la población explotada a tallas pequeñas no se les permite llegar a tallas mayores, usualmente de mayor valor económico, reduciendo la producción global. Los métodos llamados “de Rendimiento por Recluta”, se usan en análisis de este problema. 2) Sobrepesca de reclutamiento en la que se afecta la capacidad reproductiva del recurso. Este último es el tipo más grave y difícil de solucionar de los dos y es el tipo referido en el presente documento.

<sup>4</sup> Hilborn, R., Walters, C.J., 1992. *Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty.* Chapman and Hall, New York.

<sup>5</sup> Caddy, J.F., Mahon, R., 1995. *Reference points for fisheries management.* FAO Fisheries Technical Paper 347.

<sup>6</sup> Walters, C. J., Christensen, V., Martell, S. J. y Kitchell, J. F. 2005. Possible ecosystem impacts of applying MSY policies from single-species assessment. e *ICES Journal of Marine Science*, 62: 558-568.

<sup>7</sup> Ostrom E. 2000 *El gobierno de los bienes comunes.* Fondo de Cultura Económica. México.

<sup>8</sup> Hanesson, R. 1983 *Bioeconomic análisis of fisheries.* Fishing News Books. London.

<sup>9</sup> *Ibid*, 2002.

---

<sup>10</sup> Ibid, 1999.

<sup>11</sup> OCDE 2003 (Organisation for Economic Co-Operation and Development) The Costs of Managing Fisheries. Organisation for Economic Co-Operation and Development. Paris.

<sup>12</sup> Ibid, 1999.

<sup>13</sup> Ibid, 2000.

<sup>14</sup> Ibid, 1999.

<sup>15</sup> Ibid, 2000.

<sup>16</sup> Ibid, 1999.

<sup>17</sup> Cohen, Y. 1987. A review of harvest theory and applications of optimal control theory in fisheries management. Can. J. Fish Aquat Sci. Vol 44.

<sup>18</sup> Borbón-González, D. J. 2003 Estudio Bioeconómico en Pesquerías: El Caso de la Anchoqueta Norteña. Mosaicos Matemáticos No. 11 Nivel Superior. Diciembre 2003.

Temas selectos de medio ambiente, editado por la H. Cámara de Diputados, se terminó de imprimir en noviembre de 2010 en sus Talleres Gráficos. En esta edición se empleó papel cultural de 50 kilogramos para sus interiores y papel couché plastificado en sus exteriores, consta de 1,500 ejemplares.