

03067

1



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología
Universidad Nacional Autónoma de México



Aguas continentales y diversidad biológica de México

T E S I S

que para obtener el grado académico de

Maestría

Oceanografía Biológica y Pesquera

presenta

Alicia Verónica Aguilar Sierra

Director de Tesis: Dr. Javier Alcocer Durand

Comité Tutorial: Dra. Gloria Vilaclara Fatjó
Dr. Javier Alcocer Durand
Dra. Elva Escobar Briones
Dr. Fernando Álvarez Noguera
Dra. Laura Arriaga Cabrera

México, D. F., a 30 de Noviembre de 2003

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ALICIA VERÓNICA
AGUIRRE SIGA
3.12.03
Verónica Aguilar

La felicidad no se encuentra con esfuerzo y voluntad, pero
reside aquí, cerca, en la relajación y el abandono
No te inquietes, nada hay que deba hacerse
Todo lo que surge en nuestra mente carece de importancia
pues está desprovisto de toda realidad
No te apegues a los pensamientos, no los juzgues, deja que el
juego de la mente se haga solo
Elevarse y caer, sin intervenir
Todo se desvanece y vuelve a empezar, sin cesar
La propia búsqueda de la felicidad es lo que te impide
encontrarla, como arco iris al que perseguimos sin nunca
alcanzarlo
Porque no existe, porque siempre ha estado ahí, y te acompaña
a cada instante
No creas en la realidad de las cosas buenas o malas: son
semejantes a arcos iris
Queriendo atrapar lo inalcanzable, nos agotamos en vano
Así que nos desprendemos de este apego, el espacio está ahí,
abierto, acogedor y confortable

Lama Guendun Rinpoche
Mahamudra

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

Resumen – Abstract	1
Introducción	4
Antecedentes	5
Regionalizaciones de carácter fisiográfico	5
Regionalizaciones de carácter limnológico	5
Regionalizaciones de carácter administrativo	5
Regionalizaciones del Fondo Mundial para la Naturaleza	6
Regionalización de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad	7
Área de estudio	9
Marco hipotético	12
Objetivos	13
Metodología	13
Definición de Regiones Hidrológicas Prioritarias	14
Criterios de evaluación	14
Cuestionario sobre oportunidades para las actividades de conservación	16
Talleres	16
Deforestación	17
Resultados	19
Regionalización	19
Recursos hídricos	22
Ecosistemas acuáticos y diversidad de especies	40
Amenazas a los ecosistemas acuáticos	52
Problemática por uso	60
Servicios ambientales y valoración económica de los recursos acuáticos	66
Problemática y consolidación de mercados	72
Marco jurídico	75
Conocimiento actual	77
Discusión	82
Regionalización	82
Regiones hidrológicas prioritarias de alta biodiversidad	83
Regiones hidrológicas prioritarias de uso y amenazadas	85
Servicios ambientales	93
Valor económico de los recursos acuáticos	94
Problemática y consolidación de mercados	95
Regiones hidrológicas prioritarias con falta de información científica	96
Bibliografía	99
Agradecimientos	108
Anexo1	109

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

C

RESUMEN

La integridad de los sistemas de aguas epicontinentales y su diversidad biológica se encuentran cada vez más amenazadas por las actividades humanas en todo el mundo. La gran variedad de actividades intersectoriales se contraponen cada vez más entre sí y con las necesidades de las especies. El deterioro de la calidad del agua y la reducción del volumen de aguas superficiales y subterráneas disponibles demuestran claramente que las aguas interiores no son recursos inagotables. El bienestar social y económico de un país depende, en gran medida, de la capacidad que tienen estos ecosistemas acuáticos de brindar sus servicios ambientales, de ahí la importancia que tiene mantener su integridad mediante un uso racional y sustentable.

Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado.

Enmarcado en este contexto, en octubre de 1997, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) inició el Programa de Regiones Prioritarias Marinas y Limnológicas de México, con el objetivo de desarrollar un marco de referencia para contribuir a la conservación y manejo sustentable de los ambientes oceánico, costero y de aguas epicontinentales. Este programa forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la Conabio para promover, a nivel nacional, el conocimiento, uso y conservación de la diversidad biológica de México.

Como parte de dicho programa, se realizaron dos talleres sobre regiones hidrológicas prioritarias, del 20 al 23 de abril y del 25 al 26 de mayo de 1998, con la finalidad de llevar al cabo la regionalización de los cuerpos de agua epicontinentales considerados como prioritarios en función de su biodiversidad. Los talleres reunieron a 45 especialistas del sector académico, gubernamental y de organizaciones no gubernamentales para realizar un diagnóstico de los ambientes de agua epicontinentales y seleccionar áreas en función de su riqueza biológica, grado de conocimiento general o carencia de información, actividades de uso actuales y potenciales, impactos negativos actuales y potenciales en la biodiversidad y servicios ambientales.

Con la información anterior, se elaboraron mapas del territorio nacional de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación; así como una ficha técnica de cada área con información de tipo limnológico, geológico/edáfico, recursos hídricos y biodiversidad, además de uso de los recursos, aspectos económicos y problemáticas de estudio, conservación y uso.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 son de alta riqueza biológica con potencial para conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentan algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

En relación con la problemática identificada, sobresalen aspectos como la sobreexplotación de las aguas superficiales y subterráneas, que ocasionan una notable disminución en la cantidad de agua disponible, además de intrusión salina, desertificación y deterioro de los sistemas acuáticos; la contaminación de los acuíferos someros y profundos principalmente por descargas urbanas, industriales, agrícolas y mineras que provocan disminución en la calidad del agua, eutroficación y deterioro de los sistemas acuáticos; los procesos de erosión acelerada causados por el cambio de uso de suelo para agricultura, ganadería, silvicultura y crecimiento urbano e industrial mediante actividades que modifican el entorno como la deforestación, alteración de cuencas y construcción de presas y canales, la desecación o relleno de áreas inundables, modificación de la vegetación natural, pérdida de suelo e incendios; y la introducción de especies

exóticas a los cuerpos de agua con el consiguiente desplazamiento de especies nativas y la disminución de diversidad biológica.

En la presente tesis se hace una síntesis de la situación actual de los recursos hídricos asociados a regiones importantes por su diversidad biológica; a su problemática y esfuerzos de conservación y manejo; así como el grado de conocimiento científico con que se cuenta. Con ello se establece un marco de referencia para el establecimiento de prioridades y toma de decisiones en el manejo sustentable de los ecosistemas epicontinentales de México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ABSTRACT

Throughout the world, the integrity of the epicontinental freshwater systems and their biological diversity are being increasingly threatened by human activities. The great variety of these activities lead to frequent conflicts among users and species. Water quality deterioration and depletion of available surface and groundwater resources points out that the epicontinental waters are not bottomless. The social and economic welfare of a country relies, on great extent, in the capacity of the epicontinental freshwater ecosystems to supply its services; hence the importance to maintain its integrity through a rational and sustainable way.

Therefore, the need to revise the status of the information on the diversity and biological value of the drainage basins arises, as well as to evaluate the direct and indirect threats to the resources and the potential for their adequate conservation and management.

With this background, in october of 1997, the National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity (Conabio) initiated the *Programa de Regiones Prioritarias Marinas y Limnológicas de México* with the purpose of developing a reference framework to contribute to the conservation and sustainable management of the epicontinental waters, coastal and oceanic environments. This programme is part of a set of strategies established by the Conabio to promote, at a national level, the knowledge, use and conservation of the biological diversity of Mexico.

Among the activities directed to fulfill this task, the Conabio organized two workshops on hydrological priority regions, from 20-23 April and from 25-26 May of 1998, to define regions regarding freshwater resources as priority considering biodiversity. The workshops gathered 45 academic, government and non-governmental organization specialists to diagnose freshwater environments and select areas with respect to high biological richness, the degree of general knowledge or the lack of information, the actual and potential use, the actual and potential negative impacts on biodiversity and the environmental services.

With this information, maps of the Mexican territory were made for the areas of top priority concerning biodiversity, use of resources, lack of information and potential for conservation. Likewise, technical file card for each area with information on limnology, geology/edaphology, water resources and biodiversity, as well as on the use of resources, economic aspects and conflicts and recommendations on research, conservation and use were obtained.

Of 110 identified drainage basins of top priority considering biodiversity, 82 correspond to areas in use and 75 are biologically rich areas with potential for conservation; within these two categories, 75 are threatened in some way. Also 29 areas were identified that are biologically important but for which there is not enough scientific information on biodiversity.

Conflicts between sectors were identified. Aspects such as excessive exploitation of underground and surface waters stand out since they cause a strong decrease in the available water resources, saline intrusion, desertification and alteration of the aquatic systems. Pollution of underground and surface waters, specially by domestic, industrial, agricultural and mining waste waters diminish the water quality leading to eutrophication and alteration of aquatic systems. The

accelerated erosion process caused by activities that modify the landscape such as conversion and modification of natural habitats to agricultural, ranching, forestry and industrial expansion as well as population growth lead to deforestation, basin alteration, damming and channeling, dessication and filling of wetlands, soil loss and fires. Finally, the introduction of exotic species to the freshwater ecosystems results in the consequent replacement of native species and lost of biological diversity.

The present issue is a synthesis of the actual situation of the water resources associated to areas of top priority considering biodiversity. Conflicts and efforts for conservation and management are considered, as well as the scientific knowledge that has been achieved for these regions. This framework is directed to decision makers and to agencies that are related with the establishment of priorities in the management and sustainable use of the Mexican freshwater ecosystems.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el manejo del agua se ha basado en el principio de ser un recurso ilimitado y gratuito. La realidad actual indica que se trata de un recurso limitado, escaso y que puede resultar muy caro si no se lleva a cabo una gestión adecuada. Por este motivo, existe una preocupación creciente sobre el sostenimiento de los ecosistemas acuáticos y los riesgos que enfrentan muchas especies en relación con la pérdida de hábitats (degradación, cambios en la calidad y fragmentación), así como con la sobreexplotación de los recursos y la introducción de especies exóticas. El hecho de que haya muchas especies en franca declinación o enfrentando la extinción en los pocos países en donde se cuenta con conocimiento de campo razonable, justifica la preocupación real por el estado de la biodiversidad de las aguas epicontinentales mexicanas. Un hecho alarmante es que, aunque los humanos siempre han hecho uso de los sistemas dulceacuícolas y sus especies en el último siglo, el desarrollo económico acelerado y el crecimiento poblacional han generado transformaciones en estos ecosistemas a una escala sin precedentes.

Hasta ahora, el hombre no se había detenido a pensar en las consecuencias ecológicas, económicas y sociales debidas a las alteraciones en los patrones hidrológicos y en los ecosistemas acuáticos. Cuando un ecosistema se pierde, no sólo se destruye su diversidad biológica, sino también los servicios ambientales que éste presta. Como dicho escenario se repite continuamente a lo largo del tiempo, el resultado se refleja como un déficit en la biodiversidad, en donde la destrucción de especies y ecosistemas es más rápida que la capacidad de la naturaleza para crear nuevas. En este sentido, la llamada "problemática ambiental" se refiere, precisamente, a las alteraciones que el ser humano está causando en su entorno con intensidad cada vez mayor y con carácter irreversible.

Los ecosistemas acuáticos epicontinentales han sido y están siendo fuertemente modificados por la actividad del hombre. Estos impactos han sobrepasado en frecuencia, intensidad y duración a los producidos por catástrofes naturales. Los cambios en el uso de suelo y la sobreexplotación del agua son las causas principales de la destrucción, fragmentación y modificación del hábitat y éstas a su vez son la mayor amenaza a la diversidad biológica acuática. El calentamiento global y el aumento en el nivel del mar también constituyen otra amenaza para los recursos hídricos y los ecosistemas acuáticos costeros.

Lo cierto es que no basta sólo con conocer los procesos e identificar la problemática que afectan a estos ambientes, se necesita de acciones rápidas y adecuadas que conduzcan a nuevas alternativas de manejo sustentable de los recursos y que, al mismo tiempo, permitan el funcionamiento y recuperación eficiente de los ecosistemas en todos sus niveles de organización.

ANTECEDENTES

El establecimiento de prioridades a través de herramientas como la regionalización, tomando en cuenta diferentes criterios, es utilizada cada vez más en el ámbito ambiental con fines de planeación, manejo y conservación de los ecosistemas y sus recursos. A continuación, se describen las diferentes regionalizaciones que se han hecho con este fin.

Regionalizaciones de carácter fisiográfico

De acuerdo con Ferrusquía-Villafranca (1998), las regionalizaciones de carácter fisiográfico reflejan un conjunto de datos objetivos, arreglados sistemáticamente, que representan la geología, estructura e historia de una región. Así y con base en las características topográficas y sus recursos acuáticos tanto lénticos como lóticos, Bassols (1977) dividió a México en cinco regiones que comprenden las zonas de drenaje interior con ríos aislados, algunas áreas desprovistas de cuerpos acuáticos superficiales debido a la aridez, las tierras montañosas del sur con abundantes ríos, la región occidental y centro sur del país con valles de ríos importantes y las tierras bajas y montañosas con abundancia de ríos.

Otra clasificación, basada también en características fisiográficas, es la realizada por la Secretaría de Recursos Hidráulicos (1976). En ésta se mencionan cinco grandes regiones que son el Altiplano Mexicano, la Cuenca del Río Balsas, el Sureste del país, la Península de Yucatán y las Planicies Costeras del Sur del Golfo de México.

Por último, está la revisión de los principales rasgos geológicos y tectónicos de las provincias fisiográficas de México propuesta por Ferrusquía-Villafranca (1998), que divide al país en provincias morfotectónicas de Baja California, Planicies y Sierras del Noroeste, Sierra Madre Occidental, Mesetas y Cordilleras de Chihuahua y Coahuila, Sierra Madre Oriental, Planicie Costera del Golfo, Meseta Central, Faja Volcánica Transmexicana, Sierra Madre del Sur, Sierra Madre de Chiapas y Plataforma de Yucatán.

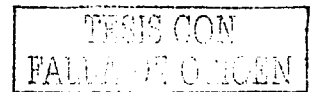
Regionalizaciones de carácter limnológico

A partir de regionalizaciones basadas en la orografía y fisiografía del territorio nacional, se han realizado diversas regionalizaciones de tipo limnológico. Chávez y Vilaclara (1992) y Velázquez y Ordaz (1992) dividen el Altiplano Mexicano en tres áreas, las Sierras y Llanuras del Norte, el Altiplano Central y la Faja Volcánica Transmexicana; mientras que Arredondo y Aguilar (1987) y Bassols (1977) consideran a la Faja Volcánica Transmexicana como parte del Altiplano Central. Sin embargo, existen diferencias geográficas y climáticas entre el Altiplano Central y la Faja Volcánica Transmexicana, como son un área llana de baja altitud en comparación con terrenos montañosos elevados.

Todas estas regionalizaciones están basadas en criterios fisiográficos aunados a otros criterios específicos dependiendo de los objetivos de estudio o de las necesidades para las cuales fueron creadas.

Regionalizaciones de carácter administrativo

La Comisión Nacional del Agua (CNA), en su Programa Hidráulico 1995-2000, utiliza en la administración de los recursos hídricos, una regionalización basada en similitudes de características fisiográficas. Comprende 37 regiones hidrológicas y seis regiones administrativas que agrupan a las 314 cuencas existentes en nuestro país.



Sin embargo, de acuerdo con las nuevas políticas del gobierno federal relacionadas con la descentralización y transferencia de funciones hacia los estados y municipios, la CNA se vió en la necesidad de proponer una nueva regionalización de México basada en criterios hidrológicos. Esta nueva regionalización propone la división del país en trece regiones hidrológicas, que son: la Península de Baja California, el Alto Noroeste, el Bajo Noroeste, el Pacífico Centro, el Pacífico Sur, la Frontera Norte, las Cuencas Centrales del Norte, el Lerma-Santiago, el Golfo Norte, el Golfo Centro, el Golfo Sur, la Península de Yucatán y el Valle de México (Semarnap, 1996a).

La descentralización contempla la separación de las funciones normativas de las operativas, por lo que esta nueva regionalización resulta ser una excelente herramienta, ya que permite a la CNA un conocimiento más detallado de los recursos hídricos y al mismo tiempo ser más eficaz en la administración y planeación de la disponibilidad y uso del agua.

Regionalizaciones del Fondo Mundial para la Naturaleza

En el otoño de 1995, el Fondo Mundial para la Naturaleza y Wetlands International realizó en Santa Cruz, Bolivia, un taller sobre la biodiversidad de aguas epicontinentales de América Latina y el Caribe, con el objeto de establecer prioridades para la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos.

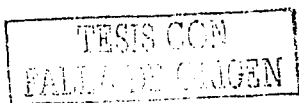
En esta regionalización, la unidad de análisis fue la ecorregión, definida como el área de tierra y agua relativamente grande que contiene los diferentes conjuntos de comunidades naturales a nivel geográfico; donde las comunidades comparten un gran número de especies, su dinámica y condiciones ambientales, y al mismo tiempo funcionan de manera eficiente como unidades de conservación.

Desde esta perspectiva, el análisis enfatiza la importancia de conservar los sitios donde ocurren fenómenos ecológicos y evolutivos, de mantener las poblaciones viables de especies y los procesos que sostienen y dan origen a la biodiversidad, así como la conservación de hábitats naturales lo suficientemente grandes que permitan responder a perturbaciones a gran escala y a cambios a largo plazo. Este análisis cuantifica la diversidad biológica de las ecorregiones de aguas epicontinentales de Sudamérica, Centroamérica, el Caribe y México.

Para México, las ecorregiones hidrológicas con las prioridades más altas para la conservación son los ríos Bravo, Conchos, San Juan, Pánuco, Coatzacoalcos, Grijalva-Usumacinta, cuenca alta del Río Verde, Cuatro Ciénegas, los llanos de El Salado, Lago de Chapala, el sureste de Veracruz, Catemaco y Yucatán. Todas estas ecorregiones están consideradas como en peligro o vulnerables y requieren de acciones urgentes para su conservación. Entre las regiones con estatus crítico y en peligro, con prioridad de conservación a escala regional, se encuentran el Delta del Río Colorado, las costas de Sonora y Sinaloa, el Complejo Guzmán, el Bolsón de Mapimí, los ríos Salado, Santiago, Lerma, Balsas, Manantlán-Ameca y Tehuantepec. Estas regiones se encuentran altamente impactadas, por lo que las acciones de conservación deben darse a nivel regional.

En la primavera de 1998, el Fondo Mundial para la Naturaleza realizó otro taller, utilizando la misma metodología que el anterior, pero para las ecorregiones hidrológicas de Norteamérica (incluyendo a México nuevamente), con la finalidad de proveer de un marco de referencia para acciones relacionadas con la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos epicontinentales en Canadá, Estados Unidos y México (Abell *et al.* 1998).

En este taller, se considera también a la ecorregión como la unidad de análisis. Los objetivos son identificar las ecorregiones de ambientes acuáticos con alta biodiversidad a nivel global, continental, biorregional y nacional, el tipo y grado de amenazas, los sitios específicos dentro de estas ecorregiones donde las acciones de conservación pueden tener resultados o beneficios sustanciales para la biodiversidad, las carencias de información necesarias en la evaluación acertada de la diversidad biológica y proveer de un marco de referencia para que las



agencias y grupos conservacionistas puedan dirigir sus actividades dentro de un contexto global y continental, resultando en una mejor y más efectiva aplicación de los recursos.

Para México, las ecorregiones hidrológicas con la prioridad más alta para la conservación son Cuatro Ciénegas, Chapala, Tamaulipas-Veracruz y los ríos Conchos, Lerma y San Juan. Todas estas ecorregiones tienen importancia a nivel global y están consideradas como críticas y en peligro, por lo que requieren de atención inmediata si se desea conservar estos ecosistemas y su biodiversidad.

Se identificaron también algunos sitios donde las actividades de conservación podrían aportar grandes beneficios para el mantenimiento de los ecosistemas. A continuación se enlistan algunos de ellos:

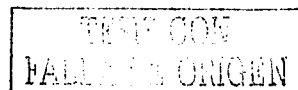
- Ciénega del Lerma
- Ciénega de Chapala
- Humedales del Grijalva-Usumacinta
- Delta del Río Colorado
- Humedales del Lago Cuitzeo
- Río Bavispe, arriba de la presa La Angostura
- Laguna Guzmán
- Cuenca alta del Río Sonora, al sur de Cananea
- Lago Babícora
- Lago Bustillos
- Río San Juan entre Querétaro e Hidalgo
- Venado, al norte de San Luis Potosí
- Cuenca alta del Nazas
- Lago de la Media Luna y Río Verde
- Parque Cumbres de Monterrey
- Río Casas Grandes
- Cabecera del Río Yaqui
- Cabecera del Río Conchos

En resumen, las ecorregiones coincidentes entre los dos ejercicios llevados al cabo por la WWF son los ríos Conchos y San Juan, el Lago de Chapala y Cuatro Ciénegas. Lo sobresaliente de estas ecorregiones es su alto grado de endemismos que las convierte en sitios únicos a nivel global. Sin embargo, todas ellas están fuertemente amenazadas por la contaminación, la sobreexplotación del recurso hídrico, la introducción de especies exóticas y el crecimiento urbano.

En este tipo de ejercicios es importante señalar que la unidad de análisis de ecorregión, cuando se trata de cuerpos de agua, resulta ser muy grande para aplicar medidas de conservación, planeación o manejo. Esto se debe a que la ecorregión comprende áreas muy extensas, que pueden abarcar numerosas cuencas hidrológicas y no toma en cuenta características fisiográficas, las cuales son determinantes cuando se trata de llevar al cabo actividades relacionadas con la conservación, rehabilitación o administración de los ecosistemas acuáticos.

Regionalización de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio)

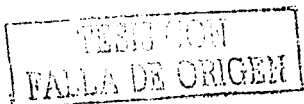
En México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En octubre de 1997, la CONABIO inició el *Programa de Regiones Prioritarias Marinas y Limnológicas de México*, con el objetivo de desarrollar un marco de referencia para contribuir a la conservación y manejo sostenido de los ambientes oceánico, costero y de aguas epicontinentales, el cual consideró los sitios de mayor biodiversidad y los de uso actual y/o potencial en el país. Este



programa forma parte de una serie de estrategias instrumentadas por la Conabio para la promoción a nivel nacional del conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

En este sentido y bajo el marco del Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD, 1992), la Conabio está trabajando en la elaboración de un diagnóstico de los recursos naturales de México, su conservación y uso sustentable para el establecimiento de principios rectores y lineamientos generales en una Estrategia Nacional de Biodiversidad, que sirva como guía a los diferentes sectores con el objetivo común de conservar y utilizar racionalmente el patrimonio biológico de México.

Para esto, se realizaron dos talleres interdisciplinarios sobre Regiones Hidrológicas Prioritarias y Biodiversidad de México en abril y mayo de 1998, con la participación de especialistas y personal de la Conabio. El objetivo general de dichos talleres fue obtener un diagnóstico de las principales cuencas, subcuencas y sistemas acuáticos, considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda considerarse por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo.



ÁREA DE ESTUDIO

México se encuentra situado en América del Norte, con excepción de su porción meridional, que pertenece a Centroamérica. Su territorio queda comprendido entre los meridianos 86° 43' y 117° 8' longitud W y entre los paralelos 32° 43' 5" (confluencia del Río Gila con el Río Colorado) y 14° 28' latitud N (desembocadura del Río Suchiate). Presenta una longitud máxima de 3 000 km desde el norte de Baja California hasta la frontera con Guatemala y una anchura máxima de 1 226 km y una mínima de 200 km en el Istmo de Tehuantepec. Se encuentra delimitada: al norte por los Estados Unidos de América con una frontera de 2 493 km de longitud; al este por el Golfo de México y el Mar Caribe; al sur por Guatemala y Belice con una frontera de 1 138 km de longitud, y al oeste con el Océano Pacífico.

Se caracteriza por un relieve predominantemente montañoso y abrupto, con una gran variedad de climas que dan por resultado un escenario geográfico-físico muy heterogéneo y con una de las biotas más diversas del mundo. México es el decimocuarto país más grande del mundo con un territorio de 1 972 544 km² y ocupa el cuarto lugar en diversidad biológica (Mittermeier, 1988). La abundancia de especies y de endemismos, tanto de su flora como de su fauna, es consecuencia de una variada historia biogeográfica que ha dado como resultado una gradación de climas que abarcan un reino Neártico en el norte y uno Neotropical en el sur. Su importancia no sólo radica en ser un país megadiverso, sino que es centro de origen y domesticación de un sinnúmero de especies agrícolas (Ramamoorthy *et al.*, 1998).

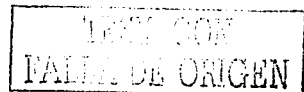
A continuación se presenta una breve descripción, por regiones y basada en características fisiográficas, de los principales recursos hidrológicos del territorio nacional de acuerdo con Chávez y Vilaclara (1992) y Velázquez y Ordaz (1992).

La Península de Baja California y el noroeste de Sonora tienen la tasa de precipitación pluvial más baja del país y, consecuentemente, tienen una muy reducida disponibilidad de recursos acuáticos superficiales. A pesar de ello, en esta área desértica, hay tres lagos efímeros, con grandes fluctuaciones en área superficial y muy probablemente salinos. En Baja California existe solamente una gran presa, mientras que en la mitad sur de Sonora y en Sinaloa, hay un elevado número de ellas de gran dimensión utilizadas, principalmente, para irrigación.

El Altiplano Mexicano se subdivide en las regiones norte y sur. Los territorios del norte, también denominados sierras y llanos del norte, son una vasta región en la que abundaban grandes lagos. Actualmente, sólo se encuentran lagos-playa someros, básicamente temporales y con amplias fluctuaciones en su superficie. En contraparte, en Coahuila, Chihuahua, Nuevo León y Tamaulipas se han construido grandes reservorios. Las cuencas de drenaje endorreico de Chihuahua, Zacatecas, Durango y San Luis Potosí apenas albergan algunos lagos efímeros, principalmente salinos, además de un elevado número de pequeños reservorios.

El Altiplano Central, en la porción sur del Altiplano Mexicano, es la planicie tropical más grande del mundo (Barbour, 1973). Presenta un clima uniforme semi-seco templado a lo largo de su extensión, con áreas aisladas que poseen climas desde seco hasta desértico. Su precipitación media anual (400 mm) hace que el agua sea un recurso extremadamente escaso en los estados de Durango, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato y Querétaro. El Altiplano Central, se caracteriza por cuencas áridas endorreicas, como las de los ríos Aguanaval, el Nazas medio y el Grande de Santiago, entre otros. Lo seco de su ambiente, el vulcanismo activo y el relleno de cuencas con aluvión ha reducido los otrora enormes lagos a pequeños lagos efímeros y someros. Debido a ello, se han construido multitud de presas con diferentes capacidades.

Existen tres cuencas principales a lo largo del enorme macizo de tierras altas que constituyen la Faja Volcánica Transmexicana: la cuenca del Lerma-Santiago, la cuenca de México y la cuenca Oriental. Los lagos representativos de la cuenca del Lerma-Santiago son las siete lagunas de Zempoala en Morelos, los lagos cráter del Valle de Santiago en Guanajuato, los lagos



de Jalisco y Michoacán –particularmente Chapala, Cuitzeo y Pátzcuaro-, y los lagos cráter de Nayarit. Asimismo, en esta zona se han construido represas artificiales de mediana a gran talla.

La cuenca de México era endorreica y se ubicaba en la porción más alta del Altiplano Mexicano (2 240 a 2 390 m.s.n.m.). Este complejo lacustre de seis lagos interconectados ocupaba una extensa área de la cuenca a la llegada de los Aztecas en 1245. Actualmente, sólo se encuentran pequeños remanentes de aquel gran complejo, tres de los cuales son los bien conocidos lagos de Texcoco, Xochimilco y México (Alcocer y Escobar, 1990). Todo lo que queda del inmenso lago salado de Texcoco son terrenos de inundación temporal; de Xochimilco, sólo permanece un conglomerado de canales, y finalmente, el lago dulceacuícola de México está totalmente seco y cubierto por la ciudad de México (Alcocer y Escobar, 1992). Sin embargo, todavía existen algunos lagos pequeños como Zumpango, Nabor Carrillo y Chapultepec y la mayoría de los ríos y arroyos que drenan a la cuenca han sido represados para crear numerosos embalses alrededor de la ciudad de México.

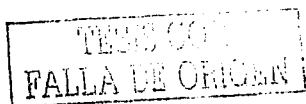
La cuenca Oriental está localizada al oriente del Altiplano Mexicano, en la conjunción de los estados de Puebla, Tlaxcala y una pequeña porción de Veracruz. Esta cuenca, de aproximadamente 5 000 km², está conformada por corrientes temporales, seis lagos cráter y dos lagos-playa. Uno de estos lagos-playa (Tepeyehualco), se encuentra seco en la actualidad y algunas porciones están dedicadas a la agricultura. El otro, Totolcingo o El Carmen, es ahora un lago de llenado episódico. Debido a que la mayor parte de la cuenca está dedicada a la actividad agrícola y, en menor medida, a la ganadera, las represas son una característica común del paisaje semiárido de Puebla y Tlaxcala.

A pesar de que la mayor parte del Río Balsas y sus tributarios fluyen a través de valles intermontanos y cañones de la Sierra Madre del Sur, no existen cuencas lacustres de importancia en el área. Una gran parte de la zona tiene abundantes recursos lóticos, ríos, arroyos, manantiales, pero pocos lagos y presas. Existen algunos ejemplos de lagos de disolución (Aguilar, 1990; Fries, 1960; Tamayo, 1962) y uno de los sistemas hidroeléctricos más importantes del país formado por las presas El Infiernillo, El Caracol y La Villita.

El área del sureste corresponde mayoritariamente a Chiapas y a una pequeña porción de Oaxaca. Chiapas muestra una diversidad de lagos de disolución y lagos asociados a la actividad de los ríos dando origen alguno de estos últimos a extensas áreas someras de inundación. En Chiapas y Oaxaca existen una gran cantidad de reservorios, además de dos de las presas más grandes del país, La Angostura y Netzahualcōyotl.

A pesar de que la mayor proporción de la Península de Yucatán carece de drenaje superficial, existen algunos lagos e innumerables lagos de disolución, llamados comúnmente cenotes, los cuales se presentan prácticamente en toda la península. Debido a la carencia de ríos que represar, no existen presas en esta región.

A lo largo de las Planicies Costeras del Sur del Golfo de México desembocan los ríos mexicanos más importantes que son, de norte a sur, el Papaloapan (sur de Veracruz), el Grijalva (Tabasco-Veracruz-Chiapas) y el Usumacinta (Campeche-Tabasco-Chiapas). Existen muchos lagos sin nombre que están asociados a estos extensos sistemas de ríos, aunque también existen algunos lagos de disolución. El Lago de Catemaco no corresponde en origen con los otros lagos del área; al parecer, se originó por una colada de lava que represó un río que corría a través de un valle intermontano. En Campeche existen algunos lagos grandes y en Veracruz y Tabasco, debido a la elevada disponibilidad de agua, la construcción de presas no ha sido una labor especialmente activa.



MARCO HIPOTÉTICO

El manejo y conservación de la biodiversidad y los recursos se había enfocado tradicionalmente a ciertas especies o hábitats. Sin embargo, en la actualidad existen dos tipos de enfoque principales, que manejan escalas diferentes: el manejo integral por cuenca, que usa escalas menores, y el manejo ecosistémico, que emplea escalas mayores. Ambos enfoques están apoyados en objetivos definidos, son realizados según políticas, protocolos y prácticas específicas, y están apoyados por programas de monitoreo e investigación. Esto con el objeto de entender las interacciones y procesos ecológicos necesarios para mantener la estructura, composición y función de los ecosistemas a largo plazo.

El enfoque de cuenca incluye el conocimiento científico de los aspectos ambientales (bióticos y abióticos) y los aspectos socioeconómicos, así como a las comunidades locales y su conocimiento tradicional dentro de un marco geográfico definido por la cuenca hidrológica. El enfoque ecosistémico procede de manera similar, en un área geográfica definida por fronteras ecológicas naturales. Ambos enfoques permiten la integración de actividades de conservación y desarrollo sustentable a través de un manejo con opciones diversas y flexibles, donde se combinan las necesidades humanas y la protección de la diversidad de ecosistemas, especies y genes.

El presente ejercicio de regionalización responde a una serie de preguntas las cuales se enlistan a continuación:

¿Es útil un ejercicio de regionalización para diferenciar las cuencas hidrográficas del país en función de su biodiversidad?

¿Se pueden trazar geográficamente y a nivel nacional límites en el uso de los recursos naturales por cuenca hidrográfica?

¿Qué tanto reflejan estos límites la integridad de los cuerpos de agua dulce y sus áreas de influencia?

¿Un diagnóstico de las condiciones actuales de la cuenca delimitada puede reflejar el uso, las amenazas y los conflictos intersectoriales que se dan por el recurso hídrico?

¿Es necesario realizar un ordenamiento ecológico de las cuencas hidrográficas del país?

¿Es posible delimitar áreas naturales protegidas a partir de una regionalización basada en áreas importantes por su diversidad biológica y por sus recursos hídricos?

¿Es la regionalización una herramienta útil y necesaria para el establecimiento de prioridades en el diseño de proyectos de conservación, restauración, monitoreo y manejo de recursos?

¿Permite un ejercicio de regionalización identificar las áreas con falta de información?

¿De qué manera se puede tener actualizada la información relacionada con las regiones hidrológicas prioritarias?

La hipótesis de trabajo sugiere que el ejercicio de regionalización es un herramienta útil para delimitar áreas importantes por su diversidad biológica, que sirvan como marco de referencia en la planificación y manejo sustentable de los ecosistemas acuáticos epicontinentales.

OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar un marco de referencia para el establecimiento de prioridades y la toma de decisiones en el manejo sustentable (conservación, explotación, rehabilitación y restauración) de los ecosistemas acuáticos epicontinentales de México.

Objetivos particulares

- 1.- Desarrollar una regionalización de los recursos acuáticos epicontinentales a nivel nacional, con base en la identificación de la riqueza biológica, el grado de conocimiento biológico general y la problemática de uso.
- 2.- Analizar la problemática de uso considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas como regiones hidrológicas prioritarias.
- 3.- Evaluar la situación actual de los recursos hídricos asociados a regiones importantes por su diversidad biológica e identificar los impactos negativos que sobre la biodiversidad ejercen las actividades de uso, así como los conflictos intersectoriales producto del uso múltiple del recurso hídrico.
- 4.- Finalmente hacer una evaluación de los esfuerzos de conservación, manejo y grado de conocimiento científico con que se cuenta.

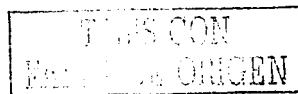


METODOLOGÍA

La conservación y rehabilitación de los cuerpos de agua y de la biodiversidad acuática es una prioridad nacional ante la crisis ambiental que enfrenta el país en las últimas décadas. Para lograr estos objetivos, se requieren de nuevas metodologías que permitan incorporar cambios en una escala y alcance accesibles a la práctica. En este sentido, las escalas de análisis, temporales o espaciales, pueden ser muy variables y están en función de los objetivos planteados. A nivel espacial, la región es una asociación geográfica de relaciones o unidades homogéneas, con criterios específicos, que caracterizan áreas a diferentes escalas local, regional o nacional.

En primer término, se definieron seis regiones de trabajo con base en la conjunción de la última regionalización administrativa establecida por la CNA (Semarnap, 1996a), la cual consta de 13 regiones basadas en criterios hidrológicos. Las regiones de trabajo se presentan en la Figura 1. La información y el material utilizado para la elaboración de la regionalización fue el siguiente:

- a) Revisión y validación de las bases de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la Conabio que incluye información taxonómica y geográfica de la distribución de especímenes de diversos grupos de invertebrados y vertebrados asociados a cuerpos de agua epicontinentales: vegetación (macrofitas, manglares, algas y fitoplancton), invertebrados (moluscos, crustáceos y rotíferos) y vertebrados (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos).
- c) Revisión y elaboración de cartografía temática. Las escalas seleccionadas estuvieron en función de la disponibilidad y temática de la información disponible y para los fines de manejo dentro del taller. La cartografía empleada fue la siguiente:
 - Regiones Hidrológicas Administrativas (CNA, 1998a).
 - Regiones de trabajo en que se agruparon las regiones hidrológicas administrativas de la CNA.
 - Ampliación de las seis regiones de trabajo, escala 1:2 000 000 y 1:2 500 000
 - Subcuencas Hidrológicas, escala 1:1 000 000 (SRH, 1970).
 - Hidrografía e Hidrometría, Atlas Nacional de México, escala 1:4 000 000 (Maderey *et al.*, 1990).
 - Áreas Naturales Protegidas, Unidad Coordinadora de Áreas Naturales Protegidas, escala 1:4 000 000 (INE, 1999a).
 - División Política Estatal, Atlas Nacional de México, escala 1:4 000 000 (INEGI-IG, 1990).
 - Climas, escala 1:1 000 000 (García, E. y Conabio, 1998).
 - Regiones Prioritarias Terrestres de México, escala 1:1 000 000 (Conabio, 2000).
 - Regiones Prioritarias Marinas, escala 1:4 000 000 (Conabio, 1998).
 - Distribución de diferentes grupos de plantas acuáticas, invertebrados (rotíferos, moluscos y crustáceos) y vertebrados (peces, anfibios, aves y mamíferos) de acuerdo con la información contenida en las bases de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de Conabio, escala 1:4 000 000.
- d) Elaboración de fichas técnicas con información general, caracterización limnológica básica, aspectos climáticos, geológico-edáficos, biológicos, antropogénicos y económicos (Anexo 1); criterios de evaluación y un cuestionario sobre oportunidades para las actividades de conservación para cada una de las regiones.
- e) La determinación del patrón de uso, amenazas, alta biodiversidad y falta de conocimiento para cada una de las áreas prioritarias, se obtuvo mediante un análisis de conglomerados (CSS Estadística v. 4.3, 1984-1994) considerando los valores indicados para cada criterio de evaluación. Estos valores permitieron agrupar estadísticamente las áreas de acuerdo con su evaluación (ver criterios de evaluación).



Definición de Regiones Hidrológicas Prioritarias

La identificación y validación por consenso de las regiones hidrológicas prioritarias, se realizó en función de su biodiversidad, entendiendo por ésta a la variabilidad de organismos de cualquier fuente, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos y de aguas epicontinentales, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende también, la diversidad dentro de cada especie y entre las especies.

La unidad de análisis utilizada en este estudio es la cuenca hidrológica (superficie del terreno cuya topografía y geología hacen que el agua drene a un punto común), definida como el área mínima indispensable de delimitación natural para instrumentar una aproximación ecosistémica en el análisis, planeación, manejo y uso sustentable de los recursos hidrológicos epicontinentales.

Regiones hidrológicas de alta biodiversidad

Una región hidrológica de alta biodiversidad es un área (cuenca, subcuenca, parte alta, media o baja de la misma o cuerpo de agua individual) que tienen la posibilidad actual o potencial para la conservación de sus recursos, y en donde ocurren o pueden ocurrir impactos negativos, resultado de las diferentes actividades de uso o explotación de recursos que realizan los distintos sectores, público, privado o independiente.

Regiones hidrológicas de uso por sectores

La identificación de las regiones de uso corresponde a aquellas áreas donde se realizan diferentes actividades de uso de los recursos, intensivas o extensivas. Estas áreas pueden coincidir con alguna(s) de las áreas de biodiversidad. Si no existe coincidencia, no hay conflicto de uso. También se identificaron regiones que presentan algún tipo de amenaza para la biodiversidad, en las cuales pueden ocurrir impactos negativos, resultado de las diferentes actividades de uso o explotación de recursos que realizan los distintos sectores público o privado .

Regiones hidrológicas con falta de información

Estas regiones se identificaron como áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad. Es importante señalar que en general todas las regiones requieren de información, no sólo de su flora y fauna sino también de sus ecosistemas, aspectos ecológicos y de sus recursos hídricos.

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación permitieron darle un valor a las áreas identificadas como prioritarias respecto a su valor ambiental, económico y de amenazas. Para ello, se asignó un valor único, de manera global, a cada una de las áreas respecto a cada uno de los criterios, justificando la asignación a dicho valor.

Los valores descriptivos usados fueron los siguientes:

NC no se conoce (= 0)	ó	NC no se conoce (= 0)
B bajo (= 1)		PI poco importante (= 1)
M medio (= 2)		I importante (= 2)
A alto (= 3)		MI muy importante (= 3)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Valor ambiental (biótico y abiótico)

1. **Integridad ecológica (funcional):** se relaciona con el estado del hábitat (calidad) en el que se evalúa si sus características funcionales se encuentran en o lo más cercano a su estado natural. Una alta integridad indica que el hábitat presenta sus características funcionales naturales. Valores NC, B, M, A.
2. **Hábitats:** evalúa cualitativamente la diversidad de hábitats que se encuentran representados en el área, como indicador de si en un mismo sitio están representados varios tipos de hábitats (lago, reservorio, cuerpos acuáticos someros, ríos, arroyos, lagos salinos, lagunas, humedales, u otros). Valores NC, B, M, A.
3. **Endemismo:** presencia de especies endémicas a nivel nacional (en el país). Indicar qué especies. Valores NC, B, M, A.
4. **Especies amenazadas:** evalúa la presencia de especies que presentan alguna amenaza. Indicar qué especies y el agente de amenaza. Valores NC, B, M, A.
5. **Especies indicadoras:** evalúa diferentes características, ya sea de distribución, abundancia, rareza de las especies en el área e indicadoras del estado natural del ecosistema. Señalar qué especies. Valores NC, B, M, A.

Valor económico

6. **Especies de importancia comercial:** evalúa la presencia de especies comerciales como medida de su importancia económica. Indicar qué especies en orden de importancia. Valores NC, B, M, A.
7. **Importancia económica por sectores:** evalúa la importancia de la zona por la presencia de actividades de sectores como el petrolero, pesquero, industrial, minero, de transporte u otros. Enlistar en orden de importancia. Valores NC, B, M, A.
8. **Recursos estratégicos:** evalúa la importancia de la zona por la presencia de recursos económicamente estratégicos como, gas, petróleo, geotérmicos, u otros. Enlistar en orden de importancia. Valores NC, PI, I, MI.
9. **Importancia por servicios:** evalúa la importancia de la zona porque a partir de ésta se obtengan servicios tanto ambientales (control de inundaciones, depuradores de agua, regulación climática, etc.) como específicos (abastecimiento de agua, riego, acuicultura, generación de energía eléctrica u otros). Enlistar en orden de importancia. Valores NC, PI, I, MI.

Amenazas

10. **Modificación del entorno:** se ejemplifica por actividades como alteración de cuencas y/o construcción de presas que reducen aporte agua epicontinental, la tala del árboles, desecación o relleno de áreas inundables, deforestación, modificación de la vegetación natural que promueve la erosión e incrementa el aporte de sedimentos, formación de canales, obras de ingeniería como construcción de caminos o carreteras u otros. Enlistar en orden de importancia. Valores NC, B, M, A.
11. **Contaminación:** evalúa la presencia de energía, sustancias u organismos contaminantes en la zona. Los agentes que alteran la calidad del agua pueden ser directos o indirectos: desechos sólidos como basura, aguas residuales domésticas e industriales, petróleo y sus derivados, agroquímicos, fertilizantes, residuos industriales, descargas termales y salobres provenientes de termo e hidroeléctricas, presencia de industria generadora de gases atmosféricos que inducen la lluvia ácida u otros. Enlistar en orden de importancia. Valores NC, B, M, A.

12. Concentración de especies en riesgo: puede reflejar el grado de amenaza o deterioro al que está sometida una región en particular. Indicar qué especie(s) o grupo(s) taxonómico(s) en orden de importancia. Valores NC, B, M, A.
13. Especies introducidas o exóticas: evalúa la presencia de especies introducidas en los diferentes hábitats como medida de los impactos negativos que ocasionan, por ejemplo el desplazamiento de especies nativas. Indicar qué especies. Valores NC, PI, I, MI.
14. Prácticas de manejo inadecuadas: evalúa la práctica de actividades no compatibles con la conservación como uso de explosivos, violación de vedas y tallas mínimas de extracción, venenos y trampas no selectivas, pesca ilegal u otros. Enlistar en orden de importancia. Valores NC, B, M, A.

Cuestionario sobre oportunidades para las actividades de conservación

Este cuestionario responde a las principales necesidades ambientales y de conservación, así como a la identificación de falta de información científica y las principales instituciones de investigación que llevan al cabo estudios en cada una de las regiones hidrológicas identificadas. A continuación se presenta el cuestionario aplicado.

1. Considerando el estado de conservación de la zona identificada, cuáles serían las principales preocupaciones ambientales y necesidades de conservación. Enlistar de manera concreta.
2. Identificación de los principales "huecos" en el conocimiento limnológico, necesidades y prioridades en la zona. Enlistar de manera concreta.
3. Principales instituciones de educación superior o institutos relacionados con la limnología en la zona; facilidades de entrenamiento limnológico y expertos en el tema.

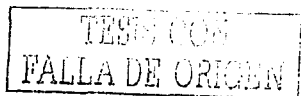
Talleres

El primer taller se llevó al cabo del 20 al 23 de abril de 1998, con la participación de un consultor, 32 especialistas y personal de la Conabio. Los investigadores participantes se organizaron en cinco mesas de trabajo de acuerdo con las diferentes áreas de especialidad: vegetación acuática (manglares, macrofitas, algas); cordados (peces, anfibios, aves y mamíferos); invertebrados (insectos, crustáceos, moluscos); hidrografía (cuencas, aguas superficiales, tecnología hidráulica y ambiental) y contaminación (calidad del agua y saneamiento).

Cada mesa contó con un mapa base impreso en papel de las seis regiones de trabajo y mapas en acetato de las cuencas, subcuencas, hidrografía, división política, áreas prioritarias terrestres, áreas prioritarias marinas, áreas naturales protegidas federales y estatales, clima, distribución de los diferentes grupos biológicos, de manera tal que se pudieran sobreponer, físicamente y de manera sencilla al mapa base y establecer las primeras delimitaciones de regiones prioritarias. Al finalizar el día, un investigador de cada mesa expuso las áreas identificadas y los criterios utilizados que llevaron a dicha selección.

Posteriormente, las mesas se organizaron por cada una de las seis regiones de trabajo. El mapa base correspondió a una ampliación de cada provincia impreso en papel, donde se incluyeron las regiones prioritarias identificadas el primer día. Estuvieron disponibles, también, mapas temáticos de los diferentes grupos biológicos (plantas acuáticas, moluscos, crustáceos, rotíferos, peces, anfibios, aves y mamíferos), de subcuencas e hidrografía, correspondientes a cada una de las regiones impresos en acetato.

El trabajo de cada grupo consistió en continuar con la identificación y validación de las regiones consideradas como prioritarias sobre el mapa base. Asimismo, se llevó al cabo el llenado de una ficha técnica para cada región consensada, la cual cubre aspectos de tipo hidrográfico, limnológico, climático, geológico/edáfico y biótico. Con respecto a los criterios de evaluación, éstos son de carácter cualitativo y jerarquizado y están relacionados con el valor biológico, ambiental,



económico y de amenazas. Para ello, los investigadores asignaron un valor único, de manera global, a cada una de las regiones respecto de cada uno de los criterios indicando las diferentes razones por las que asignaron dicho valor.

Se llenó también el cuestionario sobre oportunidades para las actividades de conservación para cada una de las regiones. En este cuestionario se solicitó información sobre el estado de conservación, las necesidades y prioridades de la zona identificada, la detección de las principales carencias en el conocimiento limnológico y existencia de grupos e instituciones relacionadas con actividades científicas y académicas.

El segundo taller se llevó al cabo los días 25 y 26 de mayo de 1998, con la participación de un consultor, 16 especialistas y personal de la Conabio. Este segundo taller tuvo como objetivo complementar y validar la información generada en el primer taller con la adición de especialistas en fito y zooplancton, así como expertos en zonas áridas cuyas áreas de trabajo específicas son las regiones Noroeste y Altiplano Norte.

La mesa con especialistas en fito y zooplancton contó con un mapa base impreso en papel de las seis regiones de trabajo y las regiones hidrológicas prioritarias definidas en el primer taller, así como mapas en acetato de las cuencas, subcuencas, hidrografía, división política, áreas prioritarias terrestres, áreas prioritarias marinas, áreas naturales protegidas federales y estatales, clima, distribución de los diferentes grupos biológicos, de manera que se pudieran sobreponer al mapa base y redefinir, en caso de ser necesario, nuevas regiones prioritarias de biodiversidad.

Las mesas con especialistas en las regiones Noroeste y Altiplano Norte contaron con mapas base ampliados de sus regiones correspondientes incluidas las regiones hidrológicas prioritarias identificadas en el primer taller para ser validadas y redefinidas en caso de considerarlo pertinente.

Al finalizar el taller, se procedió a hacer una exposición de los motivos y criterios utilizados en la modificación e incorporación de nuevas regiones, así como al llenado de las fichas técnicas de las mismas.

Deforestación

El cálculo de la pérdida de vegetación acuática y cuerpos de agua se realizó a través de la estimación de las tasas de deforestación, utilizando mapas de cobertura vegetal que permiten monitorear los cambios en la cubierta forestal de México. Para esto, se tomaron como mapas base los tipos de vegetación y uso de suelo de INEGI (1973) escala 1:250 000 y del INE (1996) escala 1:1 000 000, este último actualizado hasta 1993. Para calcular las tasas de deforestación "r" se utilizó la siguiente función: $r = 1 - \left(1 - \frac{A_1 A_t}{A_i}\right)^{1/t}$ donde A_1 =área de cubierta vegetal inicial; A_2 =área de cubierta vegetal final y t =período de tiempo entre 1973 y 1993 (Dirzo y García, 1992).

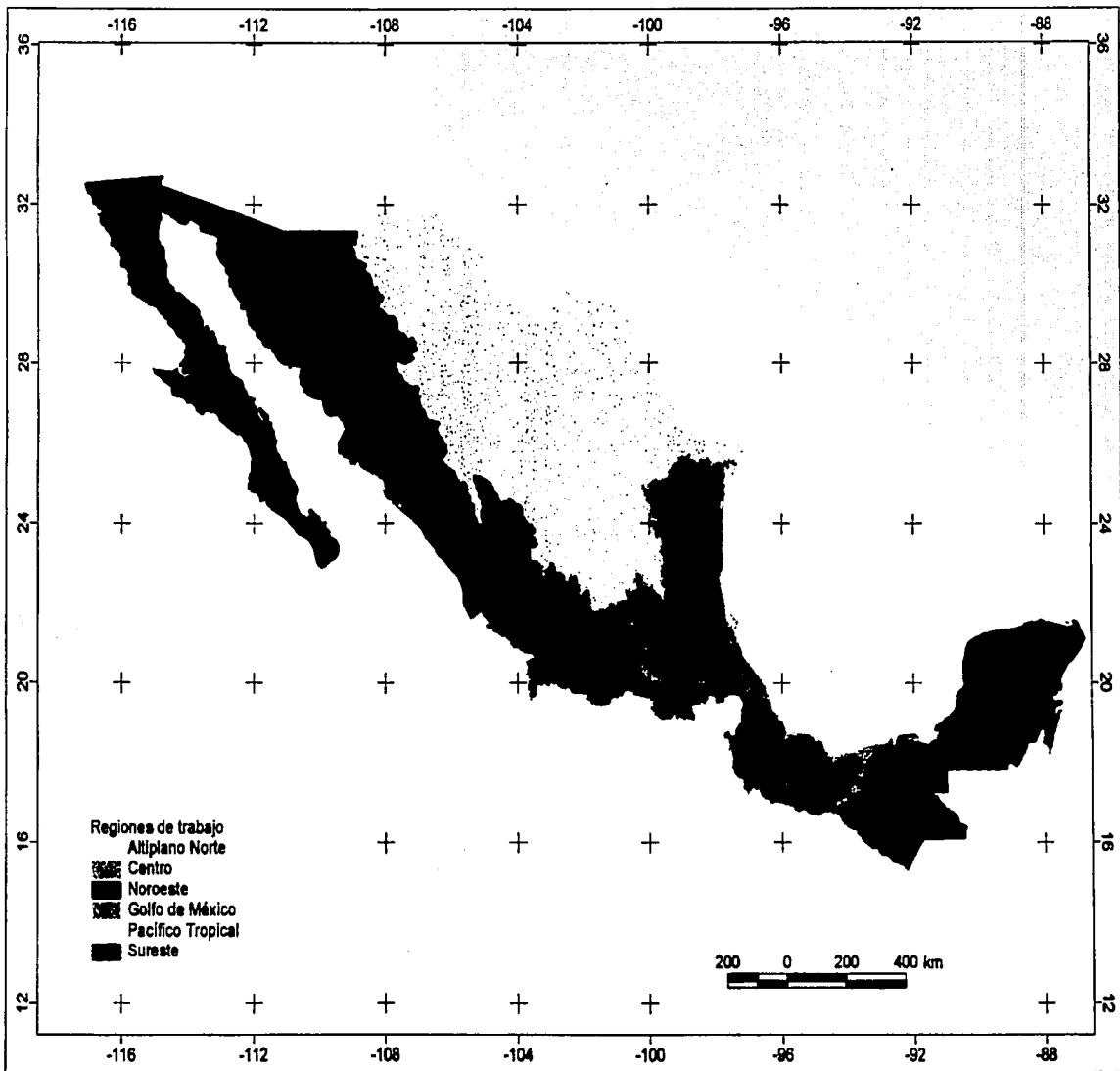


Figura 1. Regiones de trabajo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

RESULTADOS

Regionalización

La regionalización hidrológica tuvo como resultado final una lista con 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias y el mapa correspondiente, escala 1:4 000 000 (Figura 2). La determinación del patrón de uso en las diferentes áreas prioritarias dio como resultado 75 áreas de alta biodiversidad y 82 áreas de uso por sectores, de entre las cuales 75 presentaron algún tipo de amenaza. Finalmente, también se identificaron 29 áreas que son importantes biológicamente pero no se cuenta con suficiente información científica.

A continuación se enlistan las Regiones Hidrológicas Prioritarias por Región de trabajo (Cuadros 1 – 6) y su estatus (Áreas de alta biodiversidad = AAB; Áreas de uso por sectores = AU; Áreas que presentan algún tipo de amenaza = AA; Áreas de desconocimiento científico = AD).

Cuadro 1. Regiones Hidrológicas Prioritarias del Noroeste

Región	Regiones Hidrológicas Prioritarias	AAB	AU	AA	AD
1	San Pedro Mártir	X	X		
2	Ríos estacionales de Baja California - Cataviña				X
3	Sierra de la Libertad		X	X	X
4	Sierra de San Francisquito - Oasis San Ignacio	X	X		
5	Mulegé - Sta. Rosalía				X
6	La Purísima	X			
7	Bahía Magdalena		X		
8	Oasis San Pedro de la Presa - El Pilar - Las Pocitas	X	X		
9	Sierra del Novillo - La Paz		X		
10	Sierra de la Laguna y oasis aledaños	X	X		
11	Delta del Río Colorado	X	X	X	
12	Subcuenca del Río Asunción				X
13	Subcuencas del Río San Pedro y Río Sta. Cruz	X	X	X	
14	Isla Tiburón - Río Bacoachi			X	X
15	Cajón del Diablo	X		X	
16	Río Yaqui - Cascada Basaseachic	X	X	X	
17	Río Mayo	X	X	X	
18	Cuenca alta del Río Fuerte	X	X	X	
19	Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón	X	X	X	
20	Cuenca alta de los Ríos Culiacán y Humaya	X	X	X	
21	Cuenca alta del Río San Lorenzo - Minas de Piaxtla	X	X		X
22	Río Baluarte - Marismas Nacionales	X	X	X	

Para la región Noroeste (Cuadro 1), se identificaron 22 regiones prioritarias que corresponden al 20% del total; 15 están consideradas áreas de alta biodiversidad, 16 son áreas de uso por los diferentes sectores, 11 están amenazadas y 6 requieren de mayor información científica.

Cuadro 2. Regiones Hidrológicas Prioritarias del Pacífico Tropical

IdRegión	Regiones Hidrológicas Prioritarias	AAB	AU	AA	AD
23	San Blas - La Tovara	X	X	X	
24	Cajón de Peñas - Chamela	X	X	X	
25	Río Purificación - Manantlán	X	X	X	
26	Ríos Coalcomán y Nexpa	X	X		
27	Cuenca baja del Río Balsas	X	X	X	
28	Río Atoyac - Laguna de Coyuca	X	X	X	
29	Río Papagayo - Acapulco	X	X	X	
30	Cuenca alta del Río Ometepec				X
31	Río Verde - Laguna de Chacahua			X	
32	Soconusco	X	X	X	

Para la región Pacífico Tropical (Cuadro 2), se identificaron 10 regiones prioritarias que corresponden al 9% del total; 8 están consideradas áreas de alta biodiversidad y a su vez son áreas de uso por los diferentes sectores, 8 están amenazadas y sólo una requiere de mayor información científica.

Cuadro 3. Regiones Hidrológicas Prioritarias del Altiplano Norte

IdRegión	Regiones Hidrológicas Prioritarias	AAB	AU	AA	AD
33	Samalayuca	X	X	X	
34	Lago Bavícora	X	X	X	
35	Cuenca alta del Río Sta. María	X	X	X	
36	Cuenca alta del Río del Carmen	X	X	X	
37	Lago Bustillos	X	X	X	
38	Lago Los Mexicanos	X	X	X	
39	Cuenca alta del Río Conchos	X	X	X	
40	Río Nazas	X	X	X	
41	Cuenca baja del Río Conchos	X	X	X	
42	Río Bravo Internacional	X	X	X	
43	Río Bravo - Piedras Negras	X			X
44	El Guaje		X	X	X
45	La India		X	X	X
46	El Rey		X	X	X
47	Sierra de Sta. Rosa		X		X
48	Cuatro Clénegas	X	X	X	
49	Valle Hundido		X	X	X
50	Río Salado de los Nadadores	X	X	X	
51	Camacho - Gruñidora		X	X	
52	Cumbres de Monterrey	X	X	X	
53	Ríos San Juan y Pesquería	X	X	X	
54	Venado - Moctezuma			X	X

Para la región Altiplano Norte (Cuadro 3), se identificaron 22 regiones prioritarias que corresponden al 20% del total; 15 están consideradas áreas de alta biodiversidad, 20 son áreas de uso por los diferentes sectores, 20 están amenazadas y 7 requieren de mayor información científica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 4. Regiones Hidrológicas Prioritarias del Centro

IdRegión	Regiones Hidrológicas Prioritarias	AAB	AU	AA	AD
55	Lagos cráter de Nayarit		X		
56	Valle de Aguascalientes – Río Calvillo	X	X	X	
57	Cuenca alta del Río de La Laja	X			
58	Chapala – Cajititlán – Sayula	X	X	X	
59	Presa Río Turbio				X
60	Zacapu	X	X		
61	Lagos cráter del Valle de Santiago				X
62	Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas	X	X	X	
63	Los Azufres	X	X		
64	Humedales de Jilotepec – Ixtlahuaca	X			
65	Cuenca alta del Río Lerma	X	X	X	
66	Lagos cráter del Nevado de Toluca		X	X	
67	Río Amacuzac – Lagunas de Zempoala	X	X	X	
68	Remanentes del complejo lacustre de la cuenca de México		X	X	
69	Llanos de Apan		X	X	X
70	Cuenca Oriental		X	X	

Para la región Centro (Cuadro 4), se identificaron 16 regiones prioritarias que corresponden al 15% del total; 9 están consideradas áreas de alta biodiversidad, 12 son áreas de uso por los diferentes sectores, 10 están amenazadas y 2 requieren de mayor información científica.

Cuadro 5. Regiones Hidrológicas Prioritarias del Golfo de México

IdRegión	Regiones Hidrológicas Prioritarias	AAB	AU	AA	AD
71	Río San Fernando	X	X		
72	Río Tamesí	X		X	
73	Cenotes de Aldama		X		
74	Lago de La Media Luna	X	X	X	
75	Confluencia de las Huastecas	X		X	
76	Río Tecolutla	X	X	X	
77	Río La Antigua	X			
78	Presa Miguel Alemán – Cerro de Oro		X	X	
79	Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan	X		X	
80	Los Tuxtlas	X	X	X	
81	Cuenca media y alta del Río Coatzacoalcos	X	X	X	X
82	Cuenca media y alta del Río Uxpanapa	X	X	X	X
83	Cuenca alta del Río Tonalá	X	X	X	

Para la región Golfo de México (Cuadro 5), se identificaron 13 regiones prioritarias que corresponden al 12% del total; 11 están consideradas áreas de alta biodiversidad, 9 son áreas de uso por los diferentes sectores, 10 están amenazadas y 2 requieren de mayor información científica.

Cuadro 6. Regiones Hidrológicas Prioritarias del Sureste

IdRegión	Regiones Hidrológicas Prioritarias	AAB	AU	AA	AD
84	Chimalapas	X			X
85	Malpaso - Pichucalco	X		X	X
86	La Sepultura - Suchiapa	X	X		X
87	Motozintla	X			X
88	Comitán - Lagunas de Montebello	X			
89	Río Tulijá - Altos de Chiapas	X			
90	Laguna de Términos - Pantanos de Centla	X	X	X	
91	Balancán		X	X	X
92	Río Lacantún y tributarios	X	X	X	
93	Río San Pedro		X		X
94	Cuenca alta del Río Candelaria				X
95	Sur de Campeche	X	X	X	
96	Calakmul	X		X	
97	Cuenca alta del Río Champotón				X
98	Cuenca baja del Río Champotón		X	X	
99	Laguna Chichancanab	X		X	X
100	Cono Sur - Peto		X		X
101	Zona citrícola		X	X	X
102	Anillo de cenotes	X	X	X	
103	Contoy	X		X	
104	Isla Mujeres		X		
105	Corredor Cancún - Tulum	X	X	X	
106	Cozumel		X		
107	Cenotes Tulum - Cobá	X	X	X	
108	Sian Ka'an	X	X	X	
109	Humedales y lagunas de la Bahía de Chetumal	X	X	X	
110	Río Hondo		X	X	

Para la región Sureste (Cuadro 6), se identificaron 27 regiones prioritarias que corresponden al 25% del total; 17 están consideradas áreas de alta biodiversidad, 17 son áreas de uso por los diferentes sectores, 16 están amenazadas y 11 requieren de mayor información científica.

Recursos hídricos

El flujo de las aguas epicontinentales desde las regiones montañosas o tierras bajas hasta el mar (drenaje exorreico), así como las depresiones continentales cerradas (drenaje endorreico) y a través del subsuelo (drenaje criptorreico), son partes esenciales del ciclo hidrológico mundial. Este enlaza la atmósfera, la biosfera y la hidrosfera, aguas continentales y subterráneas, aguas salinas y dulces, y una gran diversidad de tipos de ecosistemas de manera compleja y dinámica.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

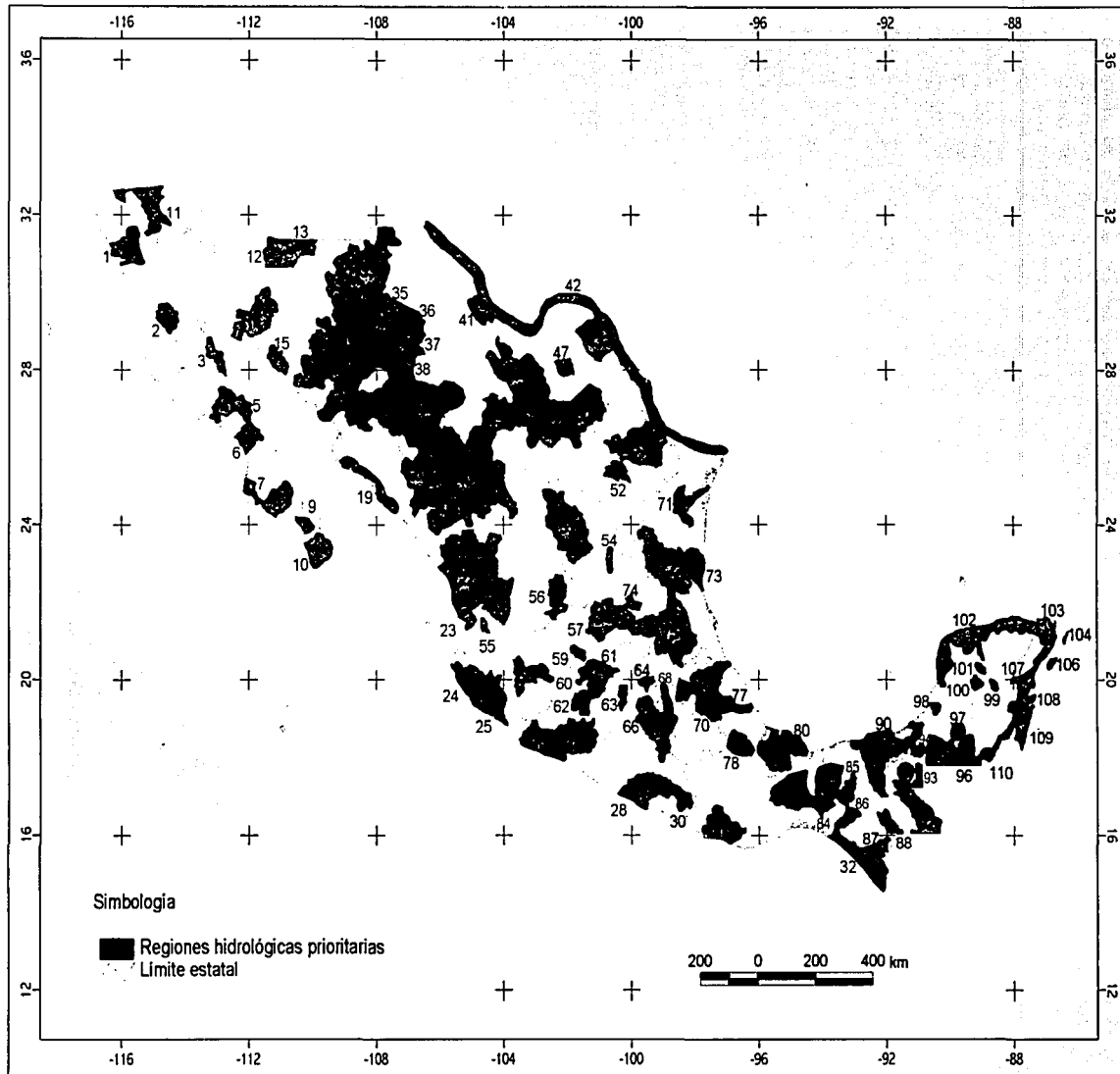


Figura 2. Regiones hidrológicas prioritarias (Conabio, 2000)

Balance hídrico

Si se considera el total del agua en el planeta, solamente 2.6% es agua dulce (Baumgartner y Reichel, 1975). Cerca del 77% de esta agua dulce se encuentra "atrapada" en las capas del hielo polar y glaciares y 11% está almacenada en acuíferos subterráneos, quedando sólo 12% como agua superficial. De este 12%, solamente 0.57% existe en la atmósfera y en la biosfera. La atmósfera redistribuye el agua evaporada a través de la precipitación y condensación mientras que los componentes y procesos hidrológicos de la biosfera la distribuyen a través de corrientes superficiales y del suelo, como agua subterránea y en procesos de filtración y evapotranspiración (Brooks *et al.*, 1997).

Para realizar un balance hídrico de una zona determinada se deben considerar tres factores: la precipitación, la evapotranspiración y el escurrimiento superficial (Figura 3). La precipitación, en forma de lluvia principalmente, es un factor esencial en el ciclo hidrológico y repercute en forma importante en la disponibilidad de agua en las diversas regiones hidrológicas del país. Existe una temporada de lluvias, bastante generalizada, que va del mes de mayo al de octubre, así como una temporada breve de lluvias invernales en ciertas regiones del país, causada por el paso de frentes fríos, como en el noreste de la Península de Baja California, sur de Sonora, norte de Sinaloa, suroeste de Chihuahua y noroeste de Durango. En el sureste del país tienen lugar los llamados "nortes", que se presentan normalmente de noviembre a febrero, debido a los frentes fríos y provocan fuertes corrientes de aire que cruzan el Golfo de México hasta la Península de Yucatán. En el Altiplano, las precipitaciones ocurren durante los meses de julio a agosto, mientras que en el resto del país la mayor precipitación se presenta durante el mes de septiembre, debido a la presencia de ciclones tropicales (Athié, 1987).

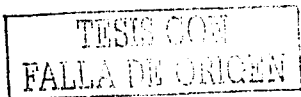
Los ciclones tropicales ocurren de mayo a noviembre y afectan tanto a las costas del Océano Pacífico como a las del Golfo de México y del Caribe con incidencias del 40% en Yucatán y Quintana Roo y del 25% en la Península de Baja California y Sinaloa (Semarnap, 1996a).

La precipitación media anual en la República Mexicana es de 1 570 km³; si el escurrimiento superficial es de 410 km³ y la recarga subterránea de 40 km³, la diferencia, es decir 71.34% de la precipitación, se "pierde" por evapotranspiración (Figura 3). Esto significa que las corrientes atmosféricas, ya sea en forma de nubes o de humedad ambiental, absorben la mayoría del agua evaporada, la cual equivale a más del doble de la que escurre a través de todos los ríos del país (INEGI, 1995).

Esta consideración es de trascendental importancia en el manejo de los recursos hídricos, pues deben tomarse las precauciones necesarias en cuanto a pérdidas por evapotranspiración en el diseño de infraestructura hidráulica nacional, así como mantener las áreas forestales y con vegetación natural, pues éstas ayudan a conservar la humedad y propician la percolación, con lo que se evita una pérdida excesiva de agua (Athié, 1987).

Distribución del agua

Como se mencionó con anterioridad, existe una enorme restricción en cuanto a la disponibilidad de "agua dulce", ya que ésta representa sólo el 2.6% de toda el agua del planeta. Cerca del 12% está accesible en la superficie; sin embargo, aproximadamente la mitad es salada (Wetzel, 1983), con una concentración de sales disueltas igual o superior a 3 g/l (Williams, 1996). La cantidad de agua dulce disponible en el planeta no aumenta al ritmo de crecimiento de la población. Consecuencia de ello es que de 1850 a 1990 la disponibilidad de agua *per capita* se redujo a la cuarta parte. De continuar esta tendencia, entre 1990 y 2000 se duplicará la demanda de agua, especialmente en los países del Tercer Mundo (Alcocer, 1998). La situación en México es bastante grave, ya que cuenta solamente con el 0.1% del total de las reservas de agua dulce del mundo (Toledo *et al.*, 1989).



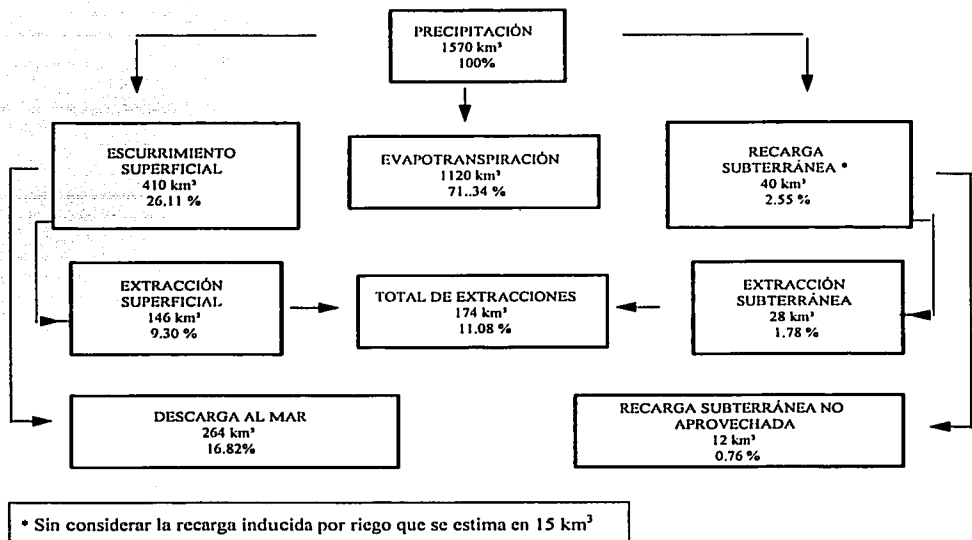


Figura 3. Balance hídrico nacional (INEGI, 1995)

La gran diversidad fisiográfica y climática de México conlleva a una distribución heterogénea de los recursos acuáticos (Alcocer *et al.*, 1993; Sedesol, 1993; INEGI, 1995). La mayor parte de México es árida (31%) o semiárida (36%) y tan sólo una tercera parte (33%) es húmeda y subhúmeda. La fuente principal de abastecimiento de agua en México es la lluvia, con una precipitación anual promedio de 777 mm, y un patrón de disminución, según las mediciones de 1995, de sureste (2 400 mm) a noroeste (100 mm). La densidad poblacional no se corresponde con la disponibilidad de los recursos dulceacuícolas. La escasez de agua se origina principalmente por la distribución geográfica diferencial de los recursos hidrológicos en relación con los conglomerados humanos, ya que las zonas que concentran al 70% de la población cuentan con un bajo porcentaje de las fuentes de abastecimiento, lo que significa que más de las tres cuartas partes de los recursos hídricos se encuentran alejados de las comunidades con mayor densidad de población y actividad económica, originándose con ello un desequilibrio entre la oferta y la demanda (López-Portillo, 1982), lo que conduce a la sobreexplotación de los acuíferos y ha llevado a hacer transferencias de agua entre cuencas.

El mayor volumen de los recursos hídricos en México se encuentra en los ríos (68.2%), siguiéndole en importancia las presas (17.8%), los acuíferos (11.7%) y los lagos y lagunas (2.3%) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Distribución del volumen del agua dulce en México (Sedue, 1988)

Distribución	Volumen de agua (km ³)
Ríos	410
Presas	107
Aguas subterráneas	70
Lagos y lagunas	14
Total	601

Las cuencas que drenan al Golfo de México y al Mar Caribe conducen 59.8% del flujo superficial de agua que fluye en México; al Océano Pacífico se drena 39.2%, mientras que en las cuencas endorreicas se transportan tan sólo el 1% restante. Esto significa que 3% del volumen total fluye en la parte norte de México, mientras que el 50% lo hace a través de los ríos del sureste (García, 1982). Por otra parte, del volumen medio anual de agua que escurre superficialmente, correspondiente a 410 km³, casi 32.2% lo aportan sólo ocho ríos: Bravo, Pánuco, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva, Usumacinta, Lerma-Santiago y Balsas.

Como se mencionó con anterioridad, la disparidad en la disponibilidad de agua en México no sólo es latitudinal sino también temporal. El 90% del agua pluvial se descarga en la temporada de lluvias, la cual dura entre 4 y 6 meses (mayo a octubre), lo que se traduce en una carencia de agua pluvial durante los seis meses restantes. Finalmente, la mala distribución del vital líquido también es conspicua altitudinalmente, ya que 80% del agua dulce está localizada por debajo de la cota de los 500 m y tan sólo un 5% por arriba de la cota de los 2 000 m. Contrariamente, 76% de la población y dos terceras partes de la industria de manufactura y tierras agrícolas y pecuarias se ubican en el Altiplano Mexicano (Athié, 1987; INEGI, 1995).

La disponibilidad de agua se concentra principalmente en el sureste del país donde la densidad de población y la demanda de agua son bajas. En contraste, en el centro, norte y noroeste -donde la densidad de población es mayor y las demandas son altas- el agua es escasa o baja (Figura 4) (Semarnap, 1996a). Esta distribución heterogénea latitudinal, altitudinal y temporal hace muy difícil el desarrollar programas de manejo y uso adecuado, así como preservar su calidad y volumen. Basta recordar que la mayor parte de ésta se pierde por evapotranspiración (60-72%) e infiltración (10-20%); solamente entre el 10 y 28% escurre a través de los ríos (Athié, 1987; Bassols, 1977; García, 1982; INEGI, 1995; Sánchez *et al.*, 1989; Sedesol, 1993).

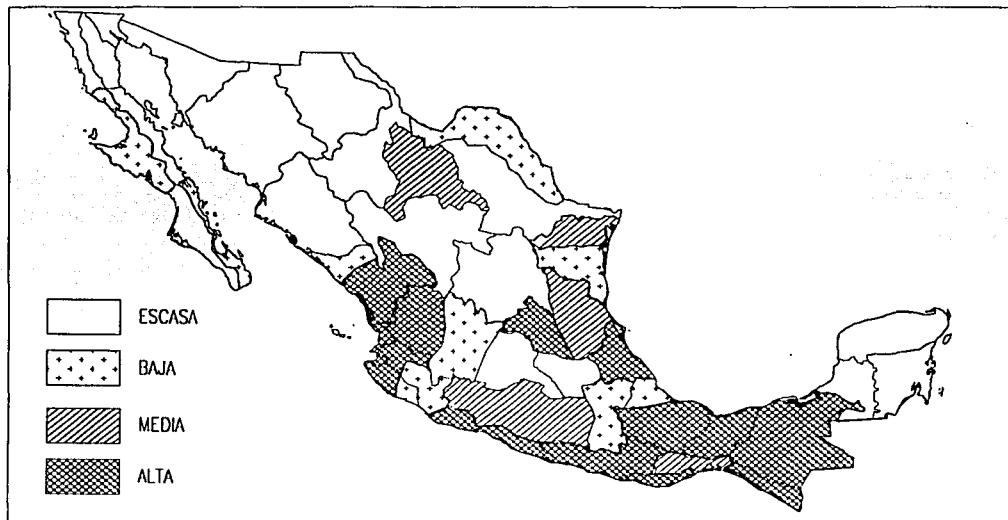


Figura 4. Disponibilidad relativa de agua superficial en México (Semarnap, 1996a)

Captación y almacenamiento del agua

En términos de cantidad total de agua no existe escasez de agua sobre la Tierra. Del total de agua que se evapora en el océano, sólo regresan al mar, después de precipitarse en los continentes, unos 41 mil km³ por año y de ellos, unos 9 mil km³ son utilizados por el hombre. En principio, tal cantidad sería teóricamente suficiente para satisfacer las necesidades de una población de 20 mil millones de habitantes (Arias, 1993). Sin embargo, esta agua está dispersa espacialmente y en flujo constante. Muchas cuencas no proveen la demanda suficiente de agua en ciertas regiones. Aun en el trópico húmedo, donde la precipitación anual puede exceder los 3 000 mm, las sequías periódicas o anuales causan daño a los cultivos y pérdidas en la ganadería y de vidas humanas. Contrario a lo que se piensa, las inundaciones pueden ocurrir periódicamente en regiones áridas y semiáridas donde la precipitación anual es menor a los 250 mm. No es de sorprender, entonces, que las naciones, agencias y comunidades locales hagan fuertes inversiones en proyectos de ingeniería para asegurar algunas medidas de control sobre los recursos hídricos.

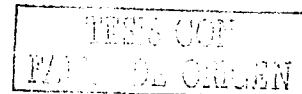
Las cuencas son áreas muy frágiles que deben protegerse mediante la conservación de la cubierta vegetal; sólo así se garantizan suelos en buen estado y ríos con agua limpia y abundante. Las áreas arboladas favorecen la humedad ambiental, la temperatura, la humedad del suelo, la penetración e infiltración de agua en el suelo incrementando los niveles freáticos, mejoran la calidad del agua y controlan los flujos de corrientes superficiales evitando las crecientes e inundaciones agua abajo (Alanís *et al.*, 2000).

Sin embargo, la crisis actual del agua ha llevado al hombre a buscar nuevas alternativas de manejo de sus recursos naturales que le permitan garantizar su sustentabilidad por tiempo indefinido. En países desarrollados existen grandes avances al respecto, sobre todo en áreas destinadas no a la conservación sino a un manejo y uso múltiple, racional y sustentable de los recursos, como serían la forestería de producción, cultivos agrícolas, pastoreo, agroforestería y producción de agua.

Una de las técnicas empleadas es el manejo de vegetación para la producción de agua. Según Brooks *et al.* (1997), existe un número importante de estudios sobre incrementos en la producción de agua asociados con la reducción en la densidad de la cubierta vegetal. En general, los cambios que reducen la evapotranspiración incrementan el rendimiento de agua. La evapotranspiración puede ser reducida cambiando la estructura y composición de la vegetación de una cuenca con medidas como: bajar la densidad de la cubierta forestal, cambiar especies de raíces profundas por especies de raíces someras, cambiar la cubierta vegetal de plantas con alta capacidad de intercepción por aquellas de menor capacidad y reemplazar especies con una alta tasa de transpiración anual por especies con baja tasa de transpiración anual. La cantidad de agua ganada depende también del tipo de suelo, de las condiciones climáticas (precipitación, temperatura y radiación solar) y del porcentaje de la cuenca afectada. No obstante que el cambio de la cobertura vegetal puede traer consigo aumentos en la escorrentía, es importante reconocer que, generalmente, estos cambios también traen consigo mayor exposición del suelo al efecto erosivo de las lluvias y con ello a incrementos en los procesos de encostramiento superficial y arrastre de suelo, los cuales reducen de manera substancial la calidad del recurso hídrico. Esto es, hay más agua disponible, pero ésta está más sucia y viaja más rápido, generando problemas de aolve y eutroficación de lagos y presas, así como serios problemas de inundaciones.

Este tipo de medidas han elevado el rendimiento de captación de agua en ecosistemas como bosques templados, comunidades de vegetación riparia, praderas, humedales y en menor grado en bosques tropicales húmedos, donde la experiencia muestra que al reducir la cubierta vegetal a escalas regionales trae consigo una disminución en la humedad atmosférica, produciéndose cambios en el clima que se reflejan en una menor precipitación (Brooks *et al.*, 1997).

Los bosques de neblina, por el contrario, incorporan más humedad al suelo que la que absorben y transpiran. Estos bosques captan un alto porcentaje de humedad atmosférica, la cual condensan y posteriormente gotea del follaje al suelo. A pesar de que no hay precipitación, este



proceso aporta gran cantidad de agua al suelo, lo que no sería posible si el área tuviera menor cubierta vegetal; es decir, este proceso depende de la densidad de árboles, del área total superficial del follaje y de la exposición de los árboles a los efectos del viento y la neblina. En las regiones áridas y semiáridas la manipulación de cobertura vegetal es muy limitada, por lo que no se recomienda este tipo de técnicas.

En este sentido, es válida la afirmación de que a mayor eliminación de la densidad de la cubierta forestal mayor captación de agua; sin embargo, esto no se puede generalizar, es necesario conocer los valores precisos en cada situación para poder normar los criterios de manejo de la vegetación forestal y así tener control de los escurrimientos y no rebasar los límites aceptables de pérdida de suelo (Álvarez y Cassián, 1993).

Desde una perspectiva histórica, los reservorios se han considerado como la principal herramienta utilizada en el manejo de recursos acuáticos. Como regla, los reservorios o presas representan grandes inversiones de capital, las cuales se justifican con base en que proveen múltiples beneficios, tales como una mayor disponibilidad de agua para abastecimiento urbano, industrial, agrícola, ganadero y para recarga de acuíferos en zonas áridas y semiáridas. Algunas de estas obras son diseñadas para modificar el flujo de la corriente y asegurar un control de inundaciones, mantenimiento de un flujo constante durante los periodos de sequías para asegurar la dilución de contaminantes, la navegación, la producción de energía eléctrica, actividades recreativas y sostenimiento de pesquerías. Muchos de estos proyectos han sido fuertemente criticados debido a que no contemplan una visión holística de la cuenca ni los impactos negativos al medio ambiente y, finalmente, sólo responden a expectativas políticas (Brooks *et al.*, 1997). La construcción y operación de grandes presas conlleva a problemas de costos ambientales y sociales muy altos, alteración de los patrones de flujo y morfología de la cuenca, modificación del uso de suelo, problemas de reubicación de poblaciones y pérdida de tierras bajas productivas y de vida silvestre.

En México se cuenta con cerca de 14 000 almacenamientos naturales en forma de lagos y con 2 200 embalses artificiales con una capacidad conjunta de 180 km³; 2 700 km de acueductos, con una capacidad de 2.84 km³ que en total tienen una capacidad de almacenamiento de casi 183 km³, que significan aproximadamente 44.6% del escurrimiento superficial (INEGI, 1997; Sedesol, 1993; de la Lanza y García, 1995).

De acuerdo con Brooks *et al.* (1997), existen algunos métodos para aprovechar o incrementar la disponibilidad de agua, los cuales están asociados con un aumento en la precipitación o con una reducción de la evapotranspiración. Todos estos métodos tienen limitantes, sin embargo proveen de alternativas a métodos más tradicionales de almacenamiento y aprovechamiento de agua.

- Reutilización del agua a través de plantas de tratamiento de aguas residuales para riego.
- Actividades de recarga de los sistemas de agua subterráneos durante los periodos de lluvias.
- Manipulación de vegetación para reducir el consumo de agua. El aprovechamiento del agua puede incrementarse al convertir un tipo de vegetación con alta demanda de agua a otro con menos o instrumentar prácticas de disminución de la densidad de la cobertura vegetal.
- Almacenamiento de agua en reservorios durante los periodos de lluvias y utilización de ella en época de estiaje
- Transferencia de agua de áreas con exceso a zonas con déficit.
- Desalinización del agua de mar por medio de tecnologías actuales que permiten tomar agua de mar de las zonas costeras y quitarle la sal para consumo humano y uso agrícola, con la limitación de los costos.
- Modificaciones climáticas por medio de la "siembra" de nubes. Este método se usa exitosamente para incrementar las lluvias locales
- Supresión de la evaporación o transpiración por medio de técnicas que reducen la evaporación de pequeños cuerpos de agua y pérdidas por evapotranspiración. Estas técnicas son útiles a pequeña escala.

- Transportación de témpanos para obtener agua dulce de regiones polares hacia regiones costeras áridas. Esta técnica ha sido utilizada en el sur de California y países del medio oriente.

Entre otras medidas a menor escala y de corte más ecológico, se puede proponer:

- En los programas productivos, utilización de especies de la zona o adaptadas al ambiente local para disminuir su demanda evapotranspirativa.
- Fomentar y apoyar más a la agricultura de temporal (en la Península de Yucatán, los indígenas tienen variedades de frijol adaptadas a los diferentes tipos de clima y temporalidad de lluvias).
- Fomento de técnicas y horarios más eficientes de riego (por aspersión durante la noche y/o por goteo).
- Fomento de técnicas simples de captación de agua a nivel de parcelas agrícolas. Tal es el caso de pozos de absorción y tinas de almacenamiento.
- Implementar medidas estrictas de control de erosión, principalmente aquellas que mantengan una buena infiltración a través de un manejo adecuado de la cobertura del suelo. Tal es el caso de la labranza de conservación.

Calidad del agua

En la determinación de la disponibilidad del agua en el país, no sólo es necesario saber qué cantidad de agua está disponible en las diferentes fases del ciclo hidrológico, sino, además, deben conocerse sus características fisicoquímicas y bacteriológicas para estar en condiciones de darle uso en diferentes actividades productivas y recreativas y como agua potable en el abastecimiento a poblaciones (Alhié, 1987).

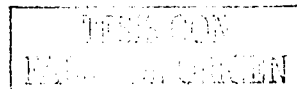
La calidad de un ambiente acuático puede definirse como un conjunto de indicadores relativos a la presencia de microorganismos, a la concentración de algunos compuestos químicos, a las especiaciones y particiones físicas de algunos de ellos y a la composición y estado de la biota encontrada en el cuerpo de agua, todo ello con relación al uso destinado (Sedesol, 1993).

Para evaluar la calidad de un cuerpo de agua, la CNA utiliza el Índice de Calidad del Agua (ICA), el cual agrupa 18 parámetros clasificados en cinco categorías con los cuales se determina el grado de contaminación existente en el cuerpo. Los parámetros más importantes para calcular el ICA son la concentración total de sólidos suspendidos y disueltos, la temperatura, el nivel de oxígeno disuelto, concentración de materia orgánica, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), pH, alcalinidad y dureza, conductividad eléctrica, nutrientes (amonio, nitratos y fosfatos), presencia de bacterias indicadoras (coliformes fecales y totales) y sustancias tóxicas (grasas, aceites y metales pesados) (Sedesol, 1993; INEGI, 1997). En el Cuadro 8 se muestra la escala de valores del ICA y su calificación cualitativa como fuente de abastecimiento de agua potable.

Cuadro 8. Intervalos del estado de calidad del agua potable (Sedesol, 1993)

Rango	Calificación	Clave
90 - 100	Excelente	E = no requiere purificación para consumo humano
80 - 90	Aceptable	A = requiere purificación previa a su consumo
70 - 80	Levemente contaminada	LC = sin purificación su consumo es riesgoso
50 - 70	Contaminada	C = requiere necesariamente de purificación
40 - 50	Fuertemente contaminada	FC = riesgoso consumirla
0 - 40	Excesivamente contaminada	EC = inaceptable para consumo humano

La información más reciente sobre la calidad de las aguas superficiales mexicanas es la presentada en el Programa Hidráulico 1995-2000 de Semarnap. Este Programa muestra, en el caso de las penínsulas de Baja California y Yucatán y El Salado, que la falta de información se debe a las características permeables del suelo, y en la zona centro norte de México (zonas áridas



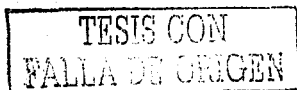
y semiáridas), a la ausencia de corrientes y otros cuerpos de agua superficiales permanentes. De esta información, recopilada de datos de 1975 a 1992 provenientes de la Red Nacional de Monitoreo, son escasas las zonas que presentan valores del ICA superiores a 70 puntos. Es decir, de buena calidad. En la mayor parte del país, el ICA fluctúa entre bajo y medio (Figura 5). En 1994, la CNA estimó que cerca del 26.7% de las muestras de aguas superficiales analizadas presentaban problemas importantes de contaminación: 18% calificaron como excesivamente contaminadas y 8.7% como fuertemente contaminadas. El 59.1% correspondió a aguas contaminadas, las cuales requieren ser purificadas para consumo humano y sólo el 7.1% de las muestras analizadas calificaron como de calidad aceptable, aunque también requieren de una purificación menor. El Valle de México, región donde se asienta el mayor porcentaje de la población nacional y urbana, presenta los valores más bajos del ICA correspondientes a las categorías de fuertemente contaminada con un 24% de las muestras y excesivamente contaminadas con un 48% (INEGI, 1997).

Al considerarse la combinación de agentes naturales con antropogénicos, los cuerpos de agua de la zona norte presentan una situación: crítica debido al elevado grado de desecación y contaminación, asociado con una escasa disponibilidad, producto de un clima árido. Con relación a los del centro, su estado también es crítico, en este caso más como un producto de la fuerte contaminación que por su grado de desecación. El sur representa la mejor zona en cuanto a cantidad y calidad del recurso acuático, producto en gran medida de la abundancia de agua disponible y del factor de dilución involucrado. Sin embargo, se debe hacer una excepción en la zona del sureste. La Península de Yucatán, a diferencia de la zona sur, presenta una disponibilidad reducida a pesar de su clima tropical húmedo. En este caso el problema principal, como se mencionó con antelación, es la naturaleza geológica que impide la retención de la elevada precipitación pluvial (>1 500 mm anuales) y la ausencia de corrientes superficiales, lo cual aumenta la dependencia sobre el acuífero. Los problemas de contaminación en la Península de Yucatán son más bien locales asociados a los núcleos de desarrollo urbano, turístico y rural, que de índole general (Alcocer *et al.*, 1998; Marín y Perry, 1995; Pacheco y Cabrera, 1997).

Monitoreo de la calidad de agua

Para evaluar el tipo y cantidad de sustancias presentes en el agua superficial se requieren de mediciones representativas y continuas de la calidad del agua. Debido a los altos costos y las dificultades que representan estos monitoreos, el muestreo y el procesamiento y análisis de las muestras deben basarse en el tipo sistema acuático que se está estudiando, en los patrones de distribución espacial y temporal de los parámetros muestreados y, lo más importante, en el objetivo para el cual se hacen los muestreos. En este sentido, los programas de monitoreo de calidad de agua se deben establecer para responder a preguntas específicas, por lo que deben ser diseñados adecuadamente. El sitio indicado, el tiempo y la frecuencia del muestreo están determinados por el tipo de monitoreo y las consideraciones estadísticas normales (variabilidad, costo de la muestra, exactitud requerida, etc.). También deben medirse, de manera explícita, las características de la calidad del agua que deben relacionarse directamente con los objetivos de estudio (Brooks *et al.*, 1997). Esto se puede realizar desde monitoreos sencillos y baratos como el propuesto por Marín *et al.* (1998), hasta caracterizaciones fisicoquímicas muy completas. Los resultados de estos estudios son muy versátiles, ya que pueden ser usados para diversos fines como la investigación, remediación, control y seguimiento, entre otros.

Actualmente, la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua (RNMCA) es la encargada de evaluar el grado de contaminación existente en un cuerpo de agua. Para esto, cuenta con estaciones de monitoreo en todos los estados de la República y con 34 laboratorios donde se procesa la información obtenida (Semarnap, 2000).



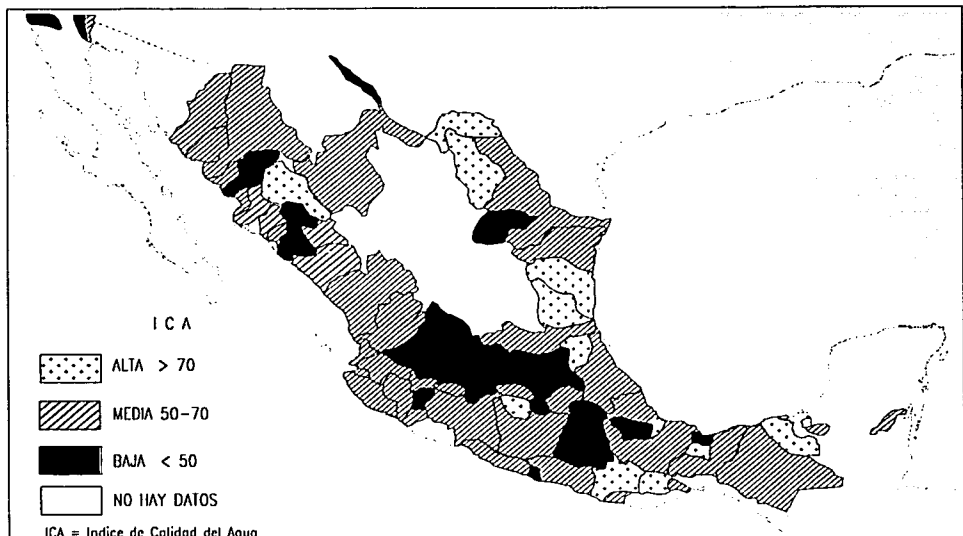


Figura 5. Panorama general de la calidad del agua superficial de acuerdo con datos comprendidos entre 1975-1992 (Semarnap, 1996a)

Cuerpos de agua

El mosaico de ecosistemas de nuestro país ha desempeñado un papel muy importante en el desarrollo de las comunidades acuáticas. Los hábitats acuáticos epicontinentales son diversos y en algunos estados de la República ocupan una gran superficie. Entre los ambientes acuáticos epicontinentales más extendidos se cuentan con importantes superficies en la región del Golfo de México, en los estados de Tamaulipas y Veracruz; en la región Sureste, en los estados de Tabasco, Campeche y Chiapas; en la región Pacífico Tropical, en el estado de Nayarit y en la región Centro, en los estados de Jalisco y Michoacán.

En cuanto al escurrimiento superficial, existen cerca de 320 cuencas de drenaje en México (García, 1982; Sedesol, 1993), con un volumen medio anual de 410 km³ (Figura 6). De éstas, solamente 37 son consideradas principales con base en el volumen conducido (Toledo *et al.*, 1989), doce drenan al Golfo de México y el Mar Caribe, 19 al Océano Pacífico y Mar de Cortés y seis son endorreicas. Existen cuatro vastas zonas carentes de drenaje superficial, ya sea por la escasa precipitación pluvial, el tipo de suelo o ambas, que son el Bolsón de Mapimí, El Salado y las penínsulas de Baja California y Yucatán.

México posee un número importante de cuerpos lóticos (Figura 7). Los ríos que drenan al Pacífico, con excepción del Lerma-Santiago y Balsas, son generalmente pequeños, de flujo rápido, pendientes pronunciadas, de bajo volumen de descarga, no navegables y con un período de estío largo. En contraparte, los que drenan al Golfo de México y al Mar Caribe son extensos, de flujo lento, pendientes suaves, descargan grandes volúmenes, son usualmente navegables y con un período de estío corto. Finalmente, los ríos interiores solamente poseen importancia a nivel local por su reducido volumen de descarga (Bassols, 1977; Sedue, 1986; Toledo *et al.*, 1989). Los ríos más importantes, por su volumen medio anual, para la vertiente del Pacífico son: los ríos Colorado, Yaqui, Fuerte, Culiacán, Lerma-Santiago, Balsas, Papagayo, Ometepepec, Verde, Tehuantepec y

Suchiate; para la vertiente del Golfo, los ríos Bravo, Pánuco, Tuxpan, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta. Para cuencas interiores los ríos Nazas, Santa María, Casas Grandes y del Carmen, cuyos caudales son menores que la mayoría de los de vertientes exteriores, sin embargo constituyen un elemento de gran importancia en la economía regional. Finalmente, es interesante destacar la pobreza de corrientes superficiales en las regiones de Baja California y Valle de México (en este último se asienta más del 20% de la población nacional), ya que representan únicamente el 0.06 y 0.45% del escurrimiento medio anual del país (Sánchez *et al.*, 1989).

En cuanto a los ambientes lénticos, se calcula que en el país existen cerca de 70 lagos, con tamaños de superficie que varían entre 1 000 y más de 10 000 ha y que en conjunto cubren un área de 370 891 ha y 14 000 reservorios, de los cuales 83.5% tienen una superficie menor a diez hectáreas. La disparidad entre estos cuerpos de agua es significativa, ya que los embalses mayores de 10 000 ha cubren el 66% de la superficie inundada (de la Lanza y García, 1995).

Los lagos más importantes con que cuenta nuestro país se encuentran en la zona accidentada de la Faja Volcánica Transmexicana, asociados al Sistema Lerma-Santiago y muchos de ellos son de origen volcánico o tectónico-volcánico. La zona que mayor número de cuerpos de agua lénticos tiene es la centro occidente, que incluye a los estados de Jalisco y Michoacán principalmente, y le sigue en importancia la región centro sur y la norte. El sureste del país no tiene una gran preponderancia en cuanto al número de sus lagos (Athié, 1987). El mayor de los lagos mexicanos es el de Chapala en Jalisco, le siguen en orden de importancia Cuitzeo y Pátzcuaro en Michoacán, Catazajá en Chiapas, Del Corte en Campeche, Bavicora y Bustillos en Chihuahua y Catemaco en Veracruz, entre otros (Alcocer y Escobar, 1996).

La superficie cubierta por cuerpos de agua en nuestro país ha pasado de ser mayormente natural para convertirse en importantemente artificial, debido a los grandes embalses construidos para abastecer extensas zonas de riego y proyectos hidroeléctricos. Según datos reportados en el Programa de Trabajo 2000, existen cerca de 4 500 obras de almacenamiento; de ellas, 840 están clasificadas como grandes presas, con una capacidad conjunta de almacenamiento de 150 km³ (Semarnap, 2000). Entre las más importantes se cuentan La Amistad, Falcón, Vicente Guerrero, Álvaro Obregón, Infiernillo, Cerro de Oro, Temascal, Caracol, Requena y Venustiano Carranza. El estado con mayor capacidad de almacenamiento es Chiapas con tan sólo tres grandes embalses (Chicoasén, La Angostura y Malpaso) que almacenan el 28% del total nacional. El estado con mayor número de presas o reservorios es Jalisco, en el cual se ubica 14% del total del volumen almacenado (Semarnap, 1996a).

La necesidad de contar con un inventario nacional actualizado de los cuerpos de agua y humedales, para llevar al cabo una mejor planeación y manejo de los recursos hídricos del país, llevó a la CNA a elaborar un mapa, escala 1:250 000 de los cuerpos de agua y humedales perennes y temporales del territorio nacional (Figura 8). En el Cuadro 9 se muestran las clases de cuerpos de agua y su área correspondiente.

Cuadro 9. Cuerpos de agua y humedales de México (CNA, 1998b)

Clases	Área (km ²)
Estero	1 656.907
Lago	4 339.505
Lago temporal	1 512.402
Laguna	9 729.758
Laguna temporal	201.256
Marisma	12 289.640
Pantano	3 880.490
Presa	3 550.293
Presa temporal	447.719
Zona inundable	19 996.155

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

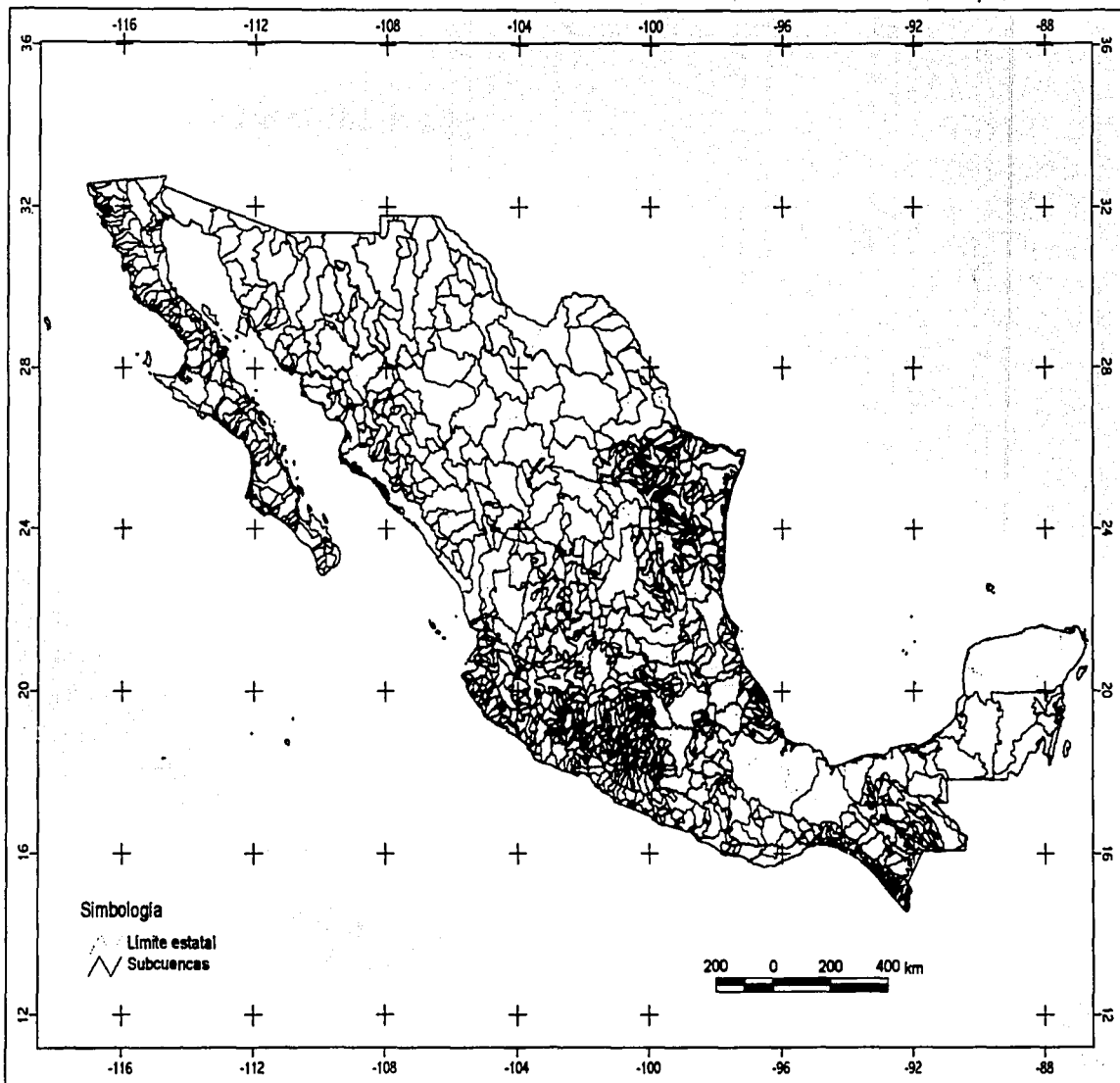


Figura 6. Subcuencas hidrológicas de México (SRH, 1970)

De acuerdo con la CNA las zonas inundables representan el área más extensa con 34.7% del total de los cuerpos de agua y humedales del país. Le siguen en importancia las marismas con 21.3%, las lagunas con 17.3%, los lagos con 10.1%, las presas con 7.0%, los pantanos con 6.7% y por último, los esteros con 2.9%. Este inventario incluye, no sólo los cuerpos de agua permanentes sino también, los temporales y se dividen en 10 clases diferentes, las cuales define la CNA (1998b) como sigue:

- Y Lago: se trata un cuerpo de agua epicontinental, permanente o temporal, de profundidad y dimensiones variables, que se encuentra en depresiones de la superficie terrestre. Los lagos son abastecidos por arroyos, escurrimientos, ríos, aguas subterráneas, lluvia y pierden agua a través de la evaporación, infiltración y salidas por ríos o canales.
- Y Laguna: se trata de una depresión somera, permanente o temporal, semiaislada de las aguas oceánicas costeras por barreras de arena y a donde drenan las aguas continentales. Por esta razón pueden presentar concentraciones de sal desde cercanas al agua dulce como al agua de mar. Son comunes en planicies costeras de poca pendiente, con depositación activa y están restringidas a zonas donde los intervalos de marea son menores de cuatro metros. Una característica es la presencia de una o más bocas permanentes, estacionales o efímeras que comunican a la laguna con el mar.
- Y Presa: se caracteriza por presentar una estructura llamada cortina, con una serie de mecanismos de control (compuertas u otros), construida sobre un río con el fin de controlar el nivel de aguas arriba, y así regular el flujo y derivar caudales. También se le denomina embalse o reservorio artificial y puede ser permanente o temporal.
- Y Pantano: es una depresión que no es lo suficientemente profunda como para formar un lago; se sitúan en las márgenes de cuerpos de agua que son invadidos por vegetación que se desarrolla bajo condiciones de gran humedad y de lluvias frecuentes. La vegetación puede estar formada por zacatales, juncos, musgos e hidrófitas. Se pueden clasificar con base en el nivel trófico, el tipo de vegetación dominante y por su micro o macro relieve.
- Y Marisma: terreno bajo y anegado que suelen ocupar las aguas sobrantes de las mareas en los encuentros de éstas con las aguas dulces, en la grandes avenidas de los ríos y cerca de sus desembocaduras. También pueden ser llanuras pobremente drenadas de la planicie costera. Las fanerógamas y halófitas forman continuamente densas comunidades que ayudan a retener el fango. Las marismas son las segundas en extensión con 21.3% de la superficie total de cuerpos de agua y humedales del país.
- Y Estero: porción de la superficie terrestre en una zona de desembocadura fluvial, con frecuencia deltaica de baja dinámica, que es afectada diariamente por la marea de pleamar, que junto con la baja mar, definen sus límites. También, puede ser un terreno bajo, pantanoso, que suele llenarse de agua por la lluvia o por desbordes de un río o una laguna cercana o por el mar.
- Y Zona inundable: se refiere a un terreno adyacente y casi al mismo nivel que el cauce de un río, inundable solamente cuando el caudal excede la capacidad del cauce normal. También puede ser un encharcamiento natural del terreno durante los periodos de aguas altas.

Los recursos limnológicos son, en esencia, rasgos efímeros (en tiempo geológico) del paisaje continental, reflejo de las condiciones climáticas y geomorfológicas regionales. Por esta razón es que pueden distinguirse distritos lacustres (una zona en donde se presenta un grupo de lagos cuyo origen, edad y características ambientales son similares) (Alcocer, 1998).

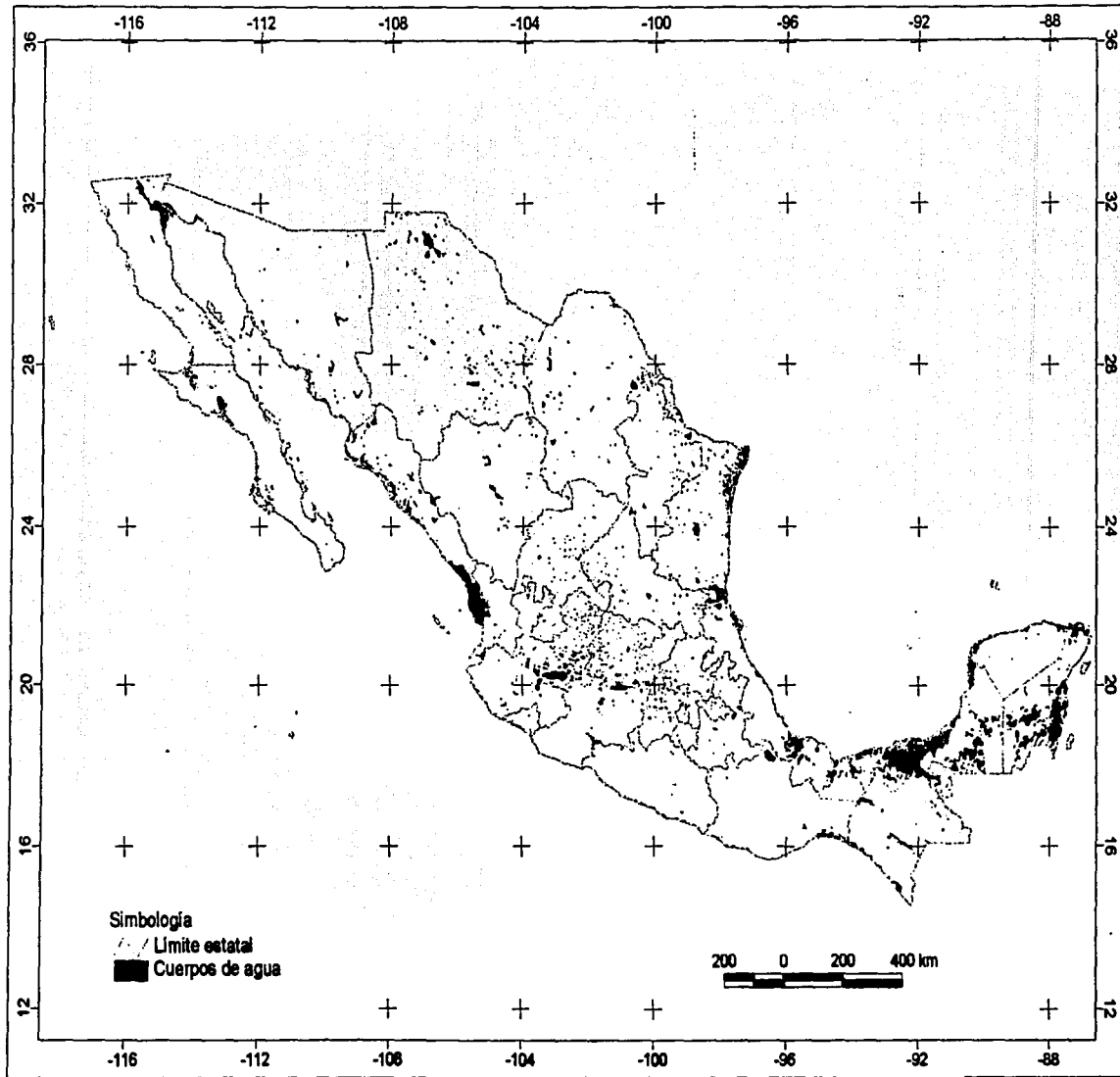


Figura 8. Cuerpos de agua y humedales de México (CNA, 1998)

Ecosistemas acuáticos y diversidad de especies

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Sin embargo, debido a las limitaciones en el conocimiento de la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos, se produce una apreciación limitada de la riqueza de la biota acuática epicontinental cuya diversidad y funciones ecológicas son pieza clave para el mantenimiento del ambiente acuático (McAllister *et al.*, 1997) y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local sino regional y global.

Sin importar el área relativamente pequeña que representan, las aguas continentales contienen una gran variedad de grupos taxonómicos recientes y antiguos. Todos estos grupos están presentes en las aguas continentales como son: insectos, arácnidos, crustáceos, moluscos, nemátodos, plantas, algas, protozoos, hongos, bacterias y virus. Cerca del 12% de las especies animales, incluyendo 41% de todas las especies de peces reconocidas, viven en el 0.008% que constituyen los ríos y lagos dulceacuícolas del mundo (Kottelat y Whitten, 1996). Si se considera que alrededor de la mitad de los vertebrados son peces, puede calcularse que alrededor de un 25% de los vertebrados del mundo están restringidos a las aguas continentales. Globalmente y a pesar de que el número absoluto de las especies de aguas continentales es inferior, en términos de especies por unidad de área, los ecosistemas epicontinentales son, en promedio, ligeramente más ricos que los terrestres y 15 veces más ricos que el ambiente marino (UNEP, 1997).

México es uno de los países con mayor diversidad biológica, lo cual representa una porción importante del patrimonio nacional. Esta megadiversidad se debe principalmente a su ubicación entre las regiones tropical y templada, así como a su intrincado relieve y compleja historia geológica. Este hecho, hace posible una gran diversidad de climas, lo que propicia que en él existan prácticamente todos los ecosistemas tipo que se pueden hallar en el planeta (Mittermeier, 1988).

En lo que se refiere a las aguas interiores y debido a que el grupo de los peces epicontinentales es uno de los taxa más estudiados, se pone de ejemplo su gran diversidad. Según Espinosa *et al.* (1998) cerca de 384 especies de peces han sido registradas para México como estrictamente epicontinentales (Cuadro 10).

Cuadro 10. Relación del número de especies de peces epicontinentales entre México y el mundo (<http://www.cespedes.org.mx>)

Países	Peces dulceacuícolas
Estados Unidos*	822
México	384
Australia	216
Japón	186
Canadá	177
Turquía	152

*Incluye las islas del Pacífico y del Caribe

Los ambientes acuáticos son sumamente difíciles de predecir. Su desecación, sobreexplotación, contaminación y la introducción de especies exóticas son algunos de los principales factores que han ocasionado la extinción local de especies, algunas de las cuales posiblemente ni siquiera se llegaron a conocer. Se tienen registradas para México 16 especies extintas de peces, de las cuales 14 eran endémicas. Además, se encuentran dentro de las categorías de especies raras, amenazadas y en peligro de extinción a 126 especies más (<http://www.cespedes.org.mx>).

La mayoría de los peces de aguas continentales de México tuvieron su origen en los océanos Indo-Pacífico y Atlántico Oriental. Su radiación y evolución en aguas continentales y estuarinas están íntimamente relacionadas con la historia geológica de México (Miller y Smith,

1986). La fragmentación de hábitats acuáticos llevaron al aislamiento genético de las poblaciones y probablemente a una especiación local. El gran número de taxa autóctonos entre los peces mexicanos sugiere una evolución local de importancia. Así, la familia Petromyzontidae representada por *Lampetra spadicea* y *L. geminis*, uno de los grupos más primitivos de vertebrados, en Michoacán y Jalisco y los complejos de especies de *Chirostoma* del río Lerma, proporcionan ejemplos claros de evolución por fragmentación y vicarianza. En el altiplano norte existen ejemplos de fragmentación y diferenciación de poblaciones en la familia Cyprinidae. En la Península de Baja California, debido a su aislamiento con la tierra firme durante el Mioceno, quedaron aisladas poblaciones de taxa neárticos como el género *Fundulus* (Espinosa *et al.*, 1998).

Los sistemas fluviales albergan una gran diversidad de especies de peces, crustáceos, moluscos e insectos que son los recursos clave en las redes alimenticias. Son, además, un mosaico diverso de formas terrestres, comunidades y ambientes que sirven como marco para entender la organización, diversidad y dinámica de las comunidades de plantas y animales asociados a estos sistemas (Naiman *et al.*, 1995). Mantener la integridad de estas comunidades requiere de un manejo especial y en algunos casos de protección contra la deforestación, sobrepastoreo, construcción de caminos, uso recreacional intensivo y otros tipos de explotación. Esto ha provocado que estén muy degradados por su uso.

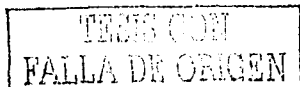
En México, los sistemas fluviales son notables en cuanto a su biodiversidad, por su composición variable de especies de peces, muchos de los cuales sustentan ictiofaunas exclusivas. De acuerdo con Espinosa *et al.* (1998) y Miller (1986), las familias con mayor número de especies endémicas son Petromyzontidae, Clupeidae, Cyprinidae, Cichlidae, Cyprinodontidae, Goodeidae, Atherinidae y Poeciliidae. En el Cuadro 11 se enlistan los porcentajes de peces endémicos para diferentes cuencas.

Cuadro 11. Porcentaje de peces endémicos para diferentes cuencas (Miller, 1986)

Cuenca	Total de especies	% de endemismos
Lerma-Santiago	57	58
Usumacinta-Grijalva		36
Pánuco	75	30
Balsas	20	35
Ameca		32
Papaloapan	47	21
Coatzacoalcos	53	13
Conchos	34	21
Tunal	13	62

La cuenca Lerma-Santiago es característica por su alto grado de endemismo en las familias Goodeidae y Atherinidae; el Sistema Grijalva-Usumacinta posee especies endémicas de Poeciliidae (*Gambusia* y *Priapella*) y Cichlidae (diez especies endémicas de *Cichlasoma*). El Río Pánuco proporciona ejemplos de endemismos en Poeciliidae (*Xiphophorus*) y Cichlidae (*Cichlasoma*) y el Río Tunal principalmente en Cyprinidae (Espinosa *et al.*, 1998; Miller, 1986).

Las principales cuencas fluviales consideradas neárticas, según Álvarez y de Lachica (1974), se localizan en la Península de Baja California, el noroeste de Sinaloa, Chihuahua, norte de México (incluyendo los ríos Bravo y Salado), Cuatro Ciénegas, El Tunal y las cuencas del Nazas-Aguanaval, Mezquitlan, Armería y la parte media del Río Lerma. Esta región comprende 8 familias con 47 géneros y 152 especies que se enlistan, por cuenca, a continuación en el Cuadro 12.



**Cuadro 12. Familias de peces mexicanos epicontinentales neárticos
(Espinosa et al., 1998; Miller, 1986)**

Familia	Género	Especie	Distribución por cuencas
Petromyzontidae	<i>Lampetra</i>	<i>L. spadicea</i> ¹	Lerma-Santiago
Petromyzontidae	<i>Lampetra</i>	<i>L. geminis</i> ¹	Lerma-Santiago
Acipenseridae	<i>Scaphirhynchus</i>	<i>S. platyrhynchus</i> ²	Río Bravo
Salmonidae	<i>Oncorhynchus</i>	<i>O. chrysogaster</i> ¹	Costa de Sinaloa
Salmonidae	<i>Oncorhynchus</i>	<i>O. gairdneri</i>	Baja California
Catostomidae	<i>Carpiodes</i>	<i>C. carpio</i>	Río Bravo, Soto la Marina
Catostomidae	<i>Catostomus</i>	10 spp (6 endemismos)	Ríos Yaqui-Mayo, Bajo Colorado, Nazas-Aguanaval, Tunal, complejo Guzmán, BC y costa de Sinaloa
Catostomidae	<i>Catostomus</i>	<i>C. clark</i> ²	Cuenca baja del Colorado
Catostomidae	<i>Catostomus</i>	cf. <i>C. plebeius</i>	Río Tunal-Santiaguillo
Catostomidae	<i>Ictiobus</i>	<i>I. labiosus</i> ¹	Río Pánuco
Catostomidae	<i>Ictiobus</i>	sp.	Nazas-Aguanaval
Catostomidae	<i>Scartomyzon</i>	<i>S. austrinum</i> ¹	Ríos Bravo, Tunal, Lerma-Santiago y Armería
Cyprinidae	<i>Algansea</i>	7 spp (7 endemismos)	Lerma-Santiago y Armería
Cyprinidae	<i>Campostoma</i>	2 spp	Ríos Bravo, Yaqui-Mayo, Tunal y costa de Sinaloa
Cyprinidae	<i>Dionda</i>	9 spp (7 endemismos)	Ríos Pánuco y Tunal
Cyprinidae	<i>Cyprinella</i>	spp.	
Cyprinidae	<i>Notropis</i>	25 spp ² (17 endemismos y 2 extirpadas)	Ríos Bravo, Soto la Marina, Pánuco, Complejo Guzmán, Nazas-Aguanaval y Balsas
Cyprinidae	<i>Gila</i>	13 spp ² (11 endemismos y 2 extirpadas)	Ríos Bravo, Tunal, Lerma-Santiago, Nazas-Aguanaval, Bajo Colorado, BC, Sinaloa y Complejo Guzmán
Goodeidae	<i>Alloophorus</i>	sp ¹	Ríos Lerma-Santiago y Balsas
Goodeidae	<i>Allodontichthys</i>	4 spp (4 endemismos)	Ríos Armería y Ameca
Goodeidae	<i>Allotoca</i>	2 spp (2 endem)	Ríos Lerma-Santiago y Ameca
Goodeidae	<i>Chapalichthys</i>	3 spp (3 endemismos)	Ríos Lerma-Santiago y Balsas
Goodeidae	<i>Characodon</i>	2 spp (2 endemismos)	Ríos Tunal y Nazas-Aguanaval
Goodeidae	<i>Ameca</i>	<i>A. splendens</i> ¹	Ríos Ameca-Magdalena
Goodeidae	<i>Goodea</i>	3 spp (3 endemismos)	Ríos Pánuco y Lerma-Santiago
Goodeidae	<i>Girardinichthys</i>	2 spp (2 endemismos)	Ríos Balsas, Lerma-Santiago y Valle de México
Goodeidae	<i>Neophorus</i>	3 spp (3 endemismos)	Ríos Lerma-Santiago, Balsas, Ameca y Armería
Goodeidae	<i>Ataenlobius</i>	<i>A. toweri</i> ¹	Río Pánuco
Goodeidae	<i>Hubbsina</i>	<i>H. turneri</i> ¹	Río Lerma-Santiago
Goodeidae	<i>Ilyodon</i>	3 spp (3 endemismos)	Ríos Ameca, Armería y Balsas
Goodeidae	<i>Skiffia</i>	4 spp (4 endemismos)	Ríos Lerma-Santiago y Ameca
Goodeidae	<i>Xenophorus</i>	<i>X. captivus</i> ¹	Río Pánuco
Goodeidae	<i>Xenotaenia</i>	<i>X. resolanae</i> ¹	Costa de Jalisco

Goodeidae	<i>Zoogonecticus</i>	<i>Z. quitzeoensis</i> ¹	Ríos Lerma-Santiago, Ameca y Armería
Centrarchidae	<i>Lepomis</i>	4 spp	Río Bravo y Cuatro Ciénegas
Centrarchidae	<i>Micropterus</i>	<i>M. salmoides</i>	Río Bravo y Cuatro Ciénegas
Percidae	<i>Etheostoma</i>	4 spp ¹	Ríos Bravo, Tunal, Nazas-Aguanaval y Cuatro Ciénegas
Percidae	<i>Percina</i>	(4 endemismos)	
		<i>P. macrolepida</i>	Río Bravo

1 = endemismos; 2 = extirpadas de México

Las cuencas fluviales consideradas neotropicales comprenden las tierras bajas que rodean la región neártica, es decir, las costas de Guerrero y Michoacán, los ríos Balsas y Papaloapan, el Istmo de Tehuantepec, el Sistema Grijalva-Usumacinta y Yucatán. En el Cuadro 13 se enlistan las 12 familias con los 18 géneros y 27 especies especies, por cuenca, donde se distribuyen estas familias neotropicales.

Cuadro 13. Familias de peces mexicanos epicontinentales neotropicales (Espinosa et al., 1998; Miller, 1986)

Familia	Género	Especie	Distribución por cuencas
Characidae	<i>Astyanax</i>	<i>A. aeneus</i>	Ríos Balsas, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva-usumacinta, Verde-Atoyac, costas de Veracruz, Guerrero y Tehuantepec-Guatemala
Characidae	<i>Brycon</i>	<i>B. guatemalensis</i>	Ríos Grijalva-Usumacinta
Characidae	<i>Bramocharax</i>	<i>B. caballeroi</i> ¹	Río Papaloapan
Characidae	<i>Hyphessobrycon</i>	<i>H. compressus</i>	Ríos Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva-Usumacinta y P. de Yucatán
Gymnotidae	<i>Gymnotus</i>	<i>G. cylindricus</i>	Costa de Tehuantepec-Guatemala
Pimelodidae	<i>Rhamdia</i>	<i>R. guatemalensis</i>	Ríos Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva-Usumacinta, P. de Yucatán y costa de Tehuantepec-Guatemala
Pimelodidae	<i>Rhamdia</i>	<i>R. reddelli</i> ¹	Río Papaloapan
Pimelodidae	<i>Rhamdia</i>	3 spp (2 endemismos)	Ríos Grijalva-Usumacinta
Ariidae	<i>Cathorops</i>	<i>C. aguadulce</i>	Ríos Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta
Ariidae	<i>Potamarius</i>	<i>P. nelsoni</i> ¹	Ríos Grijalva-Usumacinta
Gobiesocidae	<i>Gobiesox</i>	<i>G. mexicanus</i> ¹	Costa de Guerrero
Hemirhamphidae	<i>Hyporhamphus</i>	<i>H. mexicanus</i> ¹	Ríos Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta
Anablepidae	<i>Anableps</i>	<i>A. dowi</i>	Costa de Tehuantepec-Guatemala
Synbranchidae	<i>Synbranchus</i>	<i>S. marmoratus</i>	Costa de Tehuantepec-Guatemala
Synbranchidae	<i>Ophisternon</i>	<i>O. infernale</i> ¹	Península de Yucatán
Bythitidae	<i>Ogilbia</i>	<i>T. pearsei</i> ¹	Península de Yucatán
Batrachoididae	<i>Batrachoides</i>	<i>B. goldmani</i> ¹	Ríos Grijalva-Usumacinta
Belonidae	<i>Strongylura</i>	<i>S. hubbsi</i>	Ríos Papaloapan, Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta
Gerreidae	<i>Diapterus</i>	<i>D. mexicanus</i> ¹	Ríos Coatzacoalcos y Grijalva-Usumacinta

1 = endemismos

Se le da el nombre de "zona de transición centroamericana-mexicana" a la zona de sobreposición de faunas entre las provincias neártica y neotropical (Darlington, 1957). Esta zona de transición se extiende a lo largo de la llanura costera desde el Río Soto la Marina (75% de elementos norteamericanos) al Papaloapan (95% elementos mesoamericanos). En la costa del Pacífico la fauna es pobre en especies, con excepción de la cuenca del Lerma; aquí se encuentran algunas especies septentrionales primarias, otras secundarias y, en el sur, algunos invasores marinos (Espinosa et al., 1998). En el Cuadro 14 se enlistan las 4 familias con 19 géneros y 132 especies, por cuenca, donde se distribuyen las familias correspondientes a esta zona.

Cuadro 14. Familias de peces mexicanos epicontinentales de la zona de transición (Espinosa *et al.*, 1998; Miller, 1986)

Distribución	Familia	Género	Especie	Distribución por cuencas
Neártica	Ictaluridae	<i>Ictalurus</i>	9 spp (6 endemismos)	Ríos Soto la Marina, Pánuco, Papaloapan, Balsas, Tunal, Nazas-Aguanaval y costa de Veracruz
Neártica	Ictaluridae	<i>Pylodictis</i>	<i>P. olivaris</i>	Río Pánuco
Neártica	Lepisosteidae	<i>Atractosteus</i>	<i>A. spatula</i>	Ríos Pánuco y Papaloapan
Neotropical	Poeciliidae	<i>Gambusia</i>	19 spp (14 endemismos)	Ríos Soto la Marina, Pánuco, Papaloapan, Balsas y costa de Veracruz
Neotropical	Poeciliidae	<i>Poecilia</i>	12 spp (6 endemismos)	Ríos Soto la Marina, Pánuco, Papaloapan, Balsas y costas de Veracruz
Neotropical	Poeciliidae	<i>Poeciliopsis</i>	17 spp (11 endemismos)	Ríos Papaloapan, Lerma-Santiago, Ameca, Balsas, Armería, costas de Sinaloa y Jalisco
Neotropical	Poeciliidae	<i>Xiphophorus</i>	13 spp (10 endemismos)	Ríos Pánuco, Papaloapan, Soto la Marina y costa de Veracruz
Neotropical	Cichlidae	<i>Cichlasoma</i>	40 spp (23 endemismos)	Pánuco, Papaloapan, Balsas, Armería

1 = endemismos

De acuerdo con Espinosa *et al.* (1998), existen 6 familias que comparten ambas provincias zoogeográficas. En el Cuadro 15 se enlistan las 7 familias con 18 géneros y 73 especies, por cuenca, donde se distribuyen las familias de ambas provincias.

Cuadro 15. Familias de peces mexicanos epicontinentales de ambas provincias (Espinosa *et al.*, 1998; Miller, 1986)

Familia	Género	Especie	Distribución por cuencas
Cyprinodontidae	<i>Cyprinodon</i>	18 spp (17 endemismos, 1 extinción)	Ríos Bravo, Pánuco, Bajo Colorado, Tunal, Nazas-Aguanaval, El Salado, Yaqui-Mayo, BC, Cuatro Ciénegas, Complejo Guzmán y P. de Yucatán
Atherinidae	<i>Atherinella</i>	9 spp (9 endemismos)	Ríos Papaloapan, Coatzacoalcos, Balsas, Grijalva-Usumacinta, Tunal, Ameca y P. de Yucatán
Sciaenidae	<i>Aplocheilichthys</i>	<i>A. grunniens</i>	Ríos Bravo, Soto la Marina, Pánuco, Papaloapan, Grijalva-Usumacinta
Mugilidae	<i>Agonostomus</i>	<i>A. monticola</i>	Ríos Bravo, Soto la Marina, Pánuco, Papaloapan, Balsas, Armería, Lerma-Santiago, Ameca, Coatzacoalcos Yaqui-Mayo, BC, costas de Veracruz, Guerrero, Jalisco, Sinaloa y Tehuantepec-Guatemala
Eleotrididae	<i>Gobiomorus</i>	<i>G. dormitor</i>	Ríos Bravo, Soto la Marina, Pánuco, Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva-Usumacinta, costa de Veracruz y P. de Yucatán
Eleotrididae	<i>Gobiomorus</i>	<i>G. maculatus</i>	Ríos Yaqui-Mayo, Ameca, Lerma-Santiago, Armería, Balsas, costas de Sinaloa, Jalisco, Guerrero y Tehuantepec-Guatemala
Eleotrididae	<i>Gobiomorus</i>	<i>G. polylepis</i> ¹	Ríos Ameca, Armería, Verde, costas de Jalisco y Guerrero



Gobiidae	<i>Gobionellus</i>	<i>G. atripinnis</i>	Ríos Papaloapan, Coatzacoalcos, Pánuco y costa de Veracruz
Gobiidae	<i>Sicydium</i>	<i>S. multipunctatum</i>	Ríos Ameca, Armería, Balsas, Verde, costas de Sinaloa, Jalisco, Guerrero y Tehuantepec-Guatemala.

1 = endemismos

En relación con los anfibios y reptiles, México es uno de los países con mayor diversidad y un alto porcentaje de endemismos en géneros y especies. Flores-Villela (1998), menciona una riqueza faunística de anfibios de 13 familias, con 45 géneros y 285 especies y de reptiles (Testudinos y Crocodilia) 11 familias, con 21 géneros y 41 especies. En cuanto a su representación a escala mundial, las familias de anfibios que existen en México representan el 35.1% y las de los reptiles arriba mencionadas, el 75% y 66.6%, respectivamente.

En cuanto a los patrones de distribución de taxa no endémicos, México comparte con Norteamérica 43 especies de anfibios y 74 especies con Centroamérica y de reptiles (testudinos y crocodilia) 20 especies con Norteamérica y 19 con Centroamérica. Es decir, México comparte un mayor número de especies con Centroamérica, entre las que destacan las ranas, con las familias Hylidae y Leptodactylidae, en particular, los géneros *Hyla* y *Eleutherodactylus*. Dos familias de anfibios, Centrolenidae y Caeciliidae, no existen en Norteamérica pero son diversas en Centro y Sudamérica. Pelobatidae, Ambystomatidae, Sirenidae y Salamandridae no se distribuyen en Centroamérica y se les considera típicas de Norteamérica, con la excepción de Salamandridae, que está también representada en el Viejo Mundo. La familia Dermatemydidae tiene distribución relicta en México y norte de Centroamérica. El porcentaje de anfibios mexicanos con respecto al total mundial se muestran a continuación en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Proporción de especies y endemismos en las familias de anfibios mexicanos con respecto al total mundial (Flores-Villela, 1998)

Familias	% no endémicas	% endémicas
Bufoanidae	15	8
Hylidae	29	43
Leptodactylidae	20	36
Ranidae	4	14
Ambystomatidae	1	16
Plethodontidae	18	47
Caeciliidae	1	1

De acuerdo con Flores-Villela (1998), las familias de anfibios, con excepción de Bufoanidae y Caeciliidae, son las que presentan las mayores proporciones de especies endémicas. La distribución por regiones naturales, basadas en el clima y vegetación, indican que las tierras altas tropicales del centro tienen el mayor número de especies endémicas. En el caso de los anfibios, de 123 especies, 98 están restringidas a estos ecosistemas. Le siguen en importancia las tierras bajas tropicales de la costa del Pacífico con 14 endemismos de 29 especies y del Golfo de México con 13 endemismos de 20 especies.

Los géneros taxonómicamente diversos de anfibios de las familias Hylidae, Leptodactylidae, Ambystomatidae y Plethodontidae presentan un cierto grado de zonación en su distribución. Los Hylidae están bien representados en las zonas frías tropicales con 38 especies endémicas, 30 de las cuales son locales. Este último número representa 66.6% de todos los hílidos endémicos, y la mayoría pertenecen al género *Hyla*. También los Leptodactylidae con los géneros *Eleutherodactylus* y *Tomodactylus* están bien representados en esta área. Hay 18 especies endémicas, de las cuales 14 son locales, lo que representan 36.8% de todas las especies endémicas de la familia. Los Ambystomatidae con los géneros *Ambystoma* y *Rhyacosiredon*, tiene 16 especies (94.1% son especies endémicas de ajolotes), todas restringidas a esta zona. La última familia de anfibios bien representada es Plethodontidae, con 35 especies endémicas (30 de las

TEMAS CON
FALLA DE ORIGEN

cuales, o sea 60%, están confinadas a esta área). Los géneros más característicos son *Pseudoeurycea* y *Thorius*, éste último endémico de México. Esta zona comprende el 51.7% de todos los anfibios endémicos del país.

Como se ha visto, el porcentaje de endemismos es alto en las áreas montañosas del centro de México y la costa del Pacífico. La accidentada topografía, variabilidad ambiental y la poca vagilidad de los anfibios han contribuido a la diferenciación e irradiación específica de estas poblaciones aisladas, haciendo a México excepcionalmente diverso en anfibios.

Asimismo, existe también una gran diversidad de sistemas lacustres con una biota diversificada y rica en especies nativas. En términos del flujo geoquímico de materia orgánica e inorgánica, los lagos son sistemas dependientes de los terrestres. El agua fluye hacia el lago desde la cuenca y es drenado, en caso de cuencas exorreicas, a través de corrientes. Estos ecosistemas no pueden sobrevivir sin un aporte de agua, materia y energía. Por lo tanto, los atributos fisicoquímicos y ecológicos de un lago derivan principalmente del medio natural que los rodea, de los asentamientos humanos y de las actividades que se lleven al cabo dentro de la cuenca. Un lago se mantiene estable ambientalmente sólo si la cuenca mantiene sus condiciones ecológicas en buen estado.

Entre estos ecosistemas destacan una serie de lagos de origen tectónico-volcánico con características muy particulares como son los grandes lagos de México, los lagos cráter, así como algunos manantiales, oasis, cenotes y presas de la zona norte del país.

Cabe resaltar que entre los sistemas lacustres más importantes por su biodiversidad y por el alto número de endemismos conocidos están los lagos de Chapala, Pátzcuaro y Catemaco y los lagos cráter de la Cuenca Oriental. Espinosa *et al.* (1998) y Miller (1986) incluyen también a la Laguna de Chichancanab y el Lago de La Media Luna y alertan sobre la necesidad de conservar la biodiversidad de estos cuerpos de agua.

La región donde se ubica el Lago de Chapala se encuentra cercana al límite entre las regiones Neárticas y Neotropical, por lo que este lago presenta una ictiofauna muy diversa y endémica. Dentro de las familias neárticas exclusivas se hallan: las lampreas (Petromyzontidae), los boquinetes o carpas hociconas (Catostomidae), las carpas nativas, como la acumara y la popocha (Cyprinidae), las cheguas y las pintollillas (Goodeidae). Como representantes de las familias neárticas transicionales están sólo los bagres (Ictaluridae) y de las familias neotropicales transicionales están los guatopotes (Poeciliidae). La familia de los peces blancos y los charales (Atherinidae), con sus numerosas especies es compartida por ambas regiones (Guzmán, 1995).

De acuerdo con Semarnap (<http://www.semarnap.gob.mx/>), se tienen identificados los siguientes grupos: la ictiofauna compuesta de 9 familias con 39 especies nativas y 4 introducidas. Algunas de las especies más importantes se enlistan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Peces nativos del Lago de Chapala (SNIB-Conabio, 1999; Miller, 1986)

Familia	Nombre científico	Nombre común
Atherinidae	<i>Chirostoma arge*</i>	charal del verde
	<i>Chirostoma chapalae*</i>	charal de Chapala
	<i>Chirostoma consocium*</i>	charal de rancho
	<i>Chirostoma estor*</i>	pescado blanco
	<i>Chirostoma grandocule*</i>	charal del Lago
	<i>Chirostoma lucius*</i>	charal de la Laguna
	<i>Chirostoma promelas*</i>	charal boca negra
	<i>Chirostoma sphyraena*</i>	charal barracuda
	<i>Chirostoma jordani</i>	charal
	<i>Chirostoma ocotlanae</i>	

Cyprinidae	<i>Chirostoma aculeatum</i> *	charal de cuchillo
	<i>Algansea popoche</i> *	popoche
	<i>Algansea lacustris</i> *	acumara
	<i>Algansea barbata</i> *	carpa
	<i>Algansea tincella</i> *	carpa
Goodeidae	<i>Goodea atripinnis</i> *	tiro
Ictaluridae	<i>Ictalurus dugesi</i> *	bagre del Lerma
	<i>Ictalurus ochoterena</i>	
Goodeidae	<i>Chapalichthys encaustus</i> *	pintito de Ocotlán
Petromyzontidae	<i>Lampetra spadicea</i> *	lamprea de Chapala
Catostomidae	<i>Scartomyzon austrinum</i> *	boquinete

* endemismos

Existen, también, dos especies de moluscos bivalvos *Anodonta chapalensis* y *A. astarte*. Entre los crustáceos podemos citar una especie de acocil o cangrejo de río perteneciente a la familia Astacidae y el cangrejo redondo de la familia Pseudothelphusidae. También, representa un área de descanso y alimentación de una gran cantidad de aves migratorias, entre ellas diferentes especies de patos y la gaviota del Atlántico.

La vegetación del lago está compuesta por una flora béntica o sumergida, representada por tripilla *Potamogeton* sp. que forma manchones en torno a la ribera y sirven de sostén para la fijación de la huevo de muchas especies, además de representar un recurso forrajero no aprovechado. La flora emergente, fija al sustrato, está representada por dos especies de la familia Nymphaeaceae que se conocen como "estrellas de agua"; crecen en zonas bajas y protegidas del lago o próximas a la ribera. La flora flotante está constituida por dos especies de la familia Lemnaceae, conocidas como chichicastle y lenteja de agua y de forma temporal por el lirio acuático, que se encuentra en zonas protegidas o en las avenidas de los ríos (Semarnap <http://www.semarnap.gob.mx/>).

Por otra parte, las hidrófitas enraizadas emergentes se encuentran distribuidas donde el nivel del agua no excede a un metro. Entre las especies dominantes de esta comunidad se encuentran los tules o juncales y el pajonal. La vegetación riparia compuesta de ahuehuetes y sauces, se encuentra de manera particular a lo largo de los cauces de arroyos y ríos, así como de algunas zonas de la rivera del lago, en donde se ha inducido su propagación.

En la Cuenca Oriental se encuentran ubicados seis lagos de origen volcánico conocidos con los nombres de Alchichica, La Preciosa, Quechulac, San Luis Atexcac, Aljojuca y San Miguel Tecuitlapa. El origen y presencia de la ictiofauna nativa de estos lagos ha propiciado interesantes discusiones porque ocurren en zonas lacustres aisladas y sin comunicación y en áreas pequeñas con poca profundidad. Entre la fauna endémica cabe destacar por su importancia al grupo de los peces y los anfibios. Los peces reportados para estos lagos son tres familias, seis géneros y siete especies, dos de ellas introducidas. Las especies principales son: los aterinidos *Poblana alchichica alchichica*, *P. alchichica squamata*, *Poblana letholepis*, *Chirostoma jordani* y el poecílido *Heterandria jonesi* (Álvarez, 1950). Con relación a los anfibios, Taylor en 1943 describió una nueva especie de la familia Ambystomidae y la nombró *Ambystoma taylori*.

Para el Lago de Catemaco, situado en la región de los Tuxtlas en Veracruz, las investigaciones de Miller (1986) han puesto de manifiesto un alto grado de endemismo entre la fauna ictiológica. Sus resultados preliminares apuntan hacia el reconocimiento de nueve especies endémicas, de las cuales al menos cinco son nuevos registros. En el Cuadro 18 se enlistan algunas de ellas:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 18. Peces nativos del Lago de Catemaco (Miller, 1986)

Familia	Nombre científico	Nombre vulgar
Clupeidae	<i>Dorosoma (Signalosa) cf. mexicana*</i>	Topote
Characidae	<i>Bramocharax (Catemaco) caballero*</i>	Pepesca
Pimelodidae	<i>Rhamdia cf. guatemalensis</i> <i>Rhamdia sp.</i>	Chipo
Poeciliidae	<i>Poecilia catemaconis*</i> <i>Poeciliopsis catemaco*</i> <i>Xiphophorus milleri*</i> <i>Xiphophorus helleri</i> <i>Heterandria n. sp.*</i>	Guatopote guatopote blanco platy de catemaco cola larga Guatopote
Cichlidae	<i>Cichlasoma fenestratum</i>	mojarra negra
Synbranchidae	<i>Ophisternon aenigmaticum</i>	Anguila

* endemismos

El alto endemismo de los peces de Catemaco es por sí mismo un argumento inobjetable para la conservación del lago, toda vez que las especies endémicas, en virtud de lo restringido de sus áreas de distribución, son especialmente susceptibles a la extinción. Es por esta razón, que se hace preciso instrumentar programas de investigación multidisciplinaria, tendientes a obtener un conocimiento adecuado de los mecanismos que regulan la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas (Torres-Orozco y Pérez-Rojas, 1995).

La Península de Baja California se caracteriza por presentar pequeños parches verdes llamados oasis inmersos en un paisaje árido caracterizado por cardones y mezquites. Los oasis son depresiones fértiles, generalmente saturadas de agua y rodeadas de desierto, donde pequeños núcleos de población se asientan frecuentemente. La fertilidad del suelo asociada a los oasis se debe en gran medida a la presencia de manantiales y a la naturaleza del suelo transportado por los escurrimientos (Budiko, 1974). Esto ha provocado que los oasis estén sujetos a severas modificaciones por actividades humanas.

Los oasis son refugios de interés biológico, ya que se les considera relictos de hábitats de importancia biogeográfica y evolutiva en donde se encuentran hábitats vegetales y animales de afinidad méxico (Arriaga, 1997). Los oasis funcionan, además, como sitios de escala para aves migratorias donde se alimentan, reproducen, descansan y se protegen contra depredadores. Entre las especies residentes más abundantes tenemos a *Icterus cucullatus*, *Melanerpes uropygialis*, *Auriparus flaviceps*, *Carpodacus mexicanus*, *Archilochus alexandri*, *Calypte costae*, *Zenaida asiatica* y entre las invernantes a *Dendroica coronata*, *Troglodytes aedon*, *Wilsonia pusilla*, *Cistothorus palustris*, *Vermivora celata* y *Zonotrichia leucophrys* (Rodríguez-Estrella et al., 1997).

En este tipo de ambientes, la ictiofauna está representada principalmente por la especie endémica *Fundulus lima*. Entre las especies que se encuentran adaptadas a estos ambientes méxicos tenemos al grupo de los anfibios y reptiles, que a pesar de ser organismos que han mostrado ser capaces de resistir a severos cambios ambientales a lo largo de su evolución, son susceptibles a las condiciones medioambientales del área que habitan y a los cambios en ellas (Flores-Villela, 1993). Este alto grado de asociación al ambiente méxico y a los cuerpos de agua, los convierten en excelentes indicadores de la calidad de hábitat y diversidad. Entre las especies mesofílicas registradas se tiene a los anfibios *Bufo punctatus* e *Hyla regilla* y a los reptiles como la tortuga *Trachemys scripta*, las serpientes *Tantilla planiceps*, *Thamnophis hammondi*, *T. valida* y las especies endémicas de lagartijas *Elgaria paucicarinata*, *Phyllodactylus unctus*, *Ctenosaura hemilopha*, *Petrosaurus thalassinus*, *Sceloporus licki*, *S. hunsakeri*, *Urosaurus nigricaudus* y de serpientes *Bogertophis rosaliae*, *Eridiphas slevini*, *Crotalus enyo*, *Chilomeniscus stramineus* y *Masticophis aurigulus*. La rana toro *Rana catesbeiana* es una especie introducida y actualmente muy abundante al igual que las lagartijas *Callisaurus draconoides* y *C. hyperythrus*. Otras especies menos abundantes son las lagartijas *Sceloporus orcutti* y *S. zosteromus* (Álvarez et al., 1997).

Por último, la flora dominante tanto en la periferia del cuerpo de agua como en el palmar, son especies arbóreas de palmas, *Washingtonia robusta* y *Phoenix dactylifera* y de porte arbustivo y herbáceo, *Phragmites communis*. Entre las especies que conforman la vegetación acuática y subacuática están *Juncus mexicanus*, *J. acutus*, *Salix bonplandiana*, *Lemna minor*, *Ruppia maritima*, *Typha domingensis* y *Washingtonia filifera* (Arriaga et al., 1997).

En la zona norte de México, la construcción de presas ha tenido dos propósitos fundamentales: almacenamiento de agua y el control de avenidas. Desgraciadamente, fueron planeadas sin considerar los posibles efectos negativos por la introducción de especies exóticas sobre los ecosistemas y sus especies nativas, ni los impactos en la cuenca de captación, con efectos importantes como el asolvamiento, la salinización y la eutroficación de los cuerpos de agua. Todo esto conlleva a un detrimento en la biodiversidad, modificaciones en el patrón hidráulico de la cuenca y afectación del clima y del ambiente.

Un ejemplo claro de estos procesos, como lo señala Contreras-Balderas (1995, 1999), es la presa La Boca o Rodrigo Gómez situada sobre el río San Juan en el estado de Nuevo León. La biodiversidad se vio afectada por una disminución en las poblaciones de la vegetación acuática original pertenecientes a los géneros *Potamogeton*, *Najas*, *Myriophyllum*, *Elacatine*, *Hydrocotile*, *Eleocharis* y *Alternanthera*. El acocil regiomontano *Procambarus simulans regiomontanus* fue sustituido por el acocil rojo introducido *Procambarus clarki*. La icliofauna original estaba representada por *Astyanax mexicanus*, *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Cyprinella rutila*, *Campostoma anomalum*, *Dionda episcopa*, *Etheostoma grahami*, *Ictalurus punctatus*, *Lepomis macrochirus*, *L. megalotis*, *Notropis ludibundus*, *Poecilia mexicana* y *Scartomyzon congestum*. Los peces disminuyeron de trece a siete especies y a cuatro río abajo. Al llegar las aguas negras de las casas y comercios ubicados en la orilla de la presa y las descargas del arroyo La Chueca que contenían desechos de las porquerizas del rumbo, el número de especies de peces quedó reducido a dos: la mojarra copetona *Cichlasoma cyanoguttatum* y el moly *Poecilia mexicana*. Al recuperarse la calidad del agua se rescató una especie nativa, la sardinita plateada *Astyanax mexicanus*; o sea, en total se recuperaron tres especies de un total de 13 originales.

Los cenotes son ecosistemas característicos de la Península de Yucatán, la cual está constituida por calizas y dolomías de alta permeabilidad, así como de yesos y anhidritas altamente solubles, los cuales presentan fallas, fracturas y cavidades de disolución que dan lugar a una compleja red de corrientes subterráneas interconectadas. Estas corrientes subterráneas ocasionalmente disuelven las calizas superficiales, que al desplomarse forman depósitos de agua conocidos regionalmente como cenotes. Hall (1936) los clasifica en: cenotes de cántaro, aquellos que presentan una reducida abertura en la superficie; cenotes de paredes verticales, aquellos que tienen una gran abertura superficial; cenotes tipo aguada, aquellos formados por grandes cavidades, someras y fangosas, que contienen agua únicamente durante la temporada de lluvias; y cenotes tipo gruta, los cuales presentan un acceso lateral que desciende a una cámara con agua.

Por el relativo aislamiento de estos cuerpos de agua, su historia geológica y sus características geográficas, muchos de los organismos que viven en ellos son endémicos. Los cenotes y cuevas situados cerca de las costa contienen aguas salobres y marinas (ambientes anquihalinos) que fluctúan con las mareas, mientras que hacia el interior, el agua es completamente dulce. En los ambientes anquihalinos, habita una gran diversidad de especies. En la actualidad se reconocen 32 especies troglobias, la mayoría derivadas de ancestros marinos, que incluyen 30 crustáceos y 2 peces. Entre los crustáceos se pueden citar a los copépodos *Diacyclops chakan*, *D. puuc*, *Halicyclops cenotocola* sp. nov. *Mesocyclops chaci* y *M. yutisi*; los ostrácodos *Spelaeoecia mayan* y *Danielopolina mexicana*; los decápodos *Agostocaris bozanici*, *Typhlatya mitchelli*, *T. pearsei*, *T. campecheae*, *Calliasmata nohochi*, *Janicea antiguensis*, *Parhippolyte sterreri*, *Somersiella sterreri*, *Yagerocaris cozumel*, *Creaseria morleyi* y *Procaris* sp.; los isópodos *Bahalana mayana*, *Creaseriella anops*, *Haptolana bowmani* y *Yucatalana robustispina*; los anfípodos *Bahadzia bozanici*, *B. setodactylus*, *Mayaweckelia cenotocola*, *M. yucatanensis* y *Tuluweckelia cernua*; los misidáceos *Antromysis (Antromysis) cenotensis* y *Stygiomysis cokei*; el termosbenáceo *Tulumella unidensis*; el remípedo *Speleonectes tulumensis* y los peces ciegos

endémicos *Ogilbia pearsei* y *Ophisternon infernale* (Rocha et al., 1998; <http://www.tamug.tamu.edu>).

En los cenotes costeros, la ictiofauna predominante está representada por los cíclidos *Thorichthys meeki*, *T. pasionis*, *Cichlasoma salvini*, *C. friedrichstahli*, *C. urophthalmus*, *Petenia splendida* y los poecílidos *Poecilia velifera*, *P. mexicana*, *P. petenensis*, *Heterandria bimaculata* y *Belonesox belizanus*, además de la anguila americana *Anguilla rostrata*, la anguila de lodo *Ophisternon aenigmaticum*, la anguila falsa *Synbranchus marmoratus*, *Astyanax aeneus*, *A. altior* y *Lucifuga* sp.; mientras que en los cenotes tierra adentro la ictiofauna está representada por *Rhamdia guatemalensis* y *Gambusia yucatanana*. Debido a lo cerrado y aislado de estos ambientes y basados en diferencias en los patrones de pigmentación, la especie *R. guatemalensis* muestra microendemismo dando lugar a varias subespecies *R. guatemalensis depressa* registrada en 18 cenotes, *R. guatemalensis sacrificii* en dos cenotes, *R. guatemalensis decolor* en tres cenotes y *R. guatemalensis stygaea* en dos cavernas (Navarro-Mendoza y Valdés-Casillas, 1990).

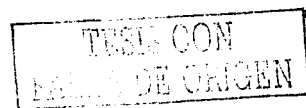
Los humedales, de acuerdo con lo establecido en la Convención sobre los Humedales celebrada en Ramsar, Irán, en 1971, se definen como aquella extensión de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (Ramsar, 1996b).

Los humedales son ecosistemas complejos, dinámicos y altamente productivos que proveen de hábitat, alimento, refugio y de áreas de crianza y reproducción a un número elevado de especies de peces, aves, anfibios, reptiles, mamíferos e invertebrados. Son reconocidos por su alto nivel de endemismos, especialmente de peces e invertebrados, por su fauna altamente especializada y por que dan refugio y protección a una gran cantidad de especies de aves migratorias (Ramsar, 1996b). También juegan un papel ecológico muy importante en el control de erosión, sedimentación e inundaciones; en el abastecimiento y depuración del agua y en el mantenimiento de pesquerías. En la actualidad estos sistemas se han perdido considerablemente debido al drenado y relleno de sus áreas para diferentes usos.

Los humedales ocurren en sitios que están continua o intermitentemente inundados, ya sea por resultado del drenaje hacia una depresión, asociada a corrientes subterráneas o por exceso en la tasa de precipitación con respecto a la evapotranspiración (Brooks et al., 1997). Presentan una enorme diversidad de formas y tamaños de acuerdo a su origen y ubicación geográfica, estructura física y composición química. La flora y fauna está definida por la profundidad, velocidad de la corriente, estructura del suelo, composición del sedimento y temperatura del agua (Ramsar, 1996a).

De acuerdo con la Convención de Ramsar (1996b), los humedales continentales se clasifican de la siguiente manera:

- Deltas interiores permanentes.
- Ríos y arroyos permanentes, incluye cascadas y cataratas.
- Ríos y arroyos estacionales, intermitentes e irregulares.
- Lagos permanentes epicontinentales (de más de 8 ha), incluye grandes meandros y brazos muertos de río.
- Lagos estacionales e intermitentes epicontinentales (de más de 8 ha), incluye lagos en llanuras de inundación.
- Lagos permanentes salinos, salobres y alcalinos.
- Lagos y zonas inundadas estacionales o intermitentes salinos, salobres y alcalinos.
- Pantanos, esteros, charcas estacionales o intermitentes salinos, salobres y alcalinos.
- Pantanos, esteros, charcas permanentes de agua dulce, charcas de menos de 8 ha, pantanos y esteros sobre suelos inorgánicos con vegetación emergente en agua por lo menos durante la mayor parte del período de crecimiento.



- Pantanos, esteros, charcas estacionales intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos, incluye depresiones inundadas (lagunas de carga y recarga), potholes, praderas inundadas estacionalmente, pantanos de ciperáceas.
- Turberas no arboladas, incluye turberas arbustivas o abiertas (*bog*), turberas de gramíneas o carrizo (*fen*), bofedales, turberas bajas.
- Humedales alpinos y de montaña, incluye praderas alpinas y de montaña, aguas estacionales originadas por deshielo.
- Humedales de la tundra, incluyen charcas y aguas estacionales originadas por el deshielo.
- Pantanos con vegetación arbustiva, incluyen pantanos y esteros de agua dulce dominados por vegetación arbustiva sobre suelos inorgánicos.
- Humedales boscosos epicontinentales, incluye bosques pantanosos epicontinentales, bosques inundados estacionalmente y pantanos arbolados sobre suelos inorgánicos.
- Turberas arboladas y bosques inundados turbosos.
- Manantiales y oasis.
- Humedales geotérmicos.
- Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos continentales.

En México, uno de los sitios más diversos en cuanto a los ecosistemas acuáticos es Cuatro Ciénegas, situada en el estado de Coahuila. Éste se caracteriza por una gran diversidad de ambientes entre los que destacan los humedales tipo ciénegas o pantanos, humedales marginales y lagos playa. Incluye también corrientes subterráneas, manantiales, canales, ríos, arroyos, riachuelos, pozos artesianos, lagos y estanques temporales. Se trata de un valle desértico localizado en el fondo de una cuenca endorreica de intermontaña, alimentado por manantiales y arroyos de tormentas (Minckley, 1969).

Como la gran diversidad del hábitat ha permanecido a lo largo del tiempo, con estabilidad ambiental y gran aislamiento geográfico, la fauna acuática ha desarrollado una radiación adaptativa explosiva y especiación, resultando en un elevado número de endemismos (McCoy, 1984). Existe una rica fauna acuática y semiacuática integrada por especies relictas y de amplia distribución. Entre los grupos más estudiados se encuentran los crustáceos, moluscos, peces, anfibios, reptiles, aves acuáticas y vegetación vascular.

De las 12 especies de crustáceos reportados, 50% son endémicos (Cole, 1984); de los cuales 4 son isópodos, 2 son anfípodos: *Speocirolana therydronis*, *Sphaerolana interstitialis*, *S. affinis*, *Mexistenasellus coahuila*, *Mexiweckelia colei*, *Paramexiweckelia particeps* y *Palaemonetes suttkusi*. Los moluscos están representados por 23 géneros (5 endémicos) y 33 especies (15 endémicas) distribuidos de acuerdo con dos tipos de hábitat acuático: depósitos mayores a 900 m² asociados a grandes manantiales y pequeños manantiales y sus riachuelos, menores de 9 m²; Entre éstos destacan *Nymphophilus minckleyi*, *N. acarinatus*, *Mexistiobia manantiali*, *Coahuilix hubbsi*, *C. landyei*, *Paludiscala caramba*, *Cochliopina milleri*, *Mexithauma quadripalium*, *Duragonella coahuilae*, *Mexipyrgus churinceanus*, *Orygoceras* sp., *Assimineae* sp., *Lymnaea* sp. *Ferrisia* sp. y *Drepanotrema* sp. Existen 8 familias de peces, cuatro neárticas y cuatro neotropicales y 16 especies de las cuales la mayoría son endémicas y en peligro de extinción. Entre ellas se pueden mencionar a *Dionda episcopa* ssp., *Cyprinodon atlorus*, *Lepomis megalotis* spp, la sardinilla *Lucania interioris*, el cachorrillo *Cyprinodon bifasciatus*, el guayacón *Gambusia longispinis*, la espada *Xiphophorus gordonii*, la perca *Etheostoma* sp., la mojarra *Cichlasoma minckleyi* y la carpa *Notropis xanthicara* (Contreras-Balderas, 1990a,b; Alcocer y Kato, 1995).

Existe una relación directa entre el tamaño del cuerpo acuático y el número de especies fóticas que contiene; a mayor tamaño, mayor número de especies. Asimismo, a mayor temperatura y salinidad, un menor número de especies. La diferencia en las especies de peces que contienen los diversos cuerpos acuáticos se ha atribuido a las características ambientales que prevalecen en cada uno de ellos, más que a barreras físicas entre un sistema y otro (Contreras-Balderas, 1978; Alcocer y Kato, 1995).



La herpetofauna registrada asciende a un total de 70 especies, de las cuales la rana *Bufo marinus*, la lagartija *Hemidactylus turcicus* y la serpiente *Drymarchon corais* son especies introducidas, junto con la tortuga *Gopherus berlandieri*. Las restantes 66 especies son nativas de Cuatro Ciénegas, con ocho anfibios anuros, cuatro tortugas, 23 lagartijas y 31 serpientes. Entre las especies endémicas se presenta la tortuga *Terrapene coahuilae*, la lagartija *Scincella lateralis* ssp, las culebras *Thamnophis* spp, la rana *Rana pipiens*, las tortugas de agua *Trionyx spiniferus*, *T. ater* y *Pseudemys scripta* y las culebras de agua *Nerodia erythrogaster* y *N. rhombifera*. Un 9% de la herpetofauna es acuática, 9% es semiacuática, 20% riparia y el restante 62% es terrestre, típica del desierto.

Las aves acuáticas reportadas para Cuatro Ciénegas son de 61 especies, entre las que se pueden mencionar el zambullidor pico pinto *Podilymbus podiceps*, pato de collar *Anas platyrhynchos*, pato cucharón *Spatula clypeata*, pescador *Megaceryle alcyon*, alondra acuática *Anthus spinoletta pacificus* y la garza morena *Ardea herodias*.

La flora está representada por 49 taxa, siendo una de las más ricas la del desierto chihuahuense. De estos taxa, 23 son endémicos (*Selinocarpus undulatus*, *Ancistrocactus breihamatus*, *Coryphanta achinus*, *Coryphanta* sp., *Abutilon pinkayae*, *Segum paryum* var. *diminutum*, *Mimosa unipinnata*, *Euphorbia pinkayana*, *Sabatia tuberculosa*, *Tiquilia turneri*, *Poliomintha maderensis*, *Satureia maderensis*, *Justicia coahuilana*, *Duysodia gypsophila*, *Erigeron cuatrocienegenis*, *Oaillardia gypsophila*, *Haploesthes robusta*, *Machaeranthera gypsophila*, *M. restiformis* y *Agave scabra*). En cuanto a la vegetación acuática y semiacuática se han registrado 75 especies pertenecientes a 33 familias entre las que se pueden mencionar a los nenúfares *Nymphaea* amplia, el lirio acuático *Eichhornia crassipes*, los juncos o tules *Scirpus americanus*, *S. maritimus paludosus*, *Phragmites australis*, *Typha domingensis*, pastos salinos *Ruppia maritima* y *Spartina spartina* y romerito *Distichlis stricta* y *D. spicata* (Contreras-Balderas, 1990a; Alcocer y Kato, 1995)

Vegetación acuática

La enorme diversidad de hábitats acuáticos en el país sustentan una gran variedad de comunidades, entre ellas se cuenta la flora acuática de México. La diversidad de esta flora está representada por 86 familias, 262 géneros y 763 especies, que incluyen helechos, gimnospermas y angiospermas. Estas especies se agrupan según el medio en que se encuentran (Lot y Ramírez-García, 1998).

Los hábitats acuáticos continentales de nuestro país están representados por dos grandes tipos de ambientes: los costeros y los epicontinentales. Estos cubren grandes áreas, especialmente en los estados de Veracruz, Campeche, Tabasco, Quintana Roo, Chiapas, Tamaulipas, Nayarit, Michoacán y Jalisco.

Entre los ambientes epicontinentales más importantes se pueden mencionar a los popales que cubren grandes extensiones pantanosas y aguas poco profundas en el suroeste de Campeche, Tabasco, norte de Chiapas y sur de Veracruz. Consisten generalmente de vegetación herbácea enraizada en el fondo, con grandes hojas largas y anchas que sobresalen del agua. Pertenecen a géneros como *Calathea* (popoay) y *Thalia* (quentó). Otro tipo de agrupación semejante al popal que habita en claros de selva con abundancia de agua en el suelo es el denominado tanayal en Tabasco y norte de Chiapas. Se halla constituido por una hierba de enormes hojas de aspecto de plátano llamada tanay *Heliconia bihai*. Los tulares y carrizales, que crecen en ambientes lacustres, pantanosos o en las orillas de los ríos con fondos fangosos y aguas tranquilas, son comunidades de plantas herbáceas enraizadas en el fondo, con tallos generalmente provistos de hojas largas y angostas o en ocasiones sin ellas que sobresalen de la superficie del agua. Este tipo de asociaciones está formada por el tule *Typha* spp, el carrizo *Phragmites communis*, el tule rollizo *Scirpus californicus* y *Cyperus giganteus*. El bosque de galería o vegetación riparia comprende agrupaciones de árboles que crecen en los márgenes o bordos de ríos en condiciones de humedad favorables. Son frecuentes los bosques de galería formados por

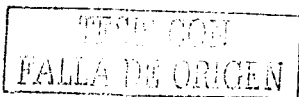
el sabino o ahuehuete *Taxodium mucronatum* y por último, otros ambientes asociados con zonas inundables que incluyen la selva baja, el matorral espinoso, el palmar y las dunas costeras (INE, 1999c).

Los palmares de acuerdo con Miranda y Hernández X. (1963), son todas las agrupaciones de plantas monopódicas, con hojas pinnatífidas o en forma de abanico llamadas comúnmente "palmas". Los palmares altos de hojas pinnatífidas comprenden los palmares de corozo *Scheelea liebmanni*, de manaca *Scheelea preusii*, de palma real *Roystonea dunlapiana* y de coquito de aceite *Orbignya guacoyule*. Los primeros se distribuyen en suelos profundos aluviales, con frecuencia inundables, de las vegas de grandes ríos del Golfo de México y los segundos, se encuentran en situación idéntica, pero sobre las planicies del Pacífico en la región del Soconusco, Chis. La palma real a menudo se mezcla en la selva perennifolia de áreas frecuentemente inundadas desde la parte central de Veracruz a Tabasco y en la región costera del noreste de la Península de Yucatán. La palma de coquito de aceite tiene su distribución en los declives y planicies del Pacífico, entre Sinaloa y Oaxaca, en áreas inundables o con capa freática muy superficial. Los palmares altos de hojas en forma de abanico están constituidos por especies de *Sabal*. En las orillas de lagos y lagunas en el sur de Quintana Roo se encuentran los palmares de botón *Sabal morrisiana* y en terrenos arenosos tanto de la costa del Pacífico como del Golfo están los palmares de *Sabal mexicana*. Los palmares bajos de hojas pinnatífidas están poco difundidos, sin embargo existen agrupaciones de cucá *Pseudophoenix sargentii* en la zona costera al noroeste de la Península de Yucatán. Los palmares bajos de hojas en abanico consisten en agrupaciones de tasiste *Acoelorrhaphe wrightii* y de la palma de sombreros o soyate *Brahea dulcis*. Los tasistales se encuentran principalmente en los bordes inundados de popales o de lagunas, a la orilla de los pantanos o en el interior de las sabanas inundables en el sureste de Veracruz, mientras que los palmares de sombreros se distribuyen sobre suelos calizos rocosos en áreas de transición hacia encinares, en la zona central de Chiapas, en la cuenca alta del Papaloapan y en la cuenca del Balsas.

La vegetación acuática herbácea es más abundante y variada que las agrupaciones arbóreas por lo que su tipificación resulta ser muy difícil (Lot, 1991). El sistema de clasificación más usado y aceptado es el de Sculthorpe (1967) el cual se basa en la terminología básica de formas de crecimiento propuesta por Tansley en 1949 y Spence en 1964. De acuerdo con este sistema las hidrófitas se pueden dividir en:

- Enraizadas sumergidas: son aquellas que se encuentran enraizadas en el sedimento y todas sus partes se mantienen inmersas en el agua como *Najas guadalupensis*, *Podostemum ricciiforme*, *Potamogeton illinoensis*, *P. pectinatus* y *Tristicha trifaria*.
- Enraizadas de hojas flotantes: se caracterizan por estar arraigadas al sustrato con sus hojas postradas sobre la superficie del agua y sus flores ligeramente levantadas como *Nymphaea mexicana*, *N. jamesoniana* y *N. gracilis*.
- Enraizadas emergentes: son aquellas que están enraizadas en el sustrato y gran parte de sus tallos, hojas y estructuras sexuales se mantienen emergidas del agua como *Sparganium americanum*, *Heteranthera seubertiana* y *Eichhornia paniculata*.
- Enraizadas de tallos postrados: se caracterizan por estar enraizadas al sustrato; sus tallos son de tipo estolonífero y reptan o ascienden a través del agua, produciendo pecíolos cortos y en general con estructuras vegetativas y reproductoras sobre la superficie del agua como *Eichhornia azurea*, *Heteranthera rotundifolia* y *Pontederia rotundifolia*.
- Libres flotadoras: se caracterizan por estar dispersas libremente sobre la superficie del agua por la acción de los vientos y corrientes; sus estructuras vegetativas y reproductoras se mantienen emergidas y sólo su sistema radical se encuentra sumergido como *Lemna gibba*, *Spirodela polyrrhiza*, *S. intermedia* y *Wolffia brasiliensis*.
- Libres sumergidas: se caracterizan por no estar enraizadas; todas sus estructuras vegetativas se encuentran sumergidas y sólo las reproductoras emergen ligeramente de la superficie del agua como *Ceratophyllum demersum*, *C. muricatum* y *Wolffiella lingulata* (Lot et al., 1999).

La importancia de la vegetación hidrófila en los ecosistemas donde habitan, radica en la infinidad de interacciones que tienen entre ellas y especialmente con la fauna acuática, así como



los servicios ambientales que éstas brindan. Entre las funciones que llevan al cabo se pueden mencionar la producción primaria, que en comunidades herbáceas emergentes como los tulares, carrizales y popales alcanzan valores muy altos de hasta 75 ton/ha/año y donde los minerales liberados son exportados hacia zonas más bajas hasta llegar a las lagunas costeras y posteriormente al mar o son ingeridos local e inmediatamente por una gran diversidad de organismos como peces, moluscos, crustáceos, anélidos, protozoarios, insectos, algas y por otras plantas acuáticas vasculares. También, intervienen en la captura, estabilización y formación de sedimentos, combaten la erosión en los márgenes de los ríos, lagos y lagunas, evitan el asolvamiento y favorecen la transparencia y oxigenación del agua. Otras interacciones importantes son que proveen de refugio y material para anidación a un sinnúmero de organismos en sus etapas larvarias, de sustrato a especies epibiontes (moluscos, gusanos, termitas y protozoarios) (Novelo y Lot, 1987) y como abono para la agricultura, específicamente *Eichhornia crassipes* y *Nymphaea mexicana* (Quiroz *et al.*, 1982).

Las comunidades vegetales ligadas al medio acuático son muy variadas, muchas de ellas difíciles de estudiar y aun de describir, pues a menudo se presentan en forma dispersa, mal definida y ocupando superficies limitadas (Rzedowski, 1986). También, la movilidad de ciertas formas de vida y la sustitución alternada de éstas en la dominancia de comunidades y asociaciones son elementos que dificultan la descripción definitiva y verificable en un momento dado (Lot y Novelo, 1988). Mas aún, cada día se vuelve más difícil estudiar dichas comunidades por la drástica modificación y desaparición de los hábitats acuáticos, especialmente los que se encuentran en las regiones del centro, altiplano norte y noroeste del país.

Por lo anterior, resulta interesante evaluar no sólo la pérdida de vegetación acuática y cuerpos de agua sino también la de aquellas comunidades ligadas al medio acuático. Es por este motivo que se incluyen los palmares, la vegetación de galería y el mezquital, que por su carácter de freatofitas, resultan ser un indicador de mantos profundos de agua. En este caso, el término "desforestación" se refiere al reemplazamiento de las hidrófitas, palmares, mezquites y cuerpos de agua por hábitats sin vegetación y cuerpos de agua desecados y no incluye cuerpos de agua temporales, humedales y zonas inundables. Cabe aclarar que el modelo es más sensible cuando se trata de áreas reducidas y considera una tasa de desforestación constante y exponencial. En el Cuadro 19 se muestran las áreas calculadas para ambos años y las tasas anuales de desforestación.

Cuadro 19. Cuadro comparativo de tipos de vegetación y cuerpos de agua calculadas para los años 1973 y 1993 y sus correspondientes tasas de desforestación en México

Tipos de vegetación y cuerpos de agua	Área en 1973 (km ²)	Área en 1993 (km ²)	Pérdida de área (km ²)	Pérdida de área anual (km ²)	Tasa anual de desforestación
Vegetación de galería	2 587.314	1 241.495	1 345.819	67.291	3.6
Cuerpos de agua	12 107.640	8 286.250	3 821.390	191.069	1.9
Palmar	1 391.020	1 002.367	388.653	19.432	1.6
Mezquital	36 071.650	29 092.816	6 978.834	348.941	1.7
Vegetación acuática	11 389.009	10 209.069	1 179.940	58.997	0.6

La mayor tasa de desforestación (3.6), corresponde a los ambientes con vegetación de galería, debido probablemente a que son hábitats pequeños, sometidos a un fuerte uso y en donde las actividades humanas, como la agricultura y la ganadería aunadas a la sobreexplotación y contaminación del recurso hídrico, representan las causas más constantes de perturbación. Esto significa, que en veinte años, se ha perdido alrededor del 52% de la vegetación de galería, 28% de los palmares, 19% de los mezquites y 10% de la vegetación acuática. En cuanto a los cuerpos de agua la reducción fue de casi 32%. De continuar esta tendencia, las comunidades acuáticas sufrirán una fuerte fragmentación en sus hábitats con implicaciones profundas en su biodiversidad y en la calidad de los servicios que brindan al ser humano.

Amenazas a los ecosistemas acuáticos

La preocupación creciente por el mantenimiento de la biodiversidad de las aguas epicontinentales y los esfuerzos por reducir los riesgos que muchas especies enfrentan se basa en las evidencias sobre la pérdida de esta biodiversidad. Los ecosistemas acuáticos epicontinentales son particularmente vulnerables a la pérdida de hábitat (degradación, cambios en la calidad y fragmentación), así como a la sobreexplotación e introducción de especies exóticas. Las tasas de extinción para estos ecosistemas provienen principalmente de lagos y ríos (WCMC, 1992). Sin embargo, aunque las evidencias prevalecen, en general son dispersas y sin continuidad desde la perspectiva geográfica. El hecho de que haya muchas especies en franca declinación o extinción justifica la preocupación real por el estado que guarda la biodiversidad de las aguas epicontinentales. Un hecho alarmante es que, aunque los humanos siempre han hecho uso de los sistemas acuáticos y sus especies, en los últimos 200 años, a través de la Revolución Industrial, el desarrollo económico acelerado y el crecimiento poblacional han generado transformaciones en estos ecosistemas a una escala sin precedente.

La cuenca del Río Bravo ejemplifica de manera clara este hecho. A partir de información recolectada durante 138 años se podía apreciar la existencia de dos ictiofaunas discretas. Una de éstas faunas se localizaba en la cuenca alta y estaba compuesta principalmente de especies estrictamente dulceacuólicas. La otra fauna se encontraba en la cuenca baja y estaba formada por una mezcla de elementos de agua dulce y estuarinos, siendo los primeros los más abundantes. Recientemente se han detectado serias alteraciones en la composición de estas poblaciones. La fauna de la cuenca alta aparentemente ha perdido muchos de sus componentes, las poblaciones son menos abundantes y las especies nativas están siendo reemplazadas por especies exóticas y estuarinas. Por otra parte, la fauna de la cuenca baja parece tener menor número de especies dulceacuólicas y están siendo reemplazadas por especies estuarinas y marinas. Estos cambios están relacionados con la disminución del volumen del río y el incremento de la contaminación, lo que ha resultado en una salinización de las aguas (Edwards y Contreras-Balderas, 1991; Contreras-Balderas y Lozano-Vilano, 1994a).

Otro caso de extinciones rápidas es el ocurrido en el suroeste del estado de Nuevo León, a consecuencia del secamiento de 5 manantiales por el abatimiento creciente de mantos freáticos utilizados para fines agrícolas. Entre las especies extintas se pueden citar a *Cyprinodon longidorsalis*, descubierta en 1984 y extinta en 1994; *Cyprinodon inmemoriam*, descubierta en 1984 y extinta en 1986; *Cyprinodon ceciliae*, descubierta en 1988 y extinta en 1990; *Megupsilon aporus* y *Cyprinodon alvarezii* descubiertos entre 1948 y 1961 y casi extintos en 1994. En 1984, el tamaño de las poblaciones de *Cyprinodon veronicae* y los caracoles *Valvata beltrani* y *Valvata* sp. eran de 10 000 a 12 000 individuos cada una; veinte años después los caracoles fueron descubiertos como conchas secas y por lo tanto extintos y sólo sobrevivía el pez cachorrillo *C. veronicae*. Resulta obvio que, a corto plazo, el futuro de esta especie sea también la extinción (Contreras-Balderas y Lozano-Vilano, 1996).

En resumen, se puede decir que las amenazas y riesgos, con los efectos más severos, son directos y resultan de actividades extractivas, así como de acciones de transformación del ambiente costero y de las cuencas hidrográficas. Actualmente la pérdida de diversidad biológica está dada principalmente por la destrucción del hábitat y la sobreexplotación de los recursos naturales, la erosión, la contaminación, la introducción inadecuada de plantas y animales y por fenómenos naturales.

Destrucción del hábitat y explotación de los recursos naturales

Las actividades de uso del suelo que alteran el tipo o extensión de la cubierta vegetal en una cuenca, frecuentemente modifican el rendimiento del agua, y en algunas ocasiones, el flujo de las corrientes superficiales. Los cambios en la cubierta vegetal ocurren como parte del manejo de recursos naturales y el desarrollo rural. La actividad forestal, la agricultura intensiva, el cambio de uso de suelo para cultivos y pastizales y la construcción de caminos son ejemplos de los cambios



que pueden alterar la respuesta en las corrientes superficiales y provocar el deterioro de los ecosistemas (Álvarez y Cassián, 1993). La llamada "problemática ambiental" se refiere precisamente a las alteraciones que el ser humano está causando cada vez con mayor intensidad y con carácter irreversible a su entorno.

Sánchez *et al.*, (1989) señalan que la magnitud del problema es tal, que muchos recursos considerados originalmente como renovables en la actualidad, debido a su sobreexplotación o a la reducción de su hábitat, están seriamente amenazados. Tal es el caso de múltiples especies que han desaparecido, de otras que están en peligro de extinción o amenazadas y de muchas que están siendo fuertemente presionadas como es el caso de la flora y la fauna de agua continental.

En relación con la ictiofauna, esta situación es registrada por primera vez a principios de los sesentas por Miller (1961, 1963), quien menciona 4 especies como extintas recientemente y 36 en peligro. En 1979, la lista de especies de peces en peligro y amenazadas de la Sociedad Americana de Ictiología indican 67 especies para México (Deacon *et al.*, 1979). Una década después el número de especies se incrementa en un 83%, es decir llega a 123. Actualmente el número excede a las 135 especies (Contreras-Balderas y Lozano-Vilano, 1994a).

Sánchez *et al.* (1989) mencionan, entre las actividades que provocan la pérdida de hábitat en regiones áridas y semiáridas, las relacionadas con la explotación comercial de especies propias del desierto, la ganadería extensiva, la agricultura de temporal, que es muy limitada debido a los bajos rendimientos que se obtienen con la escasez de lluvias e imprevisibilidad climática y que se realiza casi en forma exclusiva por los grupos indígenas que habitan la región y la agricultura de riego, que se practica en las llanuras con suelos pobres en humus, utilizando agua que proviene de presas, pozos, norias y de los pocos cauces de agua que existen en la zona y la explotación comercial de especies propias del desierto, que se hace con fines industriales.

La agricultura de riego enfrenta graves problemas en estas regiones. Por un lado, exige de grandes volúmenes de agua, ya que se cultivan especies no autóctonas que carecen de adaptación para la sequía, con lo cual aumenta la presión sobre este escaso recurso y contribuye, en gran medida, al agotamiento de los acuíferos. Por otro lado, la deficiente planificación de las obras de riego ha tenido consecuencias graves para el suelo, particularmente en el Valle de Mexicali, donde el incremento de la salinidad en las aguas del río Colorado ha ido en aumento lo cual ha provocado que cerca de 200 000 ha de tierras cultivables estén dañadas por las concentraciones tan altas de sales que permanecen en el suelo, una vez que el agua se ha evaporado o infiltrado. A pesar de los acuerdos establecidos entre Estados Unidos y México y de las medidas que se han tomado, es previsible que el desarrollo urbano, agrícola, industrial y energéticos que se está dando en esta cuenca, siga incrementando la concentración de sales en el agua (Oyarzábal-Tamargo, 1978).

Erosión

Los cambios en los procesos hidrológicos inciden, de manera directa e indirecta, en problemas de erosión del suelo, transporte de sedimentos erosionados, depositación de sedimentos en las partes bajas de las cuencas y modifican el proceso fluvial que define el sistema de corrientes superficiales y las características físicas, químicas y biológicas que conjuntamente determinan la calidad del agua superficial y subterránea (Brooks *et al.*, 1997).

La erosión hídrica es la forma más importante de degradación de los suelos a nivel mundial. Según estadísticas del ISRIC (*International Soil Reference and Information Center*) de Holanda (Oldeman *et al.*, 1990) el 56% de los suelos degradados por influencia de la actividad humana se debe a efectos de la erosión hídrica, 28% es por efecto de la erosión eólica, 12% es degradación de tipo químico (salinización, contaminación y acidificación) y un 4% de tipo físico (compactación e inundación) (Maass, 1998).

El suelo es uno de los recursos naturales más importantes, ya que es la base material que sustenta la mayoría de los sistemas productivos primarios. En este sentido, la erosión del suelo afecta de manera sustancial la productividad de tierras agrícolas e impacta negativamente las partes bajas de la cuenca. Pimentel *et al.* (1995), señalan que más del 50% de los pastizales y cerca del 80% de las tierras para cultivo, a nivel mundial, están erosionadas significativamente con sus respectivos problemas de sedimentación. Asimismo, las cuencas con un manejo forestal intensivo y asociadas a la construcción de caminos tienen tasas de erosión muy altas de 15 ton/ha/año. Una de las actividades que producen mayor erosión es la construcción de caminos y tendido de vías ferroviarias con 95 ton/ha/año (Brooks *et al.*, 1997).

El establecimiento de prácticas de manejo apropiadas debe ser una prioridad bajo estas condiciones. Evitar actividades susceptibles a la erosión o usos inapropiados del suelo es la manera más económica y efectiva de mantener la productividad de la cuenca. Existen algunas medidas de restauración y prevención de erosión por agua y viento que se mencionan a continuación (Brooks *et al.*, 1997):

- Reforestar con especies nativas, controlar el crecimiento de malezas y asegurar el suministro de agua hasta que la vegetación se establezca.
- Evitar prácticas de uso de suelo que reduzcan la capacidad de infiltración y permeabilidad del suelo.
- Favorecer la cubierta del suelo con arbustos y pastos el mayor tiempo posible.
- Ubicar correctamente los abrevaderos para minimizar pérdidas de agua, erosión y compactación del suelo.
- Evitar la tala y el sobrepastoreo en pendientes pronunciadas.
- Aplicar técnicas de control de erosión en actividades agrícolas.
- Evitar la construcción de caminos o posibles cauces en zonas con pendientes pronunciadas.
- Evitar actividades que eliminen cubierta vegetal en áreas muy grandes
- Proteger con un cinturón de árboles los campos agrícolas y las áreas de uso intensivo.
- Reforestar para tratar de reducir la velocidad del viento
- Mantener un balance entre las comunidades naturales y el manejo de cultivos y ganado.
- Aplicar técnicas de silvicultura en donde la pérdida de vegetación del sotobosque y de humus se minimice, para reducir el impacto de las gotas de lluvia en la superficie del suelo y mantener altas tasas de infiltración.

Sedimentación

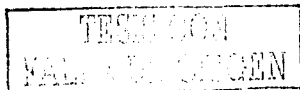
La sedimentación o azolve es el producto directo de la erosión y es, también, un proceso importante de degradación de ecosistemas acuáticos. La mayoría del sedimento es acarreado y depositado en las partes bajas de las colinas, en lagos y presas, en las planicies de inundación y en los cauces de los ríos (Brooks *et al.*, 1997).

En este proceso, la cantidad de sedimento transportado por un río está relacionada principalmente con la cantidad de material aportado, características del cauce del río, tasa y cantidad de la descarga y características físicas del sedimento. El material aportado y la corriente dependen del clima, topografía, geología, suelos, vegetación y prácticas de uso de suelo en la cuenca.

Entre las causas más importantes de sedimentación se pueden citar la construcción de caminos, actividades forestales, incendios, urbanización, prácticas agrícolas inadecuadas, reducción de vegetación riparia y el aumento o disminución de los cauces de los ríos.

Precipitación ácida

La lluvia ácida fue un tema ambiental de preocupación hacia finales de los setentas y principios de los ochentas en los países industriales del hemisferio norte. El aumento de la acidez en la



precipitación se produce por el ingreso a la atmósfera de óxidos de azufre y nitrógeno derivados de la combustión de hidrocarburos fósiles como el carbón, gas y petróleo. También se incluyen las actividades antropogénicas relacionadas con la minería y desechos lixiviados (Tease y Coler, 1984), y con las alteraciones de uso de suelo (Soulsby, 1982; Patrick y Stevenson, 1990). Más preocupante aún es el impacto provocado por la depositación de partículas atmosféricas líquidas y sólidas en los ecosistemas acuáticos y terrestres. En México todavía no existen estudios sobre la acidificación de ecosistemas acuáticos pero es muy probable que algunos cuerpos de agua estén siendo impactados por esta causa.

El impacto de esta depositación en lagos y ríos está en función de la capacidad de amortiguamiento del suelo, del agua y del tamaño del cuerpo de agua. Las modificaciones químicas inducidas por la acidificación afectan la alcalinidad del agua, el pH y su capacidad de disolver metales (Campbell y Stokes, 1985), y puede, de manera directa o indirecta, alterar otros procesos químicos como el ciclo y disponibilidad de nutrientes (Rudd *et al.*, 1988). Si los suelos son alcalinos, los ácidos se neutralizan aminorando el efecto. Sin embargo, los lagos y ríos localizados en zonas poco productivas, con suelos poco profundos con respecto a la roca madre y someros son los más susceptibles de acidificación. Una vez que el pH baja a menos de 6 las poblaciones de peces, algas y otros organismos se ven seriamente afectados (Brooks *et al.*, 1997). A continuación se citan algunos de los efectos más importantes producidos por la acidificación de ecosistemas acuáticos (Planas, 1996):

- Efectos químicos:
 - Decremento del pH
 - Aumento de los sulfatos SO_4
 - Decremento en la disponibilidad de carbono inorgánico disuelto
 - Aumento del nitrógeno inorgánico disuelto
 - Disolución de metales como aluminio (Al), manganeso (Mn), cadmio (Cd) y mercurio (Hg)
- Efectos físicos:
 - Aumento en la penetración de la luz
 - Disminución del número de organismos fitoplanctónicos
 - Cambios en la concentración de carbono orgánico disuelto (DOC)
 - Cambios en las características químicas del agua y en la capacidad de absorción de la luz de sustancias orgánicas disueltas
- Efectos biológicos:
 - Cambios en la biomasa y producción primaria de algas bentónicas
 - Cambios en la estructura y composición de las comunidades algales
 - Disminución de la riqueza específica del fitoplancton
 - Disminución en la densidad y riqueza específica de macroinvertebrados bentónicos (crustáceos, moluscos e insectos) sensibles a pH ácidos.

Para comprender y evaluar de una manera más precisa el impacto que produce este proceso sobre los ecosistemas, se requieren de estudios no sólo sobre relaciones directas entre dos o más variables (pH, presencia o ausencia de especies), sino sobre la estructura de la comunidad y sus procesos; considerándose otras variables químicas, físicas y biológicas como: el tipo de sustrato, patrones de circulación, transmisión de luz, temperatura, cambios en la disponibilidad de nutrientes en el sedimento, preferencias alimenticias, competencia y depredación.

Incendios

Los incendios disminuyen la estabilidad de la cuenca y en topografías escarpadas y con eventos fuertes de precipitación, aumentan el arrastre de detrito junto con material procedente de deslaves. Los incendios afectan también a toda la cuenca debido a que cambian los procesos fluviales. Cuando la cubierta vegetal protectora y la capa de humus del suelo, responsables de la captación

de lluvia, se remueve, la superficie del suelo se vuelve sensible al impacto de las gotas de lluvia aumentando por lo tanto, los efectos de la erosión y las inundaciones. La tasa de recuperación de la vegetación después de un incendio refleja el impacto provocado tanto por el fuego como por las inundaciones.

Los incendios pueden tener una gran variedad de efectos en los sistemas acuáticos, que pueden ser benéficos o perjudiciales dependiendo de la intensidad, severidad, duración y frecuencia de éstos. Las prácticas de incendios provocados en el manejo de humedales son actividades muy utilizadas y entre sus ventajas se pueden mencionar (Brooks *et al.*, 1997):

- Remoción anual de la cubierta herbácea para evitar la acumulación de detrito en el fondo de los humedales.
- Reducción o eliminación de la vegetación arbórea que ha invadido las represas.
- Destrucción de la cubierta de musgo para permitir la sucesión de pastos y juncos, utilizadas por las aves acuáticas para la construcción de sus nidos.
- Limpieza de represas para evitar problemas durante las inundaciones.
- Producción de áreas abiertas para alimentación de aves acuáticas.
- Aumento de la mineralización de nutrientes para una mejor calidad del forraje.
- Provocar cambios en el albedo para permitir un crecimiento temprano en primavera.
- La producción de detrito puede ser muy alta después de un incendio, proporciona muchas veces diversidad de hábitats para peces y brinda al mismo tiempo nutrientes para la vida acuática.

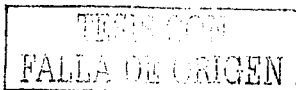
Entre las desventajas se tienen:

- Provoca aislamiento de las poblaciones
- Afecta el drenaje subsuperficial
- Modifica la capacidad de retención de agua del suelo
- Baja el nivel del manto freático

Los incendios severos tienen un mayor impacto ya que incrementan la temperatura de los arroyos, la descarga del flujo, la concentración de nutrientes, la erosión y la sedimentación. En este sentido, el mayor impacto sobre las comunidades está en relación con los procesos de erosión y sedimentación; ya que éstos pueden reducir áreas adecuadas para el desove o depósito de material fino que sirve de protección a los huevos, los previenen del calor y los protegen de ser depredados por otras especies. En otros casos, el aumento del flujo puede modificar los canales y distribuir de manera diferente las gravas y arenas.

Casi la totalidad de los incendios forestales ocurridos en México (98%) obedecen a causas humanas, ya sea por accidente, negligencia o intencionalmente. Cerca de 49% de los incendios forestales tiene su origen en el uso del fuego con fines agropecuarios y silvícolas (Semarnap, 2000). En años de intensa sequía, estas prácticas determinan la multiplicación de focos potenciales de incendios.

En 1998, se presentaron 7 979 incendios forestales, los cuales afectaron 231 061 ha, lo que significa una superficie afectada de 29.6 ha en promedio por incendio (Semarnap, 2000). Entre los tipos de vegetación más afectados sobresalen los bosques de pino-encino, encino, pino, encino-pino, las selvas baja caducifolia y alta perennifolia y el bosque mesófilo de montaña (<http://www.conabio.gob.mx/mapaservidor/incendios/resultados1999.html>).



Contaminación

La contaminación de las aguas se relaciona intensamente con las actividades humanas. Si se analiza la distribución de las poblaciones, así como las actividades industriales, agrícolas y pecuarias más importantes, resulta que se encuentran concentradas en la zona templada. Esta zona está delimitada en función del clima, altitud, tipo de vegetación y patrón hídrico; en nuestro país constituye aproximadamente el 20% del territorio y se distribuye en los estados -o partes altas de éstos- de Chihuahua, Durango, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Guanajuato, Hidalgo, México, Tlaxcala, Puebla, Oaxaca y una pequeña porción de Chiapas. Algunas de las regiones hidrológicas de la zona templada se encuentran entre las más contaminadas del país a causa de las descargas de aguas residuales en los cauces de los ríos, lagos y embalses directamente. Entre las cuencas más impactadas se pueden mencionar las del Lerma-Santiago, el Balsas, el Pánuco, el Bravo, el Nazas, el Armería y el Coatzacoalcos, las cuales requieren de atención prioritaria para su recuperación (Sedesol, 1993).

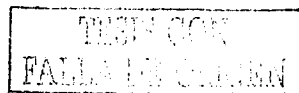
Los lagos o ríos terminales que, como se mencionó con anterioridad, son aquellos en donde el agua no sale más que por evapotranspiración, son especialmente sensibles a la contaminación ya que el tiempo de residencia o tiempo medio de renovación del agua (10 a 1 000 años), así como de los contaminantes es muy largo (Alcocer y Williams, 1993; Margalef, 1983; Williams, 1993). Éste es el caso de los lagos playa, muy abundantes en las regiones endorreicas áridas y semiáridas de la zona centro y centro-norte del país (Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, Durango, etc.), los cuales han sido contaminados con fertilizantes, herbicidas e insecticidas utilizados en la agricultura intensiva y extensiva (Ezcurrea y Montaña, 1990). El lago de Texcoco en la cuenca de México, así como Totolcingo en la Oriental, son claros ejemplos de la degradación ambiental a la que se ven sujetos los lagos terminales (consúltese Alcocer y Williams, 1996 y Alcocer *et al.*, 1998). El extremo opuesto lo representan las cuencas exorreicas de la zona tropical húmeda del sur de México (Veracruz, Tabasco, Chiapas), en las cuales el tiempo de residencia del agua (1 a 100 años) y contaminantes es muy breve y, por lo tanto, poseen una menor susceptibilidad a la degradación ambiental por su gran capacidad de dilución (Alcocer, 1998).

Las descargas de aguas residuales, industriales y domésticas que se vierten directamente a las presas y lagos, junto con el proceso de deterioro de las cuencas hidrográficas que por lavado y escurrimiento de su superficie acarrearán mayores aportes, han provocado que estos sistemas se encuentren en un proceso acelerado de envejecimiento con lo que se afecta la capacidad de almacenamiento y se comprometen innecesariamente los usos que se les puedan dar a sus aguas.

Por lo tanto, la colmatación o azolve de sedimentos en las cuencas es un proceso de "envejecimiento" que favorece, por un lado, un incremento en el estado trófico de las aguas y, por el otro, una mayor propensión a su degradación (contaminación) debido al hecho que presentan una reducción en su volumen. Por este hecho, la capacidad de disolución es menor lo cual se traduce en mayores concentraciones de contaminantes.

Resulta casi imposible valorar la magnitud de la contaminación de las aguas de México. De acuerdo con INEGI (1995), veinte son las cuencas hidrológicas más contaminadas (Figura 9) y éstas abarcan no sólo la porción central de México, sino también la norte y noroeste. Las menos contaminadas se encuentran localizadas hacia la porción sur y sureste de la república.

Estimaciones sobre el tiempo necesario para la recuperación de algunas de las cuencas más contaminadas han evidenciado un marcado deterioro de forma tal que, de continuar con la tendencia actual de contaminación, más de la mitad de las regiones hidrológicas requerirán largos períodos de tiempo para recuperarse (p.e. el Balsas más de 30 años, el Pánuco y el Papaloapan más de diez años) y, en algunas de ellas como la del río Tula, se necesitará además de tiempo, inmensos recursos para recuperarla de los estragos causados por decenios de uso inadecuado y prácticas contaminantes (INEGI, 1995; Sedesol, 1993).



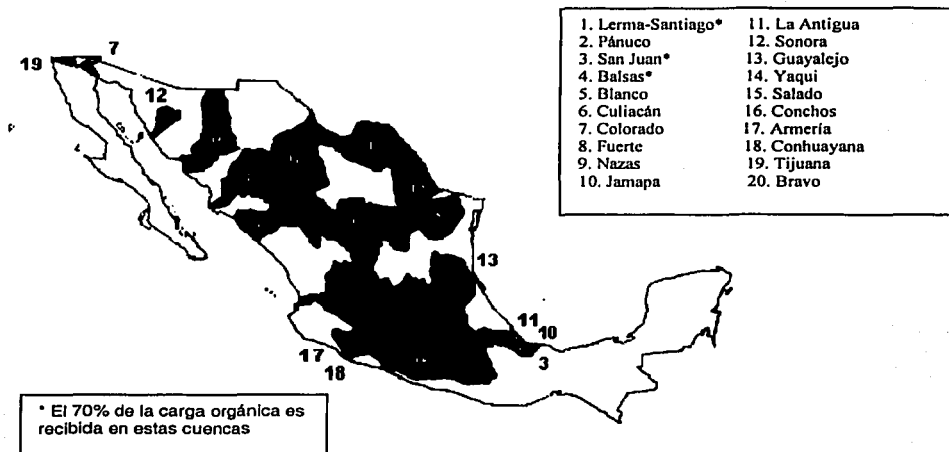


Figura 9. Cuencas hidrológicas más contaminadas (Sedue, 1988)

Prácticas ilegales

Las prácticas ilegales están asociadas a problemas culturales y de educación, a la falta de opciones de desarrollo socioeconómico, a la insuficiencia y desconocimiento del marco legal vigente, así como a escasa o nula vigilancia y al incremento constante en la demanda de recursos relacionados con la vida silvestre (<http://www.cespedes.org.mx>). Entre las principales prácticas ilícitas o no reguladas se tiene: el tráfico y comercio clandestino de especies silvestres, la cacería furtiva y usos inadecuados con fines de subsistencia, como la captura, colecta, transporte y comercio no autorizado de ejemplares y utilización de artes de pesca prohibidas, la destrucción y transformación del hábitat derivados de la tala, quema y desmonte y la disposición clandestina de desechos en hábitats de vida silvestre y ecosistemas frágiles, principalmente acuáticos.

El tráfico ilegal de especies es definido como la actividad comercial de flora y fauna silvestres así como de sus productos, subproductos y demás recursos genéticos, catalogados en la NOM-059-ECOL-94 y en los apéndices de CITES, sin la autorización o permisos correspondientes, realizado con dolo y con fines lucrativos. En México, el tráfico de especies está penado como delito y es una de las modalidades más comunes de los delitos ecológicos (Ramírez, 1998).

Estas prácticas no sólo tienen efectos negativos directos sobre las poblaciones silvestres, sino también sobre la diversidad genética. Cabe mencionar que el desconocimiento con respecto a prácticas de manejo que debieran fomentarse, así como la inadecuada administración y la limitación de los mercados legales se añaden como otras causas de esta significativa pérdida (<http://www.cespedes.org.mx>).

Introducción de especies exóticas

La introducción, intencional o accidental de especies exóticas, puede causar graves daños a los ecosistemas de aguas interiores. Se sabe que los daños causados por especies introducidas son

enormes, ya que estas especies pueden causar desequilibrios ecológicos entre las poblaciones nativas (cambios en la composición de especies, desplazamiento de especies nativas, pérdida de biodiversidad, etc.) y transmitir una gran variedad de enfermedades (UNEP, 1997).

Entre las especies introducidas de manera accidental se pueden citar a *Dorosoma cepedianum*, *D. petenense*, *Menidia beryllina* y *Membras martinica* en la Presa La Boca y *Notropis* sp. en la Presa R. F. Magón; ejemplos de especies expansivas, altamente competitivas, que desplazan fácilmente a las especies nativas se puede mencionar a *Gambusia affinis*, *Pomoxis annularis* y *Lepomis gulosus* en la cuenca baja del Río Bravo y especies invasoras como *Astyanax mexicanus* y *Gambusia hurtadoi* que aprovechan los cambios en el medio ambiente, ya sea utilizando los canales construidos entre ríos y manantiales o aprovechando el aumento de la salinidad o temperatura en el cuerpo de agua, como es el caso del Río Bravo donde debido al aumento en la salinidad el número de especies se ha incrementado de 8 especies a mediados del siglo XIX a 75 a finales del siglo XX (Rodríguez, 1976; Edwards y Contreras-Balderas, 1991). Existen también los casos de especies endémicas en riesgo que se convierten en plagas cuando son introducidas a otras localidades donde funcionan como exóticas. Tal es el caso de *Poecilia latipunctata* (especie en riesgo del Río Tamesí) que junto con *Poecilia mexicana* y *Gambusia regani* fueron transferidas a la Media Luna, San Luis Potosí donde las poblaciones de especies endémicas de *Dionda mandibularis*, *Cualac tessellatus* y *Ataeniobius toweri* están consideradas actualmente en riesgo (Contreras-Balderas, 1999).

Por otra parte y desde una perspectiva social, la Subsecretaría de Pesca desarrolló un programa de acuicultura rural cuyo objetivo es atender la demanda alimentaria de las comunidades de escasos recursos dispersas en el país para lo cual procedió a introducir especies de carpas, mojarras y truchas en presas, lagos, bordos temporales y jagüeyes (<http://www.semarnap.gob.mx>).

En el país, las especies ícticas invasoras han aumentado de 55 en 1984 (Contreras-Balderas y Escalante, 1984) a 90 en 1997, es decir un 61.1%. Entre las causas más importantes están la acuicultura con 67 especies (74.4%), la pesca deportiva con 9 (10%), las especies forrajeras con 15 (16.7%), para fines comerciales (alimento) 38 (42.2%) y ornamentales 11(12.2%), para control de plagas 2 (2.2%), como carnada 5 (5.6%), en intentos de protección de especies 3 (3.3%) y de manera accidental 23 (25.6%). Sólo 9 (10%) especies presentan causas múltiples de introducción. De las 90 especies ícticas invasoras, 34 (38%) son transplantadas dentro del territorio nacional y 56 (62%) son extranjeras. En cuanto a su origen, 33 (36.5%) especies provienen de Estados Unidos, ocho (8.9%) de Asia, seis (6.6%) de África, siete (7.8%) de Centro y Sudamérica y dos (2.2%) de Europa (Contreras-Balderas, 1999).

En lo que se refiere a malezas acuáticas introducidas como *Hydrilla verticillata* e *Eichhornia crassipes*, las cuales se comportan agresivamente y afectan la composición y estructura de la flora y la vegetación acuática original, SEMARNAP (1996a) mantiene un programa de control y vigilancia de las superficies afectadas tanto en cuerpos de agua naturales como artificiales

Durante el último decenio, las investigaciones sobre biotecnología relacionadas con los criaderos y la acuicultura han progresado sustancialmente, sobre todo en lo que se refiere a peces comerciales comunes. Muchas de estas nuevas tecnologías pueden tener efectos positivos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica si se utilizan racional y prudentemente. Sin embargo, pueden ser también una amenaza, ya que la liberación de organismos modificados genéticamente (OVM) puede conducir a la difusión de genes nuevos en poblaciones silvestres, con consecuencias impredecibles para el ecosistema. Un posible resultado sería la reducción de las poblaciones nativas por entrecruzamiento con organismos modificados genéticamente (UNEP, 1997). Otra amenaza grave es la transferencia y difusión de cepas de alto rendimiento, obtenidas por hibridación y con problemas de consanguinidad, que pueden desplazar cepas locales en granjas de cultivo o reducir la diversidad genética de las poblaciones naturales al interactuar con ellas (Pérez, 1996).

Problemática por uso

En el país existen diferencias regionales debidas a las condiciones geográficas y a las características sociales y económicas de sus habitantes. En algunas regiones, la población es principalmente de tipo rural, dedicada a las actividades agropecuarias, mientras que en otras el grado de urbanización, de industrialización y de diversificación de las actividades económicas es mayor. Estas condiciones determinan diferencias en cuanto al valor que el agua adquiere en cada una de las regiones. La problemática nacional de agua reviste por lo tanto, matices diferentes y la solución de la misma se debe planificar atendiendo a estas peculiaridades.

El uso y aprovechamiento del recurso hidráulico depende principalmente de la disponibilidad y calidad del agua. Por esta razón, se requiere de una planeación que permita integrar y actualizar en forma continua el inventario de la disponibilidad de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos y de sus usos.

El Programa Hidráulico 1995-2000 estima que en 1995 la extracción total para los principales usos (Cuadro 20) fue de 186.7 km³, de los cuales 73.5 km³ se destinaron para los consuntivos y los restantes 113.2 km³ para la generación de energía hidroeléctrica, clasificada como no consuntiva ya que sólo se aprovecha su energía potencial (Semarnap, 1996a).

Cuadro 20. Extracción y aprovechamiento medio anual de agua por usos en México (Semarnap, 1996a)

Usos	Extracción (km ³)	Aprovechamiento (%)
Uso agrícola	61.2	32.80
Uso doméstico	8.5	4.60
Uso industrial	2.5	1.30
Acuicultura intensiva	1.3	0.70
Hidroeléctricas	113.2	60.60
Total	186.7	100

Uso agrícola

Las actividades agrícolas, según el Programa Hidráulico 1995-2000, demandan el mayor volumen de agua a nivel nacional y son el mayor consumidor del recurso. Los 20 millones de hectáreas abiertas al cultivo, de las cuales 6.2 son de riego y el resto de temporal y temporal tecnificado, explican sólo parcialmente esta situación. El resto se explica por la ineficiente infraestructura de los sistemas de riego y drenaje, por fallas en los sistemas electromecánicos de las estructuras de control y mediación del agua y de los equipos de bombeo y por falta de modernización de los sistemas de riego.

De la superficie bajo riego, 3.3 millones de hectáreas corresponden a 80 distritos de riego y 2.9 millones a más de 30 mil unidades de mediano y pequeño riego. Esta superficie que representa 30% de la destinada a la agricultura del país, genera el 50% de la producción agrícola nacional y el 70% de los productos agrícolas de exportación. En general, la productividad por hectárea es baja, un porcentaje considerable de los distritos de riego no es rentable y los precios de sus productos no son competitivos.

De los 61.2 km³ de agua extraídas para riego, se desperdicia alrededor del 55% por la operación ineficiente y prácticas inadecuadas en el uso del líquido en parcelas (riego por inundación, problemas de salinización, problemas institucionales y cultivos inapropiados), lo que da como resultado una eficiencia global (eficiencia media de conducción del agua y eficiencia de aplicación parcelaria) del 45%.



De acuerdo con Cespedes y CMIC (1998), en México, la disponibilidad de agua se usaba como un instrumento para inducir el patrón de cultivos definido por las autoridades de agricultura, se distribuía por ciclos agrícolas y con base en las necesidades supuestas de los usuarios. Cuando la disponibilidad era insuficiente para cubrirlos en su totalidad, la asignación se hacía proporcionalmente. En la actualidad el cobro todavía se hace en función del número de hectáreas sembradas y no de los volúmenes usados, lo que favorece el predominio de cultivos intensivos en agua y el derroche del recurso.

Asimismo, el uso del agua en la agricultura está fuertemente subsidiado y se utiliza con una ineficiencia extrema lo que agota los recursos hídricos, provoca importantes consecuencias sobre los suelos (salinización) y constituye una fuente importante de contaminación no puntual o difusa por causa de la aplicación de plaguicidas y fertilizantes. Más aún, los usuarios del agua en los distritos de riego pagan sólo alrededor del 50% de los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura y no tiene obligación de asumir ningún costo relacionado con las inversiones. Es decir, los costos de financiamiento de la infraestructura hidráulica que lleva a cabo el estado no se recuperan, aunque se intentara, debido a que la productividad, está por debajo del mínimo indispensable para ello.

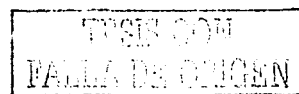
De seguir con las tendencias de expansión de los últimos años en los sistemas de riego y considerando que los patrones de consumo se mantengan semejantes a los actuales, el incremento en la demanda de agua obligará a la CNA y a los usuarios a mejorar y hacer más eficiente el manejo, distribución y uso de este recurso (Semarnap, 1996a).

Generación de energía eléctrica

La necesidad de satisfacer la demanda de energía eléctrica en el país propició el desarrollo de la industria hidroeléctrica y, por ende, de una tecnología que ha permitido aprovechar un mayor porcentaje del agua natural disponible.

Las centrales termoeléctricas en México, generan el 80% de la energía producida en el país y las hidroeléctricas el 20% restante, mediante la utilización de 113.2 km³ de agua. Esta industria demanda fuertes volúmenes de agua, sin embargo no representa un insumo real de la disponibilidad del recurso, ya que el consumo de agua es mínimo. Las plantas termoeléctricas consumen agua debido a la evaporación que se genera en el enfriamiento, presentándose problemas de contaminación del líquido con sales acumuladas en los sistemas cerrados de recirculación del agua, descargas de agua a elevadas temperaturas, problemas de sedimentación y cambios drástico en el volumen del cuerpo de agua que pueden afectar a los ecosistemas acuáticos receptores. En el caso de las hidroeléctricas, los principales problemas son los derivados de la incompatibilidad en el tiempo de generación (en horas pico) con los requerimientos de otros usos como el riego (Semarnap, 1996a).

A pesar de los problemas ambientales relacionados con el uso del agua para generación de energía eléctrica, el Estado se vio en la necesidad de construir sistemas de grandes presas que, por un lado, permitieran aprovechar las aguas para generación de energía, para riego e incluso para fines recreativos y, por el otro, controlar las inundaciones y desecar los humedales, que representaban áreas con uso potencial agropecuario. No todos los resultados fueron positivos. Los efectos negativos sobre los suelos provocaron grandes desajustes en el ciclo del agua. Las tierras, al inundarse, se fertilizaban gracias a los aluviones que anualmente bañaban las planicies. Una vez que pasaban sus efectos destructivos, proporcionaban excelentes cosechas para los campesinos. En los últimos años, ha sido necesario utilizar grandes cantidades de fertilizantes inorgánicos, los cuales han provocado efectos de salinización por ascensión de sales del subsuelo y, en algunos casos cercanos a la costa, por filtración de aguas marinas. Por último, algunas zonas que se inundaban sólo temporalmente, en la actualidad están permanentemente inundadas o completamente secas lo que también impide su utilización (Sánchez *et al.*, 1989).



Por otra parte, existen una serie de cambios ambientales en el río represado y los sistemas acuáticos que se encuentran aguas abajo de la cortina de una presa. A continuación se citan algunos de ellos (Straškraba y Tundisi, 1999):

- Cambios abruptos en el flujo de la corriente superficial proveniente de la presa con consecuencias en la calidad del agua y por consiguiente en la biota ribereña.
- Cambios en la temperatura dependiendo del tamaño y profundidad del reservorio.
- Disminución en la cantidad de limo transportado y por lo tanto decremento en la fertilidad para la producción agrícola, forestal y de humedales.
- La composición de las partículas suspendidas cambia de abiótica a biótica con disminución en el tamaño de ellas.
- Aumento en la penetración de la luz.
- La concentración de oxígeno puede llegar a condiciones anóxicas en reservorios eutroficados donde el desagüe de la presa queda por debajo de la termoclina.
- Los valores de H_2S y CO_2 pueden incrementarse especialmente en reservorios estratificados, eutroficados y con tiempos de retención largos.
- Los valores de pH pueden disminuir.
- La concentración de nitrógeno gaseoso puede aumentar en reservorios aireados hasta niveles de sobresaturación ocasionando la muerte de la ictiofauna principalmente.
- La materia orgánica disminuye sobre todo cuando no hay fuentes que la produzcan dentro del reservorio.
- Las concentraciones de fósforo disminuyen en función de los tiempos de retención y del nivel de eutroficación. Bajas concentraciones de fósforo redundan en una baja productividad río abajo.
- Las concentraciones de nitratos normalmente permanecen constantes; cuando existen condiciones reductoras en el reservorio puede haber un ligero decremento río abajo.
- Las concentraciones de nitritos pueden incrementarse cuando el reservorio presenta altos niveles tróficos.
- Incremento de la biomasa planctónica.
- En reservorios ligeramente eutroficados la fauna bentónica se incrementa río abajo; sin embargo en reservorios fuertemente eutroficados o con fluctuaciones en el nivel del agua se presenta un decremento en las poblaciones bentónicas.
- En el caso de la ictiofauna, los reservorios actúan como una barrera en procesos de migración y desove y reducen los hábitats para alimentación. Esto provoca empobrecimiento de las poblaciones de peces.
- Deterioro en la calidad del agua y pérdida de áreas con alto valor recreacional.

Uso industrial

La actividad industrial en el país se concentra en sitios donde el recurso hídrico es escaso, con el objeto de aprovechar economías de escala, abundancia de mano de obra y otras ventajas comparativas, lo que ha resultado en sobreexplotación de acuíferos, contaminación de ecosistemas, altos costos de disponibilidad del agua y conflictos por el uso y explotación del recurso (Sánchez *et al.*, 1989).

El uso industrial del agua se refiere, de acuerdo con el Programa Hidráulico 1995-2000, al recurso empleado por las industrias que se abastecen directamente de los cuerpos de agua y descargan a cuerpos receptores. El volumen anual suministrado de agua a la industria durante 1994, fuera de zonas urbanas, fue de 2.5 km³. Este volumen corresponde a 1 387 empresas consideradas como las más importantes por el uso y descarga de agua (sin considerar a las termoeléctricas). El 75% del suministro para este uso proviene del agua subterránea y el 25% restante de fuentes superficiales. El 35% del volumen total del agua se utiliza como materia prima o como medio de producción en distintos procesos, por lo que su calidad es un factor importante para este uso.

Las tecnologías utilizadas en la mayoría de los procesos industriales son poco eficientes en el uso del recurso y altamente contaminantes. En las condiciones actuales, el aprovechamiento del

agua superficial por la industria es muy difícil ya que, según la Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua, el 58% está clasificada como contaminada y el 21% como fuertemente contaminada (Semarnap, 1996a).

En suma, es evidente que en el país el aumento en la concentración de industrias en localidades determinadas ha tenido costos muy altos y un efecto negativo sobre el medio ambiente. Esto obliga al Estado a replantearse un mejor aprovechamiento del recurso, reubicar industrias situadas en zonas críticas o adicionarles sistemas anticontaminantes específicos para cada tipo de efluente y plantas de tratamiento de agua y llevar un mejor control de pérdidas en los sistemas de almacenamiento y distribución.

Uso urbano

El abastecimiento de agua a las ciudades ha dependido de la aportación de los acuíferos y del almacenamiento y la conducción, en ocasiones a través de grandes distancias y por medio de costosos bombeos, para satisfacer a toda costa las demandas crecientes de la población. Poco se ha hecho por reducir la demanda y el desperdicio, ya sea por negligencia o por falta de una cultura de conservación del agua (Athié, 1987).

Bajo este rubro se incluye el agua distribuida a través de las redes municipales a hogares, comercios, pequeñas industrias y a los servicios propios del municipio. En la última década la extracción total de agua para este uso fue de 8.5 km³/año (270 m³/s) con una capacidad instalada para desinfectar del 95% del agua que se suministraba a la población y un proceso de potabilización aproximadamente 2.2 km³/año (70 m³/s) (Semarnap, 1996a).

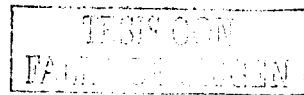
A nivel nacional y con base en la información de la CNA y Conapo, de una población urbana de 65.4 millones de habitantes, sólo el 4% carece de agua potable y el 14.5% de alcantarillado; en contraste, la población rural con 26.2 millones de habitantes, 47.5% carece de agua potable y 79.1% de servicio de alcantarillado. Más aún, el 44% de las localidades rurales con menos de 2 500 habitantes se encuentran en condiciones de pobreza y pobreza extrema y no cuentan con recursos para tener acceso a los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento (Semarnap, 1996a).

Como consecuencia de la sobreexplotación y contaminación de los recursos hídricos y de la expansión demográfica, la demanda de agua para uso urbano es cada vez más difícil de satisfacer. Entre los problemas más serios por resolver destacan los relacionados con:

- Las pérdidas por fugas de agua debidas al deterioro en la infraestructura de distribución (40% del agua suministrada) y tomas clandestinas.
- Las tarifas por los servicios son bajas e insuficientes y los costos de operación y mantenimiento altos.
- El sistema de medición y facturación es deficiente e inoperante.
- El volumen de agua cobrado es bajo respecto al volumen de agua extraído.
- Los retrasos en el pago del servicio por parte de los usuarios.

Acuicultura y pesquerías

Existe una superficie en cuerpos de agua nacionales estimada en 3.8 millones de hectáreas, de las cuales 23.7% corresponden a aguas epicontinentales. Esta amplitud territorial permite suponer una gran riqueza biológica que no siempre se traduce directamente en una riqueza pesquera, debido a problemas técnicos para la explotación, industrialización, comercialización y consumo de una gran variedad de especies, así como a la falta de continuidad en la administración pública, que trae consigo cambios en las políticas y estrategias internas. Se calcula que en aguas epicontinentales el área potencial para acuicultura es de 900 mil hectáreas y se utilizan 754 mil hectáreas con



alcances muy limitados, baja rentabilidad, incertidumbre jurídica y problemas de contaminación (Semarnap, 1996b).

La demanda de agua epicontinental para acuicultura intensiva es de 1.3 km³/año (41.2 m³/s) en una área de 2 mil hectáreas. Aunque no hay datos cuantificables, en muchos casos el manejo del agua es ineficiente y se desperdicia gran parte de la misma (Cespedes y CMIC, 1998).

Las especies tradicionalmente cultivadas y de mayor importancia económica son: bagre, charal, carpa, mojarra, lobina o trucha y langostino. En los últimos años el cultivo de peces de ornato se ha incorporado a esta actividad. Durante 1998, la producción acuícola alcanzó el 12.9% de la producción total nacional con un volumen de 159 781 toneladas. De las especies cultivadas destacan por su producción para consumo interno la mojarra con un 44% y la carpa con un 15.4% del total de la producción acuícola (Semarnap, 1999). Existen otros recursos explotables además de los peces como son los acociles, el "mosco" insecto de la familia Corixidae y Motonectidae, los "gusanos de fango" oligoquetos de la familia Tubificidae, las ranas, los ajolotes del género *Ambystoma* y los tules *Typha domingensis* y *T. latifolia* usados, estos últimos, en la manufactura de artesanías.

A continuación se describen los casos de pesquerías organizadas correspondientes al Lago de Pátzcuaro y la presa El Infiernillo cuyas producciones se encuentran entre las más importantes en el país.

Pátzcuaro, en Michoacán, es uno de los lagos más importantes de México en los aspectos social, económico y pesquero. Sus aguas explotadas desde la época precolombina, han producido valiosas especies, únicas en el país y en el mundo, como el pez blanco *Chirostoma estor*, la acumara *Algansea lacustris*, los charales *Chirostoma grandocule*, *C. patzcuaro*, *C. attenuatum*, *C. humboltianum*, el chorumo *Neophorus diazi*, la chegua *Allophorus robustus*, el tiro *Goodea luitpoldi* y el achoque *Ambystoma dumerilii*. La pesca, de acuerdo con Orbe y Acevedo (1995), ha sido una actividad cotidiana entre el pueblo purépecha, la cual es realizada con gran conocimiento adquirido a través de los años y es empleada en forma directa, en la manufactura de redes y equipo, en la comercialización del producto o como parte de su dieta alimentaria.

En el lago se encuentran especies nativas e introducidas, ambas de importancia comercial y pesquera. Entre las especies introducidas se pueden citar la carpa común, la lobina negra o trucha y las tilapias. Las pesquerías del charal y del pescado blanco, 20% y 6% de la producción pesquera total del lago respectivamente, han disminuido considerablemente en cuanto a sus tallas máximas debido a la sobrepesca y a que no se respetan las temporadas de veda. La acumara es una carpa nativa apreciada regionalmente para consumo, la cual se vende como producto fresco o asado y su hueva se conoce como "caviar tarasco"; ésta, junto con la carpa común *Cyprinus carpio*, especie ampliamente distribuida en el país, representan un 20% y 22% del total de la producción pesquera. El porcentaje de captura para la lobina o trucha *Micropterus salmoides* ha disminuido considerablemente por sobrepesca; de un promedio anual de 260 toneladas durante el periodo de 1981 a 1990, descendió a 123.2 toneladas en 1991. Le siguen en orden de importancia las pesquerías de la mojarra y la tilapia, la cual fue introducida en 1974 y adaptándose de tal manera que hoy en día forma parte importante de la producción pesquera (Orbe y Acevedo, 1995).

Las poblaciones de peces se han visto afectadas de tal manera que la producción registrada a partir de 1981 con 737 toneladas, fue en ascenso hasta 1988, cuando alcanzaron 2 523 toneladas; para descender a partir de ese año hasta 1991 con 973 toneladas. Esta disminución se debió al parecer a varias causas, entre las que se puede mencionar: el aumento paulatino de pescadores; la gran cantidad de redes con tamaños de malla hasta de 20 cm que permiten capturar peces pequeños sin haberse reproducido y a la alteración en la calidad y cantidad del agua por aumento de nutrientes, sólidos suspendidos y desechos urbanos, lo que ocasiona el envejecimiento acelerado del lago. Los pescadores están organizados en 28 Uniones, una Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera y una agrupación Unión Regional de Pescadores, que utiliza la red chinchorro. Esta situación nos refleja una pesquería artesanal, en la que se invierte mucho esfuerzo de captura con bajos rendimientos (Orbe y Acevedo, 1995).



Las presas sostienen también pesquerías importantes de especies introducidas. La más importante corresponde a la presa El Infiernillo, en el límite entre Michoacán y Guerrero, que en la actualidad es el embalse más productivo del país con casi el 20% de la producción total de las aguas interiores. Su producción principal se basa en la explotación de las poblaciones de mojarra o tilapia *Oreochromis* spp y la mojarra nativa *Cichlasoma istlanum*, las carpas plateada *Hypophthalmichthys molitrix*, herbívora *Ctenopharyngodon idella* y común *Cyprinus carpio*, así como el bagre del Balsas *Ictalurus balsanus*. La producción anual promedio (1987-1989) ha llegado a superar las 20 000 toneladas lo que ha permitido el establecimiento de fuentes de empleo para más de 3 000 familias (Juárez, 1995)

Los rendimientos acuícolas en bordos oscilan entre 120 y 150 kg/ha/año al emplear monocultivos y de 400 a 1 500 kg/ha/año con el manejo de policultivos. Estos valores son similares a los obtenidos en China en pequeños lagos y reservorios. A pesar de esto, en los pequeños embalses del país no se han optimizado los rendimientos, debido a la falta de un sistema controlado de fertilización, lo que se ve reflejado en una productividad baja y reducción de los recursos alimenticios (Hernández-Avilés *et al.*, 1995).

La Subsecretaría de Pesca, a través del Subprograma de Consolidación y Diversificación de la Acuicultura en Aguas Continentales, tiene como objetivo consolidar ciertas modalidades de cultivo de especies tradicionales como es el caso de la tilapia, carpa, trucha, bagre, langostino, peces de ornato y rana; así como incorporar nuevas especies como la *Artemia salina*, cangrejo de río, pez blanco, chara y cocodrilo (SEMARNAP, 1996b).

Recreación y turismo

Este uso se refiere a las actividades de contacto directo e indirecto con el recurso acuático como son el baño recreativo, la natación, el buceo, la pesca y la navegación deportiva; además de las actividades de esparcimiento como el descanso y la contemplación del paisaje.

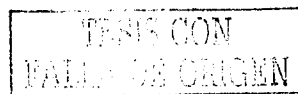
El país cuenta para este uso, de acuerdo con el Programa Hidráulico 1995-2000, con cuerpos de agua epicontinentales como lagos y presas, así como con numerosos ríos, arroyos, manantiales, cenotes y cascadas que constituyen un gran potencial de recursos para fines recreativos y turísticos, por lo que resulta conveniente anticiparse a los procesos de contaminación que puedan surgir por falta de vigilancia y control.

Una forma de protección es el concepto denominado ecoturismo o turismo de bajo impacto, el cual incluye, entre otros aspectos, la conservación del ecosistema y norma el desarrollo de actividades de recreación y turismo sin sobreexplotar los recursos naturales.

En este sentido, en julio de 1995, la Secretaría de Turismo (Sectur), la Semarnap, la CNA, el Fondo de Fomento al Turismo (Fonatur), el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CNCA), el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y el Instituto Nacional Indigenista (INI) firmaron las bases de colaboración para establecer los mecanismos para propiciar en el ámbito de sus respectivas competencias, la realización de proyectos de desarrollo sustentable principalmente en áreas naturales protegidas y núcleos de población indígena, con la participación de las comunidades locales (INEGI, 1997).

Navegación

El uso del agua con fines de navegación ha tenido poco desarrollo, sin embargo, es importante considerarlo debido a que puede afectar la calidad del agua y por ende a otros usos como la recreación, el turismo y la pesca (Semarnap, 1996a).



Los cuerpos de agua interiores como son algunos ríos y estuarios son aprovechados por embarcaciones de pequeño calado para el transporte de productos comerciales y, en menor escala, para recreación o turismo. De acuerdo con el Programa Hidráulico 1995-2000, los principales ríos navegables son algunos tramos del Bravo, el Lerma-Santiago, el Pánuco, el Tuxpan, el Balsas, el Cazonas, el Nautla, el Actopan, La Antigua, el Papaloapan, el Coatzacoalcos, el Tonalá, el Grijalva, el Usumacinta y el Hondo.

La navegación afecta la calidad del agua de los ríos por las descargas de residuos líquidos y sólidos, originados por fugas y por accidentes en la navegación y embarcaderos. En este sentido, falta vigilancia para controlar las descargas de contaminantes al agua y para evitar la navegación intensiva en zonas que requieren protección ecológica.

Uso ambiental

Al considerar al medio natural como usuario del agua se reconoce el papel que desempeñan los cuerpos de agua como sostén de los ecosistemas. El agua es un elemento indispensable para el sustento de los ecosistemas y debe estar disponible en cantidad y calidad adecuadas; sin embargo, estos dos factores se ven afectados por la intervención del hombre al reducir caudales, desviar corrientes y verter contaminantes en los cuerpos de agua (Semarnap, 1996a).

La protección del ambiente implica considerar no sólo la calidad intrínseca del agua, sino también la morfología y los intercambios de agua entre los cuerpos de aguas superficiales, los humedales y el agua subterránea. Más aún, el desarrollo sustentable debe considerar aspectos como la conservación de los cuerpos de agua epicontinentales, la calidad y productividad del suelo, áreas forestales, selvas, desiertos y zonas atractivas para la recreación y turismo.

En la actualidad no existen criterios definidos para cuantificar las demandas de agua para los distintos ambientes naturales. Existen normas para evitar la contaminación de cuerpos de agua, pero no para asegurar los volúmenes mínimos que se deben mantener en éstos. Es necesario determinar estos requerimientos para asegurar la sustentabilidad de los ecosistemas.

Servicios ambientales y valoración económica de los recursos acuáticos

El valor de los ecosistemas acuáticos y de las aguas epicontinentales como un recurso para las poblaciones humanas (alimento, agua y energía) está generalmente bien entendido. Sin embargo, el valor de las funciones y los servicios ambientales que ellos proveen frecuentemente no están reconocidos y son tan obvios que paradójicamente no se perciben con claridad; ya que sólo se aprecian cuando se pierden (p.e., el Lago de Texcoco, Lago de Chapala, Río Tula) (UNEP, 1997). La biodiversidad acuática no puede ser manejada en forma sustentable de manera aislada sin tomar en cuenta estos servicios ambientales, sus funciones y sus relaciones con los componentes de la biodiversidad. Algunos de estos servicios se mencionan a continuación:

- Abastecimiento de agua
- Continuidad de procesos evolutivos
- Control biológico de plagas
- Control de erosión y formación de suelo
- Control de inundaciones
- Depuradores de agua
- Generación de energía eléctrica
- Obtención de compuestos para productos farmacéuticos y naturistas
- Producción de alimentos
- Recarga de acuíferos
- Reciclamiento de nutrientes
- Reciclamiento de materiales de desecho
- Recreación



- Refugio y hábitat de especies residentes y migratorias
- Regulador del clima local y global
- Transporte

Un factor crucial para el mantenimiento de los servicios ambientales según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (UNEP, 1995) es la conservación de la biodiversidad. La habilidad de un sistema acuático para mantener estos servicios con una biodiversidad menguada se vuelve más problemático si se consideran períodos largos de tiempo. Un bosque monoespecífico puede proveer varios servicios ambientales por décadas, pero puede ser más vulnerable a enfermedades o eventos catastróficos que un bosque natural con su biodiversidad original. La presencia de muchas especies generalmente incrementa la posibilidad, si ocurre una reducción drástica de especies, que se recupere el ecosistema con aquellas especies más tolerantes al cambio. Entre más uniformidad genética exista, más vulnerables serán las especies y por tanto los servicios ambientales que la biodiversidad provee. La variabilidad genética de las especies les permite responder mejor a los cambios bruscos en las condiciones ambientales. Existen una serie de servicios ambientales que se pueden afectar por la pérdida de especies, poblaciones o diversidad genética. El aprovisionamiento de alimento y el mantenimiento de la variabilidad genética son los mejores ejemplos.

Más aún, la extinción de una especie conduce a menudo a la extinción de otras; por lo que los esfuerzos de conservación deben enfocarse, no sólo en las especies, sino hacia los procesos ecológicos y evolutivos que ocurren en la matriz de la comunidad y de los ecosistemas. Los servicios ambientales dependen significativamente de la diversidad de especies y sobre todo, de la diversidad poblacional, ya que a escalas local, regional y global los servicios ambientales están dados a nivel poblacional (Daily *et al.*, 1997).

La preservación de la biodiversidad, por supuesto involucra costos. Según el PNUMA, cerca del 11% de la superficie de la Tierra está cubierta por cultivos en lugar de ecosistemas más diversos (UNEP, 1995). La necesidad de proveer alimento para la humanidad se duplicará en el siguiente siglo, lo que conducirá a una conversión de uso de suelo de ecosistemas naturales a agrícolas. Es necesario mejorar el entendimiento de las relaciones entre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas para poder predecir si los riesgos de destruir la diversidad biológica son mayores que los de incrementar los costos de preservarla.

De acuerdo con Costanza *et al.* (1997), los servicios ambientales derivados de los sistemas ecológicos y de su capital natural son esenciales para el funcionamiento de los sistemas vivos del planeta. Contribuyen al bienestar de la humanidad, de manera directa e indirecta y por lo tanto representan parte del valor económico total del planeta. Debido a que estos servicios no son incluidos en el mercado comercial o adecuadamente cuantificados en términos económicos y de capital manufacturado, no se toman en cuenta o se les da poco peso en la toma de decisiones. Esta negligencia compromete hoy en día la sustentabilidad de la humanidad en la biosfera.

En general, el capital es considerado como el acervo de materiales o información que existe en un momento dado. Cada forma de capital genera, ya sea de manera autónoma o en conjunción con otro tipo de capital, un flujo de servicios que pueden usarse para transformar materiales en beneficio del ser humano. Llamamos capital natural, a las formas físicas de la naturaleza como árboles, animales, minerales, ecosistemas, atmósfera; capital manufacturado, a las máquinas, edificios, infraestructura y capital humano a los seres humanos.

Los servicios ambientales consisten de un flujo de materiales, energía e información provenientes del acervo de capital natural que combinados con servicios de capital manufacturado y humano procuran satisfactores al hombre. Así, el capital manufacturado y humano requieren de capital natural para su construcción. Resulta trivial preguntarse ¿cuál es el valor de la atmósfera para la humanidad o cuánto valen los minerales y el suelo que aportan la infraestructura para la agricultura? Podemos decir que su valor es infinito y total.

Se torna necesario preguntarse ¿cómo afectan a la sociedad los cambios en cantidad o calidad de los diferentes tipos de capital natural y de servicios ambientales? Estos cambios incluyen los pequeños cambios a gran escala y los grandes cambios a pequeña escala. Un ejemplo del primer caso es el cambio en la composición de la atmósfera, producido por pequeños cambios a nivel local como sería un incremento en la producción de CO₂, y que afectaría la viabilidad y bienestar de las poblaciones humanas a nivel global. En el segundo caso, un cambio en la composición de especies de un bosque puede alterar la estabilidad de los ecosistemas acuático y terrestre adyacentes, provocando un fuerte impacto a las actividades del hombre a nivel local y regional. En general, cualquier cambio en las formas de capital natural y servicios ambientales alterará los costos o beneficios en el mantenimiento del bienestar humano.

Valor económico de los recursos acuáticos

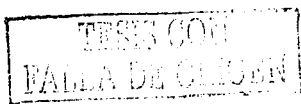
Los elementos de la naturaleza adquieren la connotación de "recurso" en un marco socioeconómico particular, en un momento determinado; es decir, el concepto "recurso natural" tiene un carácter histórico que depende de la relación sociedad-naturaleza (Ojeda y Sánchez, 1984). Lo anterior se explica si se considera que las posibilidades de utilización de algún elemento natural están supeditadas tanto a factores socioculturales como a los avances científicos y tecnológicos. En este sentido, el deterioro de la naturaleza es el resultado de un manejo inadecuado del medio ambiente en el curso del proceso de desarrollo del hombre, donde el incremento de la población ha ido modificando la relación entre ésta y los recursos disponibles, llegando en algunas ocasiones, a sobrepasar la capacidad de carga del ecosistema (Sánchez *et al.*, 1989).

La preservación y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos epicontinentales dependen de asegurar que la cantidad y calidad del agua sea suficiente y de garantizar la diversidad de especies que conforman el mismo. En este sentido, conservar la biodiversidad es importante para que un ecosistema pueda mantener sus habilidades regenerativas —estabilidad, resistencia, resiliencia— ante agentes estresantes o interferencias externas, así como su capacidad para desarrollarse —evolución, madurez— en forma natural sin ser constreñido por las actividades humanas.

Claramente, el agua juega un papel crucial en muchos aspectos de nuestras vidas. Se puede decir que el valor social del agua incluye todos los beneficios que las actividades humanas derivan de su uso, ya sea directa o indirectamente. De manera similar, el costo social del agua se define al igual que todos los costos o daños que afectan a la sociedad como resultado de un uso dado e incluye los costos directos e indirectos, ambientales, económicos y sociales de extracción, transportación y saneamiento del agua.

Los usos que se hacen del agua como recurso natural, según Burrell (1997), pueden clasificarse en dos categorías principalmente: extractivos e *in situ*. Los usos extractivos son aquellos usos donde el agua se remueve físicamente de su sitio original y se utiliza en procesos económicos como agricultura, silvicultura, acuicultura, industria, comercio, transporte y servicios; para uso doméstico: en bebidas, alimentación e higiene y para servicios de limpieza urbanos e irrigación de parques y jardines. Los usos *in situ* son aquellos en donde el agua se utiliza en su lugar de origen como lagos, corrientes, humedales, estuarios o acuíferos. Incluye usos activos del agua como transporte, reciclamiento de nutrientes y materiales de desecho, generación de energía eléctrica, pesquerías y recreación (navegación, natación y pesca deportiva). También considera los usos pasivos en donde el agua no se usa activamente por el hombre, pero sirve en funciones como mantenimiento de los ecosistemas naturales, conservación del agua *per se* para futuros usos y como apoyo a sistemas éticos y culturales, entendiéndose esto como el papel que juega el agua en el aspecto social, cultural y político. En este rubro el agua determina reglas y costumbres de uso dentro de la sociedad, así como derechos territoriales.

En muchas partes del mundo, el agua ha sido administrada tradicionalmente como un recurso ilimitado; los costos del agua se refieren exclusivamente a la recuperación del costo por



aprovisionamiento, pero el agua normalmente es considerada como un producto gratuito. En las regiones donde la demanda de agua es mayor a la disponible, esta estrategia resulta inapropiada.

A nivel global, la demanda de agua ha crecido considerablemente en las últimas décadas. Esto se debe a variedad de factores como crecimiento poblacional, mayor diversidad de usos del agua y a la expansión de la agricultura tecnificada. Como resultado, en muchas regiones la demanda de agua ha rebasado la capacidad de abasto.

En la sociedad actual, el agua juega una gran variedad de papeles; resulta evidente que la escasez de este recurso tiene consecuencias directas en las actividades económicas y pone en peligro los usos ambientales. En las zonas áridas, el agua es uno de los factores limitantes que determinan el desarrollo económico y social, donde el manejo óptimo y apropiado de ella es un requisito indispensable para asegurar el bienestar social y el desarrollo sustentable de la región.

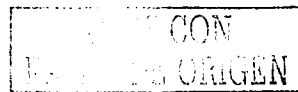
Tradicionalmente, la forma en que se resolvería la escasez del agua y el aumento del abasto disponible sería satisfaciendo las demandas sin importar los costos. Para esto se recurriría a las fuentes de agua más baratas y cercanas como la apertura de nuevos pozos, construcción de reservorios y entubamiento de ríos, lo cual condujo a la sobreexplotación y agotamiento de acuíferos y corrientes superficiales, así como a problemas de salinización y desecación. Posteriormente, se recurrió a traer el agua desde regiones lejanas o a construir grandes presas lo cual resultaba ser altamente costoso. En la actualidad, la visión ha cambiado hacia un uso eficiente y sustentable del agua a través de procedimientos técnicos como plantas desalinizadoras, reutilización del recurso, plantas de tratamiento de aguas residuales y de un manejo institucional del recurso con una dimensión común o de bien público (Burrill, 1997).

En la publicación "Eficiencia y uso sustentable del agua en México" (Cespedes y CMIC, 1998), se señala que el manejo sustentable y eficiente del agua, al igual que cualquier otro recurso, en particular de aquellos que tienen una dimensión común o de bien público, requiere de instituciones adecuadas. En general, las instituciones proveen la estructura de incentivos en una economía, fijan las reglas básicas para el uso de los recursos, y establecen bases para el control o regulación de mercados y procesos administrativos. En este sentido, todo diseño institucional para el manejo de recursos hídricos debe considerar ciertas variables de tipo biológico, físico-químico, económico y social. Es decir, tomar en cuenta las condiciones de aprovechamiento y uso de los recursos hídricos, la naturaleza ecológica de los cuerpos de agua, el tipo de usuarios, información disponible, mezcla de intereses locales y públicos, número de usuarios, variabilidad temporal y espacial del recurso, tipo e intensidad de los conflictos prevaecientes, tecnologías disponibles, experiencias anteriores de organización y costos y beneficios percibidos por los usuarios antes y después del cambio.

Una vez establecidas las reglas, es necesario que su aplicación esté garantizada a través de medidas de vigilancia, control y sanción, las cuales implican costos que por lo general, asume quien lleva a cabo estas funciones.

Establecer la propiedad sobre los bienes y servicios que pueden tener una dimensión pública resulta ser un tema complicado, ya que normalmente diferentes grupos sociales pugnan por su control y usufructo; más aún, la sociedad carece de criterios suficientemente categóricos para definir a quien o a quienes deben investirse con los derechos de propiedad correspondientes.

Estos derechos de propiedad son conjuntos de relaciones jerarquizadas entre individuos con respecto a bienes y recursos más que una relación entre un individuo y un recurso: la propiedad es esencialmente una relación social. Cuando los derechos de propiedad están bien determinados, los individuos tienen claro qué acciones pueden llevar a cabo y bajo qué condiciones, algo fundamental para sustentar un sistema de intercambio eficiente. Cuando los derechos de propiedad sobre los recursos son inciertos no existen incentivos para invertir en su conservación. Se requiere certidumbre sobre la cantidad y calidad del recurso en un tiempo dado y la certeza de protección contra los actos ilegales de otros usuarios.



Por otra parte, la destrucción del hábitat es el costo de nuestra civilización y un resultado inevitable de la globalización. Aunque de sus resultados no todos hayamos sido beneficiados, estamos afectados, por igual, en nuestras expectativas de sobrevivencia como especie. Independientemente del precio relativo que se les otorgue a los recursos naturales, que son la base de la producción de todos nuestros satisfactores, éstos no alcanzan para garantizar su reposición al ritmo que demanda la producción (Noriega, 1998).

Las amenazas ambientales a nivel global no podrán ser atacadas de manera eficaz sin profundos cambios al sistema de las relaciones internacionales. Es necesaria, pues, una nueva geopolítica que busque la cooperación entre las naciones como medio de interacción internacional y como forma de reducir las amenazas a su futuro común en materia de impacto ambiental y salud (Carmona, 1998).

Nos encontramos en una etapa del desarrollo de la humanidad, según Noriega (1998), en el que los conocimientos sobre el estado y la evolución del hábitat son más profundos y con mayor difusión que nunca antes. Existe conciencia del problema; sin embargo, las sociedades en las que la urgencia de las necesidades inmediatas gobierna las decisiones, son las que reciben el precio más bajo por la venta de sus recursos naturales y son, a la vez, las que contribuyen al mundo con las mayores tasas de deforestación, de especies en extinción y de industrias contaminantes. No son las personas con bajos recursos económicos los que más contribuyen a la destrucción del planeta, sino la destrucción del hábitat la que genera más pobreza.

Para este último autor, los mecanismos de denuncia de la destrucción del hábitat coinciden con ser instituciones públicas y académicas de bajo compromiso con las instancias de poder y organizaciones no gubernamentales. No es la iniciativa privada (fundamento de los sistemas de libre mercado), ni los organismos internacionales, los más preocupados por este asunto. Se trata de un problema cuyas soluciones no son posibles a partir del mercado libre, puesto que es precisamente el mercado libre, el mecanismo esencial conducente a la destrucción del hábitat. El costo del hábitat es mucho más elevado cuanto más pobreza haya en el planeta. No será posible resolver los problemas de daños al hábitat, si no se plantea como un fenómeno estrechamente relacionado con la pobreza de más de la mitad del mundo y con la debilidad institucional de las economías subdesarrolladas. El hábitat se cotiza en función de los niveles medios de ingreso de las sociedades, de sus niveles de educación, del grado de conocimiento y de conciencia de las instituciones sobre el problema de su destrucción.

La pérdida de biodiversidad ha tenido como causa fundamental la imposición de patrones productivos provenientes de los países industrializados, la presión de la demanda del mercado mundial y los patrones de sobre consumo de los países ricos, más que el crecimiento demográfico o la contaminación que generan los países pobres (Carmona, 1998). Mucha de la biodiversidad que se necesita conservar se encuentra en los países subdesarrollados donde la conservación no es precisamente una prioridad. Por este motivo, corresponde a los países desarrollados aportar los recursos necesarios para la conservación de esta biodiversidad y acatar de manera conjunta el cumplimiento de las políticas establecidas.

De acuerdo con Pearce y Morán (1994), uno de los principales motivos del deterioro de la biodiversidad se debe a la disparidad entre los costos social y privado y los beneficios del uso y conservación de ésta. Los costos y beneficios particulares se refieren a las pérdidas y ganancias del usuario inmediato del ambiente: el agricultor, el industrial, el pescador y el consumidor. Los costos y beneficios sociales se refieren a las pérdidas y ganancias que afectan directamente a la sociedad. Así, los intereses sociales y privados a menudo no coinciden y lo que puede ser beneficioso para un individuo supone costos para el resto de la sociedad –las llamadas “externalidades”. Por otro lado, se considera que lo que es bueno para la sociedad es también beneficioso para el individuo sin embargo, este valor ambiental es muy difícil de cuantificar o evaluar.

Como resultado de lo anterior, la conversión del uso del suelo es el principal factor que provoca pérdida de biodiversidad. Esta conversión de hábitats naturales a campos agrícolas y



ganaderos, o en granjas camaronícolas en el caso de manglares y humedales, se lleva al cabo ante el dilema de conservar o desarrollar. Los intereses que motivan al propietario a tomar una decisión están en función de la ganancia en costos y beneficios entre las dos opciones. Desde un punto de vista individual, a corto plazo, el mayor valor económico se obtiene con la explotación del recurso; por el contrario, desde un punto de vista social, a corto y largo plazo, el mayor valor económico se alcanza con la conservación o manejo del recurso. En este sentido, las acciones del gobierno, generalmente en forma de subsidios e incentivos, apoyan la visión individual y por lo tanto aumentan las expectativas de ganancia ante la opción de desarrollar.

Se requiere, entonces, una solución donde se vean reflejados los beneficios mutuos, tanto para el individuo como para la sociedad, donde el uso sustentable permita ganancias económicas pero no a costa del ambiente, sino a favor de la conservación de los recursos y del ecosistema.

Los recursos biológicos son aquellos componentes de la biodiversidad, definida en términos de genes, especies y ecosistemas, que son de utilidad actual y potencial para el hombre. Cuando se habla de valoración de la biodiversidad, se hace sobre la base del valor económico total de uno o varios componentes de la diversidad biológica con la finalidad de integrarlos a las estrategias de diversificación productiva y conservación.

Según Pearce y Morán (1994), el valor económico total de un componente de la biodiversidad está dado por su valor de uso y su valor intrínseco o de no-uso. Además de los costos de oportunidad presentes e intertemporales relacionados con los usos directos, el valor económico total de la biodiversidad incluye necesariamente los valores de uso indirecto, vinculados a la corriente de bienes y servicios ambientales, el valor de opción y el valor intrínseco de la misma. Por lo tanto, siendo básicamente la suma de los valores de uso directo, indirecto, de opción e intrínseco, es necesario advertir que algunos usos particulares pueden ser no aditivos o excluyentes.

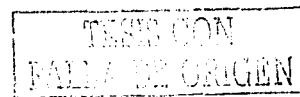
El valor económico total está dado por el uso actual que se le da a un recurso y se divide en directo e indirecto, por su utilización a futuro y por sus valores de existencia (WCPA, 1998):

Valor de uso directo: Se aplica cuando el valor de los recursos biológicos se deriva de un uso directo, el cual puede ser o no consuntivo y que reditúa en distintos bienes para el ser humano. Algunas de las actividades típicas del uso directo son la pesca comercial y deportiva, el comercio de diferentes especies acuáticas de flora y fauna, la explotación de tallos y bejucos para cestería, producción de alimentos, insumos industriales diversos como tintes, medicamentos y productos farmacéuticos, entre muchos otros.

La amplia diversidad social y cultural de México hace que existan una multiplicidad de posibles usos adicionales de carácter directo y consuntivo (ceremonial o ritual, artesanal, ornamental, medicinal, simbólico y educativo). Las actividades que demandan estos recursos son principalmente de autoconsumo o bien de importantes mercados locales, fragmentados y marginales a escala nacional.

Por otra parte, el valor de uso directo no consuntivo considera la posibilidad de obtener un beneficio sin suprimir o deteriorar alguno de sus elementos, lo cual ecológicamente es muy provechoso y, económicamente, puede ser muy rentable. Por ejemplo, el paisaje ofrece el placer de presenciar a las especies de flora y fauna desplegarse en su propio hábitat. En este sentido, pueden realizarse observaciones directas de algunas especies (aves, peces, plantas de ecosistemas tropicales, templados o semiáridos y cascadas, entre otros) o a través de relatos, fotografías o cintas cinematográficas y de video, en cualquier caso se trata de usos no consuntivos estrechamente ligados a actividades tales como excursionismo, buceo y ecoturismo.

Valor de uso indirecto: Está dado por los bienes derivados de las funciones ecológicas que ofrece la biodiversidad, los cuales se denominan "servicios ambientales" y se definen como las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas, incluidas las especies y los genes, que reditúan al hombre un beneficio. Estos servicios mantienen la biodiversidad y la producción de



bienes tales como alimento, agua, energía eléctrica, control de inundaciones, depuradores de agua y recarga de acuíferos, entre otros.

El libre acceso a estos bienes y servicios ambientales explica, en parte, su vulnerabilidad y la necesidad de identificar cuáles son los procesos económicos y sociales que los ponen en riesgo. Ligadas con estas funciones ambientales, algunas especies pueden convertirse en indicadores ecológicos cruciales, a partir de los cuales, pueden identificarse tendencias favorables de utilización presente de la biodiversidad, así como nuevas oportunidades para su aprovechamiento económico.

Valor de opción: Deriva de la opción de utilización a futuro. Este uso futuro puede ser directo o indirecto. Asimismo, el valor de opción representa la buena voluntad individual de pagar para salvaguardar una parte de la biodiversidad para que, a futuro, exista la opción de utilizarla. En este sentido, la conservación y el uso sustentable son actitudes éticamente más consecuentes y ecológicamente benéficas, las cuales pueden representar opciones económicas de largo plazo más atractivas que las que aparecen con mayores tasas de beneficio en el corto plazo. La pérdida de la biodiversidad equivale a la pérdida irreparable de todos los valores directos o indirectos, consuntivos o no consuntivos. Es decir, significa carecer de alternativas u opciones de uso de la biodiversidad en el futuro debido a su destrucción presente. El ejemplo característico del valor de opción es el uso potencial de la información contenida en los acervos y bancos genéticos.

Valor intrínseco: El valor intrínseco de la biodiversidad está dado por los valores de existencia o valor pasivo de uso y el de legado, el cual está relacionado con el beneficio que representa el conocimiento que existe sobre un aspecto determinado de la biodiversidad, a partir del cual pueden obtenerse otros satisfactores.

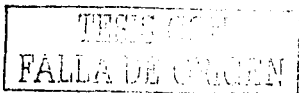
La valoración económica de la biodiversidad se vuelve una tarea, si bien de mediano plazo debido a la complejidad que entraña, muy urgente debido a las exigencias derivadas de la inclusión de criterios ecológicos en la definición de nuevas propuestas de aprovechamiento de los recursos naturales.

En particular, México es el país latinoamericano con mayor diversidad de ecosistemas, en los cuales se encuentran representadas alrededor del 10% de las especies conocidas del orbe. Asimismo, nuestro país es uno de los centros de origen del germoplasma alimentario. El uso y aprovechamiento de estos recursos biológicos es sin duda una de las mayores riquezas que posee nuestro país, para promover su desarrollo socioeconómico. Asimismo, esta diversidad representa una gran responsabilidad para nuestra generación, dada la acelerada e irreversible pérdida de hábitats y especies.

Problemática y consolidación de mercados

Para dimensionar con objetividad las oportunidades presentes y futuras del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del país, además de considerar sus atributos, funciones y valores, conviene tomar en cuenta algunos de sus principales problemas, los cuales tienen que ver con fallas institucionales y de mercado.

El Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (Cespedes) (<http://www.cespedes.org.mx>), señala que, en México, los mercados relativamente consolidados funcionan frecuentemente sin tomar en cuenta los costos ambientales de las diferentes actividades y formas de utilización de sus recursos, dando como resultado asignaciones ineficientes de los factores productivos y donde prácticamente no existen reglas en favor de la conservación ni de la utilización racional de los recursos. También existen mercados exclusivamente locales, estacionales y precarios, donde se comercia con especies de manera furtiva e ilegal que, lejos de fomentar un aprovechamiento sustentable de los recursos, presionan reiteradamente hacia su agotamiento o deterioro.



Entre las actividades actuales relacionadas con ecosistemas acuáticos, que cuentan con mercados establecidos se pueden señalar las siguientes (Pérez-Gil *et al.*, 1995):

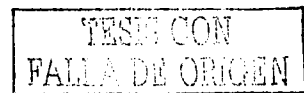
- Actividades artesanales diversas
- Actividades industriales diversas
- Cacería deportiva y de subsistencia de aves acuáticas
- Colecta científica
- Combate de flora nociva de malezas acuáticas
- Comercialización de especies de ornato como mascotas
- Comercio exterior de especies de ornato
- Crianza o propagación con fines comerciales
- Ecoturismo
- Pesca comercial, deportiva y de subsistencia
- Prospección farmacocómica aplicada
- Servicios ecológicos
- Zoológicos y acuarios

En este sentido, la Semarnap a través de la Dirección General de Vida Silvestre al interior del INE, ha implementado el Programa de Conservación de la Vida Silvestre y Diversificación Productiva en el Sector Rural. El principio rector de este Programa estriba en asumir que la mejor forma de conservar un recurso consiste en hacerlo objeto de una utilización sustentable y, en consecuencia, de una valoración económica y de una apropiación real por parte de sus dueños y custodios (Semarnap, 1998).

Entre las acciones más importantes para llevar a cabo este Programa están el establecimiento de incentivos para los sectores público y privado a favor de la conservación de la flora y fauna silvestres a través de su aprovechamiento sustentable; generar fuentes de ingreso y empleo en las áreas rurales del país de manera entrelazada con la protección y conservación de los ecosistemas; promover y facilitar la conservación de grandes extensiones de hábitat para la vida silvestre; disminuir las probabilidades de extinción y fomentar la recuperación de especies carismáticas de alto significado ecológico, simbólico y económico; garantizar las acciones administrativas para la protección de especies listadas en la NOM-ECOL-059/94 y contribuir a la continuidad de los patrones y procesos naturales en todos los ecosistemas a través de esquemas de aprovechamiento sustentable, basados en información técnica y científica.

El interés centrado en las actividades cinegéticas, y específicamente aquéllas que se realizan mediante la contratación de los servicios en las Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA) proviene de su importancia económica y de su conexión con otras actividades productivas y de servicios formalmente constituidos como diversos artículos para cacería y campamento, armas y municiones, ejemplares vivos y trofeos de caza, servicios de taxidermia, transporte, hospedaje, alimentación y servicios de guías de cazadores. Estas actividades generan ingresos permanentes e impulsan procesos de diversificación productiva con el beneficio adicional de la conservación de poblaciones constantes o crecientes de especies de fauna silvestre en varias zonas y comunidades rurales del país. Entre las especies acuáticas que más destacan en este rubro están el pato golondrino, pato boludo, cerceta de alas azules, cerceta de alas verdes, cerceta canela, pato bocón, pato pinto, ganso frente blanca, ganso canadiense, ganso nevado y branta negra.

Un ejemplo de especies que han sido explotadas a gran escala y regionalmente pero que debido a la sobreexplotación y pérdida de hábitat se encuentran en peligro de extinción o amenazadas y que, por consiguiente, han perdido mercado son tres especies de cocodrilo, trece especies de ranas y salamandras, algunas especies de tortugas de agua dulce y de desierto, ajolotes (*Ambystomatidae*) y serpientes semiacuáticas del género *Thamnophis*. La principal razón para explotar estas especies en México es obtener su piel para satisfacer la creciente demanda del mercado de pieles, para consumo como alimento, como mascotas o en la elaboración de artesanías (Flores-Villela y León-Paniagua, 1998).



La creación de nuevos mercados que vinculen a las industrias demandantes de insumos y productos de vida silvestre y la consolidación de los ya existentes, tienen como contexto la dinámica de los mercados globales. Las unidades de producción y comercialización reguladas, como los criaderos intensivos, juegan un papel crucial en el aprovechamiento de fauna nativa y exótica, atendiendo tanto a la demanda de las actividades industriales, artesanales y de bioprospección, el aprovechamiento de especies de ornato para mascotas, acuarios y zoológicos, así como al fomento de la investigación científica, el repoblamiento de especies y al combate de tráfico ilegal.

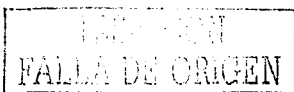
El ecoturismo en México es una alternativa de diversificación productiva relativamente nueva y con un enorme potencial, derivada de: la diversa oferta de recursos y productos de vida silvestre, de la existencia de variados ecosistemas complejos y diversidad de paisajes, del alto grado de endemismos y de especies características y significativas de flora y fauna, de un número considerable y creciente de áreas naturales protegidas y unidades de conservación y producción privadas y del sector social susceptibles de aprovecharse, de su riqueza histórica, arqueológica y cultural, de su infraestructura y experiencia turística y de su ubicación geográfica (<http://www.cespedes.org.mx>).

El ecoturismo puede definirse como un buen instrumento de manejo de los ecosistemas, los recursos naturales y las funciones ambientales, el cual consiste fundamentalmente en el uso no consuntivo de los atributos escénicos y paisajísticos de la naturaleza. En nuestro país, el ecoturismo y el excursionismo en aguas epicontinentales puede incluir actividades tales como, la observación directa de aves acuáticas y peces; la práctica de deportes acuáticos como buceo, natación, descenso de rápidos en ríos, veleo, esquí y pesca deportiva.

Existe muy poca información sobre el valor económico de las pesquerías continentales, y la que hay se refiere a los grandes cuerpos de agua como los lagos de Pátzcuaro, Cuitzeo, Chapala, Catemaco y las presas Infiernillo, el Caracol, Cerro de Oro, Temascal, La Angostura, Falcón, Malpaso, Marte R. Gómez y la Boca. La biodiversidad de estos embalses se ha visto afectada por la introducción de especies exóticas, principalmente tilapias y carpas, que compiten por espacio y alimento con las nativas y que fueron introducidas como una actividad productiva complementaria y como fuente de proteína animal.

La pesca en la presa Infiernillo ha experimentado los efectos de una actividad económica creciente. En su inicio, ofreció una alternativa laboral a los moradores de la ribera y, posteriormente, se ha convertido en fuente de ingresos que les ha permitido una capitalización gradual a algunos de los productores, así como una inversión atractiva para los intermediarios, quienes financian a los pescadores para la obtención de equipo, a condición de recibir el total de la captura. Esto ha conducido a crecimientos desmesurados en el número de pescadores, redes y embarcaciones que operan en el embalse, propiciando que éste muestre ya evidencias de sobrepesca. Por lo que se refiere al autoconsumo, la estadística oficial no la considera, pero se estima importante para los pobladores de las comunidades ribereñas (Juárez, 1995).

Otro de los ecosistemas transformados para la obtención de alimento en las zonas rurales son los bordos. Dentro del uso múltiple que se puede dar a estos ecosistemas artificiales, se encuentra su empleo como abrevadero para el ganado, la utilización del agua para riego y acuicultura. Esta última favorece el reciclaje de materiales y genera fuentes de alimento alternativas a bajo costo, ya que no requiere más trabajo que introducir y cosechar los organismos. Además, reduce el impacto al ambiente puesto que dicho cultivo adquiere el carácter de un proceso productivo que reduce la eutroficación y mejora la textura y fertilidad del suelo al emplear agua rica en materia orgánica disuelta y particulada. Por este motivo resulta importante su integración con las diferentes unidades de producción agrícola y pecuaria y no sólo como una actividad aislada con fines únicos de autoconsumo. La Subsecretaría de Pesca ha dirigido sus esfuerzos a la repoblación de estos microembalses con ciprínidos o cíclidos principalmente, desafortunadamente no se han logrado obtener altos rendimientos por año (Hernández-Avilés *et al.*, 1995).



Marco jurídico

En México, en términos de la ley, tanto la autoridad como la sociedad cuentan con un amplio conjunto de instrumentos de política ambiental para afrontar los problemas y cumplir con los objetivos ambientales. En este sentido, la política hidráulica del país está orientada a garantizar la disponibilidad de agua para satisfacer las necesidades de una población con una alta tasa de crecimiento demográfico e impulsar el desarrollo de las actividades económicas de manera compatible con las capacidades ambientales de cada región.

La propiedad de las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, de acuerdo con el artículo 27 constitucional, corresponde originalmente a la Nación y por lo tanto son bienes del dominio público con carácter inalienable, imprescriptible e inembargable, en los términos de la Ley General de Bienes Nacionales. La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales sólo podrá realizarse por los particulares mediante concesiones que otorgue el Ejecutivo Federal de acuerdo con las reglas y condiciones que establece el artículo 28 Constitucional (SEMARNAP, 1996a). En 1972 se publica la Ley Federal de Aguas la cual unifica una gran diversidad de leyes y reglamentos en materia de agua y al mismo tiempo revela serios problemas relacionados con las prioridades de distribución, derechos de propiedad, transferencia de derechos, títulos de concesión; además de no tomar en cuenta consideraciones de tipo ambiental, de equidad y sustentabilidad.

Ley de Aguas Nacionales

En 1992 se promulga la Ley de Aguas Nacionales que incorpora cambios sustanciales en comparación con la legislación de 1972. Entre los principales cambios están la participación de la inversión privada en la construcción y operación de la infraestructura hidráulica; el establecimiento de obligaciones para los usuarios con respecto al pago de derechos por uso de agua y descarga de aguas residuales; la redistribución de facultades en lo relacionado con la calidad del agua y la incorporación de elementos innovadores como la creación del Registro Público de Derechos de Agua, donde se registran los títulos y permisos de concesión y asignación así como las operaciones de transferencia y expedición de certificados. Por otro lado, el otorgamiento de permisos y concesiones por parte de la autoridad gubernamental así como las facultades y responsabilidades de los gobiernos estatales parecen no estar muy claras. También debe señalarse que a la fecha no existen criterios definidos para cuantificar las demandas y requisitos de agua o por lo menos garantizar un flujo mínimo de agua para conservar la estabilidad e integridad de los ecosistemas. Es preciso establecer volúmenes y calidad del agua necesarios para los cuerpos de agua y garantizar así la sustentabilidad durante la extracción y aprovechamiento del líquido (Céspedes y CMIC, 1998).

Ley Federal de Derechos

La Ley Federal de Derechos reconoce el valor económico del agua y el costo ambiental de la contaminación por lo que establece que los usuarios deban pagar una contribución por el derecho de uso de aguas nacionales y sus bienes inherentes y por descarga de aguas residuales a cuerpos receptores considerando determinadas condiciones de calidad. Estos derechos se actualizan anualmente.

Actualmente la institución encargada de la administración y custodia de los recursos hídricos es la Comisión Nacional del Agua. La CNA es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (Semarnap) cuyas funciones son las de definir las políticas hidráulicas del país y verificar la ejecución del Programa Nacional Hidráulico; definir y poner en práctica mecanismos financieros para apoyar el desarrollo hidráulico y el suministro de servicios de agua; planear, diseñar y construir las obras hidráulicas efectuadas por el gobierno

federal; asignar agua a los usuarios, otorgar permisos y licencias correspondientes y vigilar el cumplimiento de los derechos y obligaciones de los usuarios (Cespedes y CMIC, 1998).

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA) establece una serie de criterios para prevenir el control de la contaminación del agua los cuales se refieren a la importancia ambiental, a la responsabilidad del estado en la materia, y a la necesidad de tratar las descargas de aguas residuales. Estos criterios deberán ser considerados en la expedición de normas oficiales; en los convenios de entrega de agua en bloque a los usuarios y en la instalación de los sistemas de tratamiento de aguas; en el establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva; en las concesiones, asignaciones, permisos y autorizaciones que deben obtener los usuarios para infiltrar aguas residuales en terrenos o para descargarlas en cuerpos receptores distintos de los alcantarillados. También, en las obras hidrológicas en cuencas y cauces de aguas superficiales y subterráneas y en la clasificación de cuerpos receptores de descarga de aguas residuales de acuerdo a su capacidad de asimilación o dilución y la carga contaminante que éstos pueden recibir.

De acuerdo con la LGEEPA corresponde a Semarnap expedir las Normas Oficiales Mexicanas que se requieran para prevenir y controlar la contaminación de las aguas nacionales. Esta tarea está encomendada a los gobiernos de los Estados y Municipios, así como al del Distrito Federal los cuales se encargarán del control y registro de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado, la vigilancia de las normas oficiales y las sanciones a que haya lugar. Asimismo, queda bajo regulación federal o local las descargas de origen industrial, municipal, las derivadas de actividades agropecuarias, las de desechos o residuos generados de actividades de extracción de recursos no renovables, las derivadas de infiltraciones que afecten los acuíferos y los vertimientos de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales.

En lo relacionado con la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, la LGEEPA establece ciertos criterios de protección, sustentabilidad y conservación. De acuerdo con esta ley, los criterios deberán ser considerados en la formulación e integración del Programa Nacional Hidráulico; en el otorgamiento, suspensión o revocación de concesiones, permisos y autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten el ciclo hidrológico; en el establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva; en la operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado; en las políticas de reuso de aguas; en las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas, en peligro o sujetas a protección especial y en actividades de acuicultura y pesca. Corresponde a la Semarnap en coordinación con la Secretaría de Salud expedir las normas oficiales para el establecimiento y manejo de zonas de protección de cuerpos acuáticos, fuentes de abastecimiento y reservas de agua para consumo humano. Cabe mencionar que la Semarnap es la responsable de controlar los procesos de eutroficación, salinización y contaminación de las aguas nacionales así como de preservar y restaurar los ecosistemas acuáticos junto con los sectores productivos y las comunidades. Finalmente, la Semarnap solicitará a los interesados la realización de estudios de impacto ambiental previo al otorgamiento de concesiones, permisos y autorizaciones para la realización de actividades pesqueras en el caso de poder existir alguna amenaza para las especies o los ecosistemas.

Normas Oficiales Mexicanas

La expedición de normas es uno de los pilares de la política ecológica y se constituye como un esfuerzo regulatorio para adecuar las actividades económicas a los objetivos sociales de calidad ambiental. En este sentido, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son un instrumento muy poderoso, no sólo por su capacidad de controlar los procesos productivos, sino particularmente,



por su capacidad de inducir cambios de conducta e internalizar costos ambientales, lo que las convierte en un mecanismo que promueve cambios tecnológicos y genera un mercado ambiental importante (Quadri, 1998).

En un esfuerzo de simplificación normativa, la CNA junto con el INE reformularon 44 NOM de calidad de las descargas de aguas residuales por únicamente tres NOM, las cuales establecen la calidad de las descargas por tipo y uso del cuerpo receptor, a diferencia de las 44 NOM que fijaban requisitos de calidad por tamaño de las poblaciones y por giro industrial. Además, se tienen contempladas la elaboración de NOM derivadas de la Ley de Aguas Nacionales relacionadas con la construcción, rehabilitación, mantenimiento y cierre de pozos; con la protección de acuíferos, con la seguridad de presas, con el uso y control de cauces federales y con el uso eficiente del agua, recarga de acuíferos y recubrimientos anticorrosivos no tóxicos (Semarnap, 1996a).

En cuanto al control de contaminación de los recursos naturales, existen cuatro NOM, cuya regulación tiene que ver con la mitigación de efectos adversos en la flora y fauna silvestres, suelos y cuerpos de agua en el aprovechamiento forestal y en la biodiversidad por cambios de usos de suelo, así como con la protección de especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial (INE, 1999b).

Para preservar, conservar y restaurar los manglares, la Semarnap expidió la NOM-EM-001-RECNAT-1999, en la cual y de conformidad con lo establecido por la Ley Forestal sólo se autoriza el cambio de utilización de las áreas de manglar con base en la opinión previa del Consejo Regional y en estudios técnicos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provoca la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación. De acuerdo también con la LGEEPA, la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Semarnap establece las acciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrios ecológicos o rebasar los límites y condiciones establecidas a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

En relación con el abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, la Secretaría de Salud emitió la NOM-127-SSA1-1994. En ésta, se establecen los límites permisibles de calidad en cuanto a las características bacteriológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, así como los tratamientos de potabilización que se aplican al agua con el fin de hacerla apta a los consumidores.

Con base en lo anterior, la CNA ha instrumentado acciones colaterales para fortalecer el proceso normativo en temas como difusión, aplicación, inspección y cumplimiento de las normas; actualización y elaboración de NOM; guías, lineamientos, especificaciones y manuales asociados con las NOM que se expiden y creación de infraestructura para certificación de productos sujetos a las NOM.

Conocimiento actual

El manejo efectivo y la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas acuáticos sólo puede alcanzarse si las decisiones se basan en información científica. Las causas principales de pérdida de biodiversidad y de ecosistemas acuáticos se deben a la degradación ambiental y al mal manejo de los recursos naturales. Para evitarlo o minimizar riesgos, se torna necesario el documentar, evaluar y monitorear la biodiversidad acuática a través de inventarios biológicos y del conocimiento de las poblaciones y de los ecosistemas.

En la actualidad, el desarrollo de la limnología está encaminada al entendimiento de los ecosistemas epicontinentales y sus recursos así como al desarrollo de alternativas de manejo y mitigación en situaciones o escenarios de contingencia ambiental. Sin embargo, dada la situación crítica del país en cuanto a los recursos hidrológicos, se torna urgente que las prioridades de la

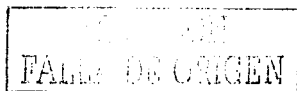
investigación limnológica sean el inventario y monitoreo de los ecosistemas, comunidades, especies, poblaciones y genes; la restauración y rehabilitación ecológica de los sistemas acuáticos y la preservación de su biodiversidad; la revalorización de los bienes y servicios que estos ecosistemas brindan a la sociedad, el manejo predictivo de los ecosistemas y de sus efectos al modificar los patrones de flujo hidrológico y por último, la resolución de problemas futuros. Para ello, se requiere de una mayor infraestructura científica y de programas de monitoreo a largo plazo, de programas de cooperación interdisciplinaria y de colaboración entre las instituciones académicas y los sectores gubernamental, privado y social, y finalmente, contar con un mayor presupuesto (Alcocer, 1998).

El conocimiento de los sistemas acuáticos se ha centrado básicamente en el aspecto descriptivo de los factores ambientales y en listas de especies de los grupos biológicos principales. En el marco de la fauna, los grupos más estudiados son los peces, las plantas acuáticas, las aves acuáticas y en menor grado los anfibios, crustáceos y moluscos. Quedan sin embargo un gran número de taxones por estudiar, particularmente los grupos de invertebrados y algas. Se desconoce, también, la dinámica poblacional de las especies, sus interacciones y el papel que juegan en el ecosistema.

Además de las dependencias gubernamentales como la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Nacional de Ecología, el Instituto Nacional de la Pesca, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, la Secretaría de Marina, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y los gobiernos de los Estados, existen una gran cantidad de instituciones y grupos de trabajo que realizan investigación sobre la biodiversidad acuática y las aguas superficiales y subterráneas en nuestro país. A continuación se enlistan algunas de las instituciones y sus regiones de trabajo.

Entre las instituciones que trabajan en la región del Noroeste destacan:

- > Bioconservación, A.C.
- > Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE)
- > Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD)
- > Centro Ecológico de Sonora
- > Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR)
- > Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C. (CEDO)
- > Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del IPN (CICIMAR)
- > Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - La Paz, Guaymas y Mazatlán (CRIP)
- > Centro Regional Universitario del Noroeste de la UACH (CRUNO)
- > Conservación Internacional México, A.C. (CIMEX)
- > Instituto de Biología de la UNAM (IB-UNAM)
- > Instituto de Ciencias del Mar y Limnología – DF y Mazatlán de la UNAM (ICMyL-UNAM)
- > Instituto de Ecología de la UNAM (IE-UNAM)
- > Instituto del Medio Ambiente y el Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (IMADES)
- > Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey – Guaymas (ITESM)
- > Pronatura, A.C.
- > Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
- > Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS)
- > Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)
- > Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
- > Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS)
- > Universidad de Occidente
- > Universidad de Sonora (UNISON)
- > Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)
- > Wetlands International (WI)
- > Universidad de California en las regiones prioritarias de San Pedro Mártir, Sierra del Novillo – La Paz y Delta del Río Colorado
- > Universidad de Arizona en las regiones prioritarias de subcuencas de los ríos San Pedro y Santa Cruz, cuenca alta del Río San Lorenzo – Minas de Piaxtla y Río Baluarte – Marismas Nacionales



- Prescott College en la región prioritaria de Isla Tiburón – Río Bacoachi.

En la región Pacífico Tropical, las instituciones que llevan al cabo estudios son:

- Bioconservación, A.C.
- Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE)
- Centro Interdisciplinario de Desarrollo Integral Regional del IPN (CIIDIR)
- Centro Regional de Investigaciones Pesqueras – Manzanillo, Pátzcuaro, Salina Cruz (CRIP)
- Comisión del Balsas
- Facultad de Ciencias de la UNAM (FC-UNAM)
- Fundación Cuixmala
- Instituto de Biología y la Estación Biológica de Chamela de la UNAM (IB-UNAM)
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología – DF y Mazatlán de la UNAM (ICMyL-UNAM)
- Instituto de Ecología de la UNAM (IE-UNAM)
- Instituto de Ecología Aplicada de Guerrero, A.C.
- Instituto de Historia Natural (IHN)
- Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad (IMECBIO)
- Instituto Nacional Indigenista (INI)
- Instituto Tecnológico de Chilpancingo
- Instituto Tecnológico de Oaxaca
- Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO)
- Universidad Autónoma de Chiapas (UACH)
- Universidad Autónoma de Guerrero (UAG)
- Universidad Autónoma de Nayarit (UAN)
- Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)
- Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)
- Universidad de Guadalajara (UG)
- Universidad del Mar (UMAR)
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)
- Universidad de California – Riverside en la región prioritaria Cajón de Peñas – Chamela.

Para la región del Altiplano Norte, las instituciones que hacen investigación son:

- Bioconservación, A.C.
- Centro de Estudios de Zonas Áridas
- Colegio de la Frontera Norte (COLEF)
- Colegio de Postgraduados – San Luis Potosí (CP)
- Ducks Unlimited de México, A.C. (DUMAC)
- Instituto de Ecología, A. C. (IE)
- Instituto de Ecología y Alimentos de la UAT (IEA)
- Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas de la UASLP (IIZD)
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)
- Protección de la Fauna Mexicana, A.C. (PROFAUNA)
- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAN)
- Universidad Autónoma de Cd. Juárez (UACJ)
- Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)
- Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
- Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)
- Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la UACH en Durango (URUZA)
- Universidad de Texas en Austin en la región de Cuatro Ciénegas.

En la región correspondiente al Centro del país, el número de instituciones trabajando en la región es muy grande por lo que sólo se enlistarán algunas de ellas:

- Agrupación Sierra Madre, S.C. (ASM)
- Bioconservación, A.C.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALA
DE ESTE INSTITUTO

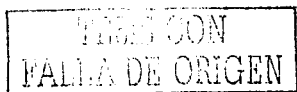
- Centro de Estudios Faunísticos y Ecológicos del Sud-Occidente de México, A.C. (CEFESOMAC)
- Centro de Estudios Sociales y Ecológicos, A.C. (CESE)
- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional del IPN (CIIDIR)
- Centro Regional de Investigación Pesquera – Pátzcuaro (CRIP)
- Colegio de Jalisco
- Colegio de Michoacán
- Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (ENCB)
- Facultad de Estudios Superiores – Iztacala de la UNAM (FESI)
- Facultad de Ciencias de la UNAM (FC-UNAM)
- Facultad de Estudios Superiores – Zaragoza de la UNAM (FESZ)
- Instituto de Biología de la UNAM (IB-UNAM)
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología – DF de la UNAM (ICMyL-UNAM)
- Instituto de Ecología – Morelia y DF de la UNAM (IE-UNAM)
- Instituto de Geofísica de la UNAM (IG-UNAM)
- Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM)
- Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad de la UdeG (IMECBIO)
- Fundación Mexicana para la Educación Ambiental, A.C. (FUNDEA)
- Sociedad Audubon de México, A.C.
- Tecnológicos Pesqueros
- Unidos para la Conservación, A.C. (UPC)
- Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA)
- Universidad Autónoma de Nayarit (UAN)
- Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
- Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ)
- Universidad de Guadalajara (UdeG)
- Universidad del Bajío
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM)
- Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa y Xochimilco (UAMI, UAMX)
- Universidad Iberoamericana de León, Gto.
- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH)
- Universidad Tecnológica de León, Gto

La región del Golfo de México está estudiada por las siguientes instituciones:

- Bioconservación, A.C.
- Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Rural Oaxaca (CIIDIR)
- Escuela Nacional de Estudios Profesionales – Iztacala de la UNAM (ENEPI)
- Facultad de Ciencias de la UNAM (FC)
- Instituto de Biología de la UNAM (IB)
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología – DF de la UNAM (ICMyL)
- Instituto de Ecología, A. C. (IE)
- Instituto de Ecología y Alimentos de la UAT (IEA)
- Instituto Tecnológico de Cd. Victoria
- Patronato de Protección y Reforestación de la Zona Huasteca
- Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
- Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)
- Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa (UAMI)
- Universidad del Noreste
- Universidad Veracruzana – Tuxpan (UV)

Las principales instituciones que trabajan en la región Sureste son las siguientes:

- Amigos de San Ka'an, A.C.
- Biocenosis, A. C.
- Bioconservación, A.C.



- > Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY)
- > Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN – Mérida (CINVESTAV)
- > Centro Ecológico Akumal, A.C. (CEA)
- > Centro Regional de Investigación Pesquera – Cd. del Carmen y Puerto Morelos (CRIP)
- > Ducks Unlimited de México, A.C. (DUMAC)
- > El Colegio de la Frontera Sur – Chetumal y San Cristóbal de las Casas (ECOSUR)
- > Escuela Nacional de Estudios Profesionales – Iztacala de la UNAM (ENEPI)
- > Facultad de Ciencias de la UNAM (FC-UNAM)
- > Instituto de Biología de la UNAM (IB-UNAM)
- > Instituto de Ciencias del Mar y Limnología – Pto. Morelos de la UNAM (ICMyL-UNAM)
- > Instituto de Ecología de la UNAM (IE-UNAM)
- > Instituto de Geografía de la UNAM (IG-UNAM)
- > Instituto de Geología de la UNAM (IG-UNAM)
- > Instituto de Historia Natural de Chiapas (IHN)
- > Instituto de Recursos Bióticos de Tabasco, A.C. (IREBIT)
- > Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)
- > Instituto Tecnológico de Chetumal
- > Pronatura, A.C.
- > Universidad Autónoma de Campeche (UAC)
- > Universidad Autónoma de Chiapas (UACH)
- > Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)
- > Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)
- > Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa (UAMI)
- > Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas (UNICACH)
- > Universidad de Quintana Roo (UQR)
- > Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT)
- > Yum Balam, A.C.
- > Universidad de Michigan y de Hamburgo en la región prioritaria de Laguna de Chichancanab
- > Universidad Estatal de Louisiana en la región prioritaria de Laguna de Términos – Pantanos de Centla.

En lo que respecta a la investigación de aguas subterráneas, las principales instituciones son:

- > Universidad Autónoma Metropolitana – Iztapalapa, realiza estudios en el valle de México, enfocados en la hidrogeología de zonas altas de las montañas.
- > Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, dedicada a estudiar la zona no-saturada, así como la contaminación de los acuíferos por nitratos
- > Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, realiza diversos estudios sobre acuíferos kársticos y analiza la presencia de contaminantes como nitratos, enterobacterias y agroquímicos en el agua subterránea
- > Instituto Tecnológico de Sonora, realiza estudios de los acuíferos incluyendo la modelación numérica, vulnerabilidad y contaminación de los mismos.
- > Universidad Nacional Autónoma de México, es quizás la institución de educación superior que mayor investigación realiza sobre el tema de aguas subterráneas. Las dos dependencias principales que llevan al cabo la mayor parte de los estudios son los Institutos de Geofísica e Ingeniería. En el Posgrado de Ciencias de la Tierra, en el cual participan estos dos institutos, así como otras dependencias, existen las opciones de aguas subterráneas y modelación matemática tanto a nivel de maestría como de doctorado. De estos programas se han generado un número importante de publicaciones y reportes técnicos sobre diferentes aspectos de la hidrogeología en México.

DISCUSIÓN

Regionalización

La regionalización es una herramienta útil en la identificación de áreas de importancia y en el establecimiento de prioridades con fines de planeación, manejo y conservación de los ecosistemas y sus recursos. En el caso de los recursos hidrológicos se torna necesario hacer uso de regionalizaciones que permitan estudiar por partes y de una manera ordenada y jerárquica con relación al resto del territorio nacional, las características ecológicas (geomorfológicas, climáticas, biológicas y otras) que influyen en la disponibilidad del agua con la cantidad, calidad y temporalidad que los diferentes sectores de la sociedad requieren. En este caso, el criterio de la regionalización es la biodiversidad, a una escala nacional y considerando los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas. Bajo estas características, se trata de una primera aproximación general y con la finalidad de establecer un marco de referencia para la toma de decisiones y el establecimiento de prioridades en el manejo sustentable de los ecosistemas epicontinentales de México, ya sea para conservarlos, explotarlos, rehabilitarlos y/o restaurarlos. Falta en esta regionalización aspectos poblacionales, sin embargo, a través del uso y de la problemática detectada de los recursos hidrológicos y biológicos se pueden identificar el estado actual y las tendencias en el futuro de la demanda y disponibilidad de estos recursos. También permite visualizar el estado que guardan los ecosistemas acuáticos, identificar la falta de conocimiento y la presión social que se ejerce sobre ellos. Bajo estas circunstancias y con poca y disgregada información, la regionalización resulta ser una herramienta útil y confiable.

En una regionalización es importante definir con la mayor exactitud posible la unidad de trabajo. En este caso, la unidad natural es la cuenca. Lo ideal es trabajar con toda la cuenca, sin embargo, desde una perspectiva real de conservación de la biodiversidad y tomando en cuenta que existen cuencas de una gran extensión se procedió a trabajar a nivel de toda la cuenca cuando fue posible y con partes de ella por encontrarse muy degradada por el uso. Asimismo, en cuerpos de agua extensos o donde la unidad de análisis es muy grande resulta complicado aplicar medidas de conservación, planeación o manejo, ya que éstas pueden abarcar numerosas cuencas hidrológicas y no tomar en cuenta características fisiográficas determinantes para cumplir con estas medidas.

Existen grandes convergencias entre las diferentes regionalizaciones a pesar de haber sido realizadas con diferentes objetivos y a escalas diferentes. Todas ellas señalan como regiones prioritarias para México, regiones y sitios similares y con la misma problemática. Un ejemplo claro es las ecorregiones coincidentes entre los dos ejercicios de regionalización llevados a cabo por la WWF (Olson *et al.*, 1998; Abell *et al.*, 1998) y la Conabio en relación con las áreas correspondientes a los ríos Conchos y San Juan, el Lago de Chapala y Cuatro Ciénegas. Lo sobresaliente de ellas es su alto grado de endemismos que las convierte en sitios únicos en el mundo; sin embargo, todas ellas están fuertemente amenazadas por la contaminación, la sobreexplotación del recurso hídrico, la introducción de especies exóticas y el crecimiento urbano.

Las regiones de trabajo utilizadas en este ejercicio se basaron en las últimas regiones administrativas de la CNA (Semarnap, 1996a), las cuales se utilizan en la administración y planeación de los recursos hídricos y están basadas en similitudes de características fisiográficas y criterios hidrológicos. Estas seis regiones de trabajo sirvieron como un marco de referencia al seleccionar las regiones hidrológicas prioritarias en función de su diversidad biológica y en la sobreposición de la cartografía temática. Así, las regiones de trabajo agrupan a las regiones hidrológicas prioritarias que comparten aspectos fisiográficos y ecosistémicos, así como problemáticas.

También presentan características afines con regionalizaciones basadas en criterios fisiográficos (Bassols, 1977; Ferrusquía-Villafranca, 1998) y limnológicos Chávez y Vilaclara (1992) y Velásquez y Ordaz (1992). Esto es posible debido a que todas ellas están basadas en criterios

TRABAJO CON
FALLA DE ORIGEN

fisiográficos aunados a otros criterios específicos dependiendo de los objetivos de estudio o de las necesidades para las cuales fueron creadas. De manera general, la Región Noroeste se caracteriza por presentar cuerpos de agua templados con drenaje al Pacífico y corresponde a la región fisiográfica de Cuencas aluviales costeras del noroeste. La Región Pacífico Tropical comprende la cuenca del río Balsas y las sierras costeras y montañosas que dan al Pacífico, se caracteriza por cuerpos de agua tropicales con drenaje al Pacífico y corresponde a la región fisiográfica de la Cuenca del Balsas. La Región del Altiplano Norte se caracteriza por sus cuencas endorreicas, por grandes llanuras, cuerpos de agua temporales y un elevado número de pequeños reservorios y corresponde a la región fisiográfica del Altiplano Mexicano. La Región Centro se extiende a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana, comprende tres grandes cuencas: la cuenca Lerma-Santiago con drenaje al Pacífico y las cuencas endorreicas de México y Oriental; se caracteriza por una gran variedad de lagos y sinnúmero de reservorios de mediana y gran talla y corresponde a la región fisiográfica Faja Volcánica Transmexicana. La Región del Golfo comprende las llanuras costeras del Golfo de México, se caracteriza por presentar una gran cantidad de lagos asociados a sistemas de ríos, lagunas con drenaje al Golfo de México y corresponde a la región fisiográfica Planicies costeras del Golfo de México. La Región Sureste abarca dos regiones fisiográficas: la Península de Yucatán, por su naturaleza kárstica, da como resultado una gran variedad de cenotes con ausencia de corrientes superficiales, y el Sureste, constituida por la cuenca central de Chiapas y la Planicie central de Chiapas, se caracteriza por presentar una gran cantidad de ríos asociados a lagos y lagos de disolución, reservorios, humedales y lagunas costeras. Esta última región drena al Golfo de México y Caribe Mexicano.

Regiones hidrológicas prioritarias de alta biodiversidad

De las 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias, 68% corresponden a áreas de alta biodiversidad (Cuadros 1 - 6, Figura 2). El mayor número de ellas se ubica en la región del Sureste con 17 y el Noroeste y Altiplano Norte con 15. Por Región de trabajo los porcentajes más altos son para el Golfo de México con el 85% de sus áreas y el Pacífico Tropical con el 80% (Cuadro 21). Llama la atención que la Región Centro, que se caracteriza por una gran cantidad de cuencas endorreicas, sea la que presente los porcentajes más bajos de áreas de alta biodiversidad. Esto puede deberse a que, a pesar de la gran cantidad de endemismos, el 75% del total de sus regiones se encuentran sometidas a un uso intensivo y están altamente degradadas, como es el caso de la Cuenca Lerma-Chapala.

Cuadro 21. Cuadro comparativo de las Regiones Hidrológicas Prioritarias de alta biodiversidad por Región de trabajo

Regiones de trabajo	Total de regiones		Alta biodiversidad	
	No.	%	No.	%
Noroeste	22	20	15	68
Pacífico Tropical	10	9	8	80
Altiplano Norte	22	20	15	68
Centro	16	15	9	56
Golfo de México	13	12	11	85
Sureste	27	24	17	63
Totales	110	100	75	68

Las Regiones Hidrológicas Prioritarias de alta biodiversidad son un mosaico de ambientes acuáticos que mantienen un buen estado de conservación ecológica que, en su conjunto, representan recursos que necesitan ser preservados por su importancia económica actual y potencial, sus funciones ecológicas y por el valor que representa la naturaleza por sí misma.

Asimismo, resulta crucial en la estrategia de conservación de la biodiversidad, desarrollar modelos diferenciados de gestión en función de las características biológicas y sociales de cada una de las áreas naturales protegidas. Esto debido a la enorme riqueza de la flora y fauna del país que, en ecosistemas acuáticos epicontinentales, presentan especies y subespecies de distribución restringida o en peligro de extinción. Con frecuencia, estos cuerpos de agua son también intensamente utilizados por lo que muchos de ellos se encuentran amenazados.

En este sentido y ante la pérdida acelerada del patrimonio natural de México, la Semarnap, a través de su Programa de Medio Ambiente 1995-2000 define como una estrategia prioritaria la conservación y aprovechamiento racional de la biodiversidad en áreas naturales protegidas, así como la rehabilitación descentralizada de los Parques Nacionales. Esta estrategia se desarrolla ampliamente en el Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000 (INE, 1999c).

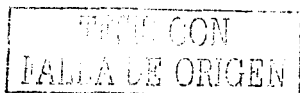
El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) comprende 117 áreas decretadas que cubren el 6.6% del territorio nacional (poco más de 13 millones de hectáreas) y se encuentran agrupadas en las categorías indicadas en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Número y superficie de Áreas Naturales Protegidas clasificadas y ordenadas por categoría (INE, 1999c)

Categorías de manejo	Número	Superficie (ha)
Reservas de la Biosfera	26	9 163 276
Parques Nacionales	64	1 396 536
Áreas de Protección de Recursos Naturales	5	117 906
Áreas de Protección de Flora y Fauna	11	1 667 717
Monumentos Naturales	4	14 099
Otras Áreas en recategorización	7	759 261
Totales	117	13 118 795

En términos absolutos, las cifras anteriores parecen significativas, sin embargo sólo representan una pequeña parte de la diversidad de especies y ecosistemas de México. En una primera revisión de las Áreas Naturales Protegidas, llama la atención la escasa representatividad que los ecosistemas acuáticos epicontinentales tienen en los sistemas de protección del país. Al sobrelapar las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) con las Áreas Naturales Protegidas (ANP), se encontró que 72 áreas son coincidentes en mayor o menor porcentaje (Figura 10). De éstas, cerca de 22 corresponden a ecosistemas acuáticos, lo cual indica la necesidad de incorporar al SINAP nuevas áreas, no sólo en lo que respecta a ecosistemas acuáticos y cuerpos de agua sino a cabeceras de cuencas hidrológicas. También se requiere de especificaciones concretas dentro de la legislación para los cuerpos de agua con un enfoque hacia cuencas completas (alta, media y baja), que se encuentran amenazadas o críticas. Esta consideración se hace con la finalidad de asegurar una mayor captación de agua, preservar los recursos forestales y mitigar los problemas por erosión. La superficie y el porcentaje de sobrelapamiento entre las Regiones Hidrológicas Prioritarias y las Áreas Naturales Protegidas se enlistan en Arriaga *et al.* (2000b).

Sin embargo, tratándose de ambientes acuáticos epicontinentales este tipo de esfuerzos resultan insuficientes. Es necesario proteger un área suficientemente extensa para asegurar la conservación de estos ecosistemas, no sólo en las áreas protegidas sino en todas aquellas áreas importantes por su diversidad y por el recurso hídrico *per se*. Por lo tanto, una estrategia importante para la conservación de la biodiversidad es la instrumentación de incentivos apropiados para los usuarios de los recursos dentro y fuera de las áreas naturales protegidas no sólo a nivel regional sino nacional e internacional. Esto requiere de programas de manejo innovadores, bien diseñados, en sitios seleccionados cuidadosamente y en donde la participación de las comunidades locales sea efectiva y participativa (UNEP, 1995). También se requiere de una evaluación muy precisa para cada área sobre su estado de conservación a nivel genético, poblacional, comunitario y ecosistémico; del uso de los principales recursos; del estatus económico y social de las poblaciones locales; de los programas de manejo y financiamiento adecuados y eficientes; así



como de la consulta y aceptación por parte de la población local, del trabajo científico y tecnológico en la elaboración de programas y políticas por parte de los especialistas, tomadores de decisiones y representantes gubernamentales.

El manejo integrado de las cuencas es otra estrategia a considerar no sólo para satisfacer la demanda de agua para las actividades productivas y urbanas, sino para la conservación de los ecosistemas y sus especies, donde se tome en cuenta el entorno ecológico diversificado y complejo y al sector campesino tradicional o indígena. Es decir, los esfuerzos de conservación se deben enfocar, no sólo en las especies, sino en los procesos ecológicos y evolutivos que ocurren en la matriz de la comunidad y de los ecosistemas. Desde este punto de vista, el manejo del agua y la conservación de la biodiversidad acuática no puede ser sólo responsabilidad del estado, se requiere de la participación conjunta de la iniciativa privada, de los grupos de usuarios y de la sociedad en general. No puede pensarse que el estado asuma por sí solo las cuantiosas inversiones y gastos de operación que se requieren para abastecer de líquido a una población creciente y al sector productivo, rehabilitar la infraestructura actual, tratar las descargas de aguas residuales con los niveles de calidad requeridos, desarrollar programas de monitoreo ecológico y restauración, instrumentar medidas de ahorro y uso eficaz del agua, impulsar programas de educación ambiental relacionados con la conservación de los recursos naturales, así como el uso racional y sustentable de los mismos. Para llevar a cabo lo anterior es necesario crear nuevos mecanismos de financiamiento, adecuar los marcos legales y el tratamiento fiscal a estas inversiones, garantizar que se cumplan los acuerdos y las leyes y sobre todo, una mayor voluntad política y compromiso por parte de los gobiernos federal, estatal y municipal y una cultura de responsabilidad en el uso y pago de los servicios.

Regiones hidrológicas prioritarias de uso y amenazadas

De las 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias, 75% corresponden a áreas de uso intensivo o extensivo por los diferentes sectores y 68% corresponden a áreas amenazadas (Cuadros 1 - 6, Figura 2). Por Región de trabajo, el Altiplano Norte presenta el porcentaje más alto de regiones con un intenso uso y fuertemente amenazadas con un 91%, seguidas por el Pacífico Tropical con un 80% (Cuadro 23).

Cuadro 23. Cuadro comparativo de las Regiones Hidrológicas Prioritarias de Uso por Sectores y Amenazadas

Regiones de trabajo	Total de regiones %	No.	Uso por sectores		Amenazadas	
			No.	%	%	No.
Noroeste	22	20	16	73	11	50
Pacífico Tropical	10	9	8	80	8	80
Altiplano Norte	22	20	20	91	20	91
Centro	16	15	12	75	10	63
Golfo de México	13	12	9	69	10	77
Sureste	27	24	17	63	16	59
Totales	110	100	82	75	75	68

La problemática detectada, que se comparte en todo el país, está ligada directamente con actividades antropogénicas, cuyos efectos se reflejan en cambios o pérdidas, a veces irreversibles, de la biodiversidad del país. Estos efectos se caracterizan por su alta frecuencia (tasa de cambio), severidad del daño (magnitud del cambio) y un aumento de las áreas perturbadas.

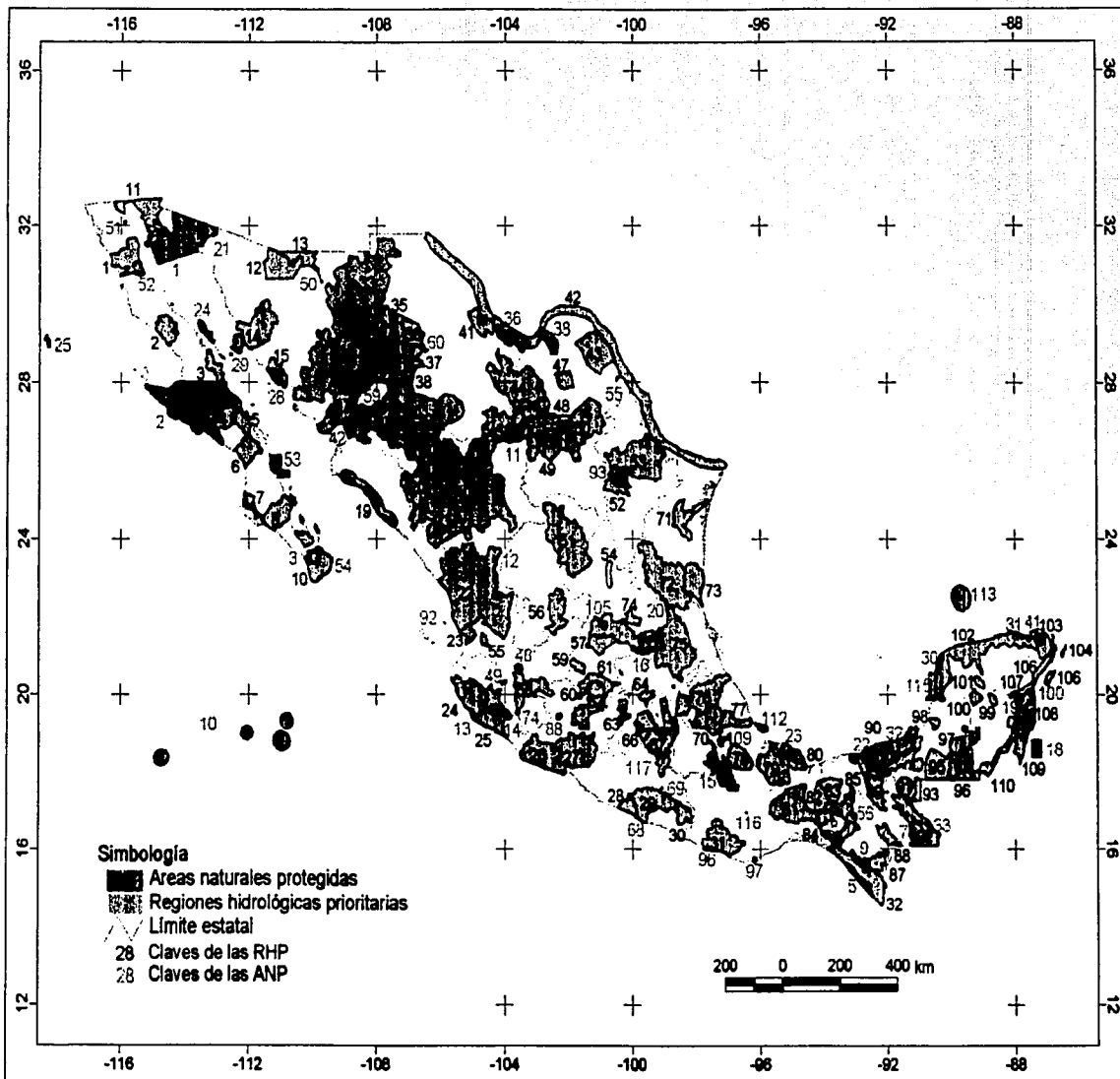


Figura 10. Regiones hidrológicas prioritarias (RHP) y Áreas naturales protegidas (ANP) (Conabio, 2000; INE, 1999a)

Una de las principales amenazas a los ambientes acuáticos epicontinentales que afectan a todo el país, son las descargas residuales urbanas e industriales que contaminan principalmente con materia orgánica, metales pesados y desechos sólidos. Según datos del Programa Hidráulico 1995-2000, la población urbana del país genera aproximadamente 231 m³/s de aguas residuales que representan el 37% del total de carga orgánica y de los cuales, sólo un 7.3% recibe algún tipo de tratamiento. Los grandes centros conurbados de México, Guadalajara y Monterrey contribuyen con el 46% de estas descargas, lo que las coloca como las principales aportadoras de aguas residuales urbanas y por tanto las causantes de graves problemas de contaminación.

El sector industrial genera, a nivel nacional, 64.5 m³/s de aguas residuales, que representan el 10% del total de carga orgánica, con 1.6 millones de toneladas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) al año. El caudal tratado de aguas residuales es de 5.3 m³/s, lo que representa sólo el 8% de lo generado, con una remoción estimada de 0.12 millones de toneladas de DBO (Semarnap, 1996a).

Los principales giros industriales responsables de la mayor descarga de aguas residuales en el país son: azúcar, química, celulosa y papel, petróleo, bebidas, textiles, siderúrgica y alimentos. La industria azucarera es la principal generadora de aguas residuales y contribuye con el 39% del total producido por el sector industrial. Le sigue en importancia el sector químico con 21% y los restantes giros con un total de 22% (Sedesol, 1993). Algunas de estas industrias están establecidas en zonas de baja disponibilidad de agua, lo que ocasiona sobreexplotación de acuíferos, contaminación de los ecosistemas y altos costos de disponibilidad del agua.

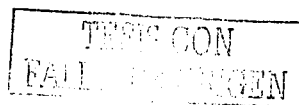
Las descargas de la industria de alimentos, por la naturaleza de sus procesos, tienen en general proporciones altísimas de DBO, que requieren para su remoción de tratamientos avanzados. Otras actividades tales como la curtiduría y la galvanoplastia generan descargas con alta proporción de tóxicos y metales pesados difíciles de controlar por la dispersión de generadores (Quadri, 1998).

La tecnología utilizada en los procesos de producción es poco eficiente en el uso del recurso; esto se refleja en una extracción excesiva de agua y en una mayor producción de descargas industriales de muy variados tipos y características, las cuales en su mayoría resultan altamente contaminantes, persistentes y bioacumulables para los cuerpos de agua natural, por descargarse sin tratamiento alguno (Semarnap, 1996a).

La extracción y utilización del agua en nuestro país ha ido en aumento y en consecuencia, ha habido una mayor descarga de aguas residuales, provenientes tanto de las actividades cotidianas de la población como de la requerida por la industria para sus procesos productivos. Esta problemática va acompañada por insuficiencias en el tratamiento de las aguas residuales y por el hecho de que, de acuerdo con el Programa Hidráulico 1995-2000, cerca de 30 millones de habitantes que viven en localidades urbanas no cuentan con servicio de alcantarillado y 15 millones carecen de servicio de agua potable.

En el caso del tratamiento de las aguas residuales se encuentra que, por una parte, hay un bajo número de plantas de tratamiento y, por la otra, éstas tienen problemas de operación y mantenimiento. Se estima que la población del país genera 1.8 millones de toneladas de DBO, de las cuales, únicamente 0.15 millones de toneladas son tratadas adecuadamente, antes de ser descargadas al medio natural (Semarnap, 1996a).

Las descargas municipales e industriales tienen consecuencias severas sobre la salud pública y la reducción de la productividad laboral en el país. Dadas las condiciones de deterioro de la calidad del agua, un gran volumen de éstas requieren tratamientos extensivos para habilitarse como agua potable. La contaminación por materia fecal es la principal causa de la incidencia de enfermedades gastrointestinales en una tercera parte de los estados. El cólera resurgió nuevamente en México durante 1991 abarcando 17 estados al principio y 25 en los años posteriores. La elevada concentración de coliformes fecales en algunos embalses los inutiliza para usos recreativos (Céspedes y CMIC, 1998).



La agricultura intensiva contribuye con el 53% del total de carga orgánica, principalmente con aguas usadas para riego, las cuales contienen elevadas concentraciones de químicos, plaguicidas, metales pesados y fertilizantes que causan problemas graves de contaminación en los cuerpos de agua receptores, así como problemas de erosión e hiperfertilización en suelos. Actualmente se generan alrededor de 337 m³/s de aguas contaminadas, mismas que son descargadas a cuerpos de agua y una importante proporción al mar. Las aguas de retorno agrícola no reciben tratamiento alguno, en gran parte por su carácter difuso o no puntual (Semarnap, 1996a).

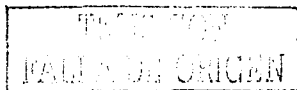
Un caso preocupante es la Región Noroeste del país, donde se llevaron al cabo grandes obras de irrigación para incrementar la superficie cultivada. Las aguas de retorno generadas por esta actividad tienen como destino último el Mar de Cortés y sus lagunas costeras, que actúan como un inmenso receptor de agroquímicos. El uso de plaguicidas organoclorados y policlorinados como el heptacloro, dieldrín, aldrín y clordano reportan niveles críticos en aguas abiertas del Mar de Cortés (columna de agua, sedimentos y organismos), en la desembocadura del río Colorado, la costa de Sonora y el norte de Sinaloa. La mayoría de estos compuestos se caracterizan por su persistencia, toxicidad y acumulación en la cadena trófica, encontrándose concentraciones significativas en moluscos, crustáceos, peces, aves y mamíferos. La presencia de tóxicos en sedimentos puede ser un riesgo permanente para el ser humano si se ingieren organismos bentónicos filtradores, como las almejas, mejillones y ostiones. Además, se vierten enormes cantidades de fertilizantes (urea, fosfatos y nitratos) que desencadenan fuertes procesos de eutrofización que afectan directamente a los ecosistemas costeros de la región y a especies de importancia comercial (Cespedes y CMIC, 1998).

La contaminación asociada con actividades forestales está dada básicamente por materia orgánica, nutrientes, sedimentos suspendidos, sustancias tóxicas e incremento en la temperatura del agua en las márgenes de ríos (Semarnap, 1996a).

De manera general, la contaminación del agua incide adversamente sobre los sistemas de aguas subterráneas, cuerpos de agua superficiales, ecosistemas y salud pública, y está asociada con una vasta gama de actividades productivas. A pesar de los esfuerzos por controlar la contaminación, los resultados obtenidos han sido escasos, principalmente porque las acciones se han enfocado más a restituir la calidad del agua que a controlar las fuentes de contaminación.

Otra de las grandes amenazas que enfrentan los ambientes acuáticos es la sobreexplotación del recurso hídrico, tanto superficial como subterráneo. El deterioro en general de los almacenamientos naturales aunado a la disponibilidad heterogénea del agua en nuestro país, así como la demanda creciente de agua para uso industrial y agrícola y la expansión demográfica están provocando que muchos cuerpos de agua desaparezcan con la consiguiente pérdida y fragmentación de los ecosistemas acuáticos y que los mantos freáticos no alcancen a recargarse a sus niveles normales, lo cual ha resultado en una contaminación por extracción de aguas fósiles e intrusión salina. Asimismo, el drenado de humedales resulta, excepto en aquellos casos cuando el ecosistema entero se pierde, en la reducción del tamaño del sistema y fragmentación de éste en pequeñas unidades; así como en la alteración y pérdida de la flora y fauna. La pérdida de humedales, particularmente a lo largo de los sistemas fluviales, también resulta en la destrucción de corredores naturales para aves migratorias y mamíferos.

En la Región Altiplano Norte, la pérdida de recursos hídricos se ha acelerado en los últimos 20 años. Según Contreras-Balderas y Lozano-Vilano (1994a) y Contreras-Balderas y Almada (1991), en Nuevo León se han perdido 20 pozos; en el Valle de Saltillo, Coahuila, más de 15; en los Bolsones de Viesca y Parras más de 10 en cada uno; en Durango 20; en Chihuahua 5 y en San Luis Potosí 12. Otro hecho relevante es la disminución de los caudales en la cuenca baja del Río del Carmen y media del Río Bravo en Chihuahua; en el Río Nazas y Bolsón de Mayrán, así como el Río Aguanaval y Bolsón de Viesca en Durango y Coahuila; en el Río de Nadadores en Coahuila; en el río Salinas en Coahuila y Nuevo León; en los Ríos Sabinas y Santa Catarina en Nuevo León y el Río Ahalulco en la región Venado-Moctezuma en San Luis Potosí. Todos estos ríos se han



secado o vuelto intermitentes u ocasionales (Contreras-Balderas y Lozano-Vilano, 1994a). Otro indicador de pérdida de agua es la baja en el nivel del agua subterránea, la cual en Monterrey, Nuevo León alcanza los 200 m de profundidad; en la Comarca Lagunera se encuentra a 80 m y en Sandía el Grande, Nuevo León entre 2 y 10 m.

En los próximos años, este tipo de presiones se agravará. Actualmente, las regiones del Noroeste, Altiplano Norte y Centro presentan problemas graves de disponibilidad y calidad de agua. Ante este panorama, se torna cada vez más urgente la búsqueda de opciones inteligentes y efectivas en la obtención y abastecimiento de agua sin seguir afectando el ambiente natural como hasta ahora. Para atender esta demanda adicional se necesitará la instrumentación de medidas de ahorro y uso eficiente del agua por parte de los usuarios, tratamiento y reuso de aguas residuales tanto domésticas como industriales, reubicar industrias situadas en zonas críticas, mayor control y monitoreo de la calidad de las descargas industriales a los cuerpos receptores, mayor eficiencia en los sistemas de captación, conducción y distribución de las aguas para riego y tecnologías apropiadas de riego y reuso de las aguas agrícolas.

Por otra parte, la construcción de obras hidráulicas para el control de avenidas y generación de energía eléctrica, así como para satisfacer las demandas de actividades agrícola, ganadera, industrial y de consumo urbano, es otra de las grandes amenazas identificadas que ocurren en todo el país. La construcción de presas, canales, abrevaderos y modificaciones de la hidrodinámica local impactan de diversas formas a los cuerpos de agua y ecosistemas acuáticos; es decir, actúan como barreras en los procesos de migración y desove y reducen los hábitats para alimentación y crecimiento, producen cambios abruptos en el flujo de la corriente superficial proveniente de los almacenamientos artificiales con consecuencias en la calidad del agua y pérdida de fertilidad en las zonas inundables utilizadas para la agricultura, producen problemas de contaminación y eutroficación, cambios en el patrón hidrológico y reducción de los volúmenes mínimos para el mantenimiento de ambientes acuáticos; en su construcción, se destruyen grandes áreas de selva tropical o bosques con la consiguiente pérdida de biodiversidad y erosión de la cuenca, aunados a problemas de tipo social y económico al tener que reubicar los núcleos de poblaciones que se asentaban en esos lugares.

La sobreexplotación de los recursos naturales, sobre todo las pesquerías, resultan ser otra amenaza para la biodiversidad acuática. En este sentido, destaca el hecho de que no exista ningún tipo de control o regulación en cuanto al manejo de éstas en sistemas epicontinentales. En muchos cuerpos de agua artificiales, la pesca es un complemento para la economía familiar y por lo tanto los campesinos no tienen suficiente conocimiento tradicional del ecosistema acuático; además, se utilizan artes de pesca no adecuadas o prohibidas, se capturan tallas no comerciales impidiendo que las especies alcancen su edad reproductiva y casi no hay vedas establecidas, y cuando las hay no se respetan.

En resumen, se puede decir que el potencial acuícola se ha reducido debido a la contaminación y desecación de los cuerpos de agua epicontinentales y a los efectos de la sobrepesca, como es el caso de los lagos de Chapala, Pátzcuaro, Cuitzeo, Zirahuén, Camécuaro, Cajitlán, Zapotlán, Sayula y los ríos Pánuco, Lerma-Santiago, Coatzacoalcos, Papaloapan, Fuerte y Mayo entre muchos otros (Semarnap, 1996b). Bajo estas circunstancias la presión sobre el recurso es muy grande, y en algunas ocasiones el descenso de las poblaciones puede conducir a la extinción de las especies. Se requiere de un conocimiento más amplio de los ecosistemas de agua epicontinentales para definir un manejo integral múltiple y sustentable de sus recursos. Por otra parte, el desarrollo de la acuicultura favorece la tala y deforestación de bosques tropicales, pérdida de hábitats, remoción de suelos, alteración de la calidad de agua, modificación de las tasas de erosión y depositación, alteración del microclima y del patrón hidrológico natural. Debido a lo anterior, resulta imprescindible evaluar los beneficios de la acuicultura en relación a los daños ocasionados al medio ambiente, así como, definir y delimitar los efectos ocasionados por actividades socio-económicas.

Otro de los problemas que afectan a los cuerpos de agua de todo el país es la introducción de especies exóticas y la proliferación de malezas. La introducción de especies de carpa, mojarra,



tilapia y trucha para atender la demanda alimentaria de comunidades de escasos recursos fue hecha, desgraciadamente, sin evaluar el impacto de estas acciones sobre las poblaciones nativas las cuales se han visto afectadas y disminuidas.

Por otra parte, el fenómeno de eutroficación, originado por los enormes volúmenes de material orgánico y fertilizantes que se descargan directamente en ríos y embalses afecta ya porciones considerables de los cuerpos de agua y favorece la proliferación de malezas acuáticas, que hoy día abarca 680 km² de lagos, 10 000 km de canales y 14 000 km de desagües de aguas residuales. Los efectos negativos se traducen en: presencia de mosquitos vectores de enfermedades, evaporación innecesaria de enormes volúmenes de agua, impedimento del flujo de canales y ríos, entorpecimiento del funcionamiento de obras hidroeléctricas y de irrigación, interferencia de movimiento de botes con fines de recreación, transporte y pesca, limitantes para pesca comercial, devaluación de las propiedades ubicadas frente a los embalses y producción de asolvamientos por las raíces y otros materiales que se desprenden, lo que acorta la vida de lagos y embalses (Cespedes y CEMIC, 1998).

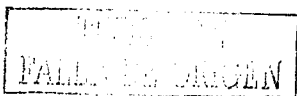
Por este motivo, resulta imprescindible evitar nuevas invasiones biológicas, establecer un control eficiente de estas especies en los ecosistemas acuáticos, evaluar los riesgos ecológicos y genéticos potenciales de la introducción de especies, preservar y mantener los parientes silvestres como valiosos reservorios de variación genética.

Los cambios en el patrón de uso del suelo y del agua para actividades agrícolas y ganaderas alteran de manera directa e indirecta la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos. Los efectos directos de estos cambios se ven reflejados en los procesos de degradación, fragmentación y destrucción de los hábitats acuáticos, así como en la sobreexplotación y agotamiento del recurso hídrico. Los indirectos se manifiestan a través de cambios en el clima local y el balance de radiación, disminuyendo la humedad relativa y aumentando la tasa de evapotranspiración.

Como se mencionó anteriormente, de acuerdo con Ezcurra (1993), el desarrollo moderno de la agricultura intensiva bajo riego, sobre todo en las regiones áridas y semiáridas del país, son fuertemente demandantes sobre los recursos naturales —en especial sobre el agua y el suelo— y son el resultado de una fuerte demanda económica, que carece totalmente de una racionalidad sobre el manejo sustentable de los recursos. Muchas de las regiones de agricultura bajo riego, y en especial la Región Centro, basan su producción en la obtención de recursos hídricos obtenidos por bombeo de pozos profundos con un criterio no renovable. Muchos de los planes de desarrollo de los distritos de riego han sido hechos sin evaluaciones adecuadas de la capacidad de recarga de los acuíferos locales y de los almacenamientos artificiales como es el caso de la Región Noroeste, así como de las necesidades hídricas para una producción sostenida y a largo plazo. Así, el agotamiento de los acuíferos, la salinización de los suelos y la contaminación de los ríos y lagos, aparecen como los principales costos ambientales del desarrollo de las áreas de riego en México y ponen en duda la sustentabilidad del sistema en el futuro.

En México, la ganadería se ha desarrollado sobre la base de un modelo que se caracteriza por ocupar terrenos no aptos para esta actividad y que, por lo tanto, requieren de grandes extensiones para ser productivos. Usualmente, esta actividad está asociada a un sólo tipo de ganado que tiene preferencias alimenticias por ciertas especies vegetales (Toledo *et al.*, 1985). El uso inadecuado del suelo se manifiesta en el bajísimo índice de agostadero real (7 ha por cabeza de ganado), el cual se ha mantenido prácticamente estático en los últimos 30 años (Sánchez *et al.*, 1989).

En las Regiones Altiplano Norte, Noroeste y Centro, en las zonas áridas y semiáridas, el impacto de esta actividad se agudiza por el sobrepastoreo, situación que modifica la estructura de los suelos al comprimirlos; reduce su permeabilidad y aumenta la escorrentía, lo que hace que las aguas los laven con mayor facilidad (Toledo *et al.*, 1985). El deterioro ambiental en estas zonas se debe principalmente a un manejo inadecuado de los ecosistemas locales en relación con las actividades agropecuarias y a que las decisiones políticas y económicas no siempre van de



acuerdo con la vocación de la naturaleza, sino que se orientan hacia una modalidad de desarrollo acorde con los mercados nacional e internacional (Sánchez *et al.*, 1989).

En las Regiones Pacífico Tropical, Golfo de México y Sureste, correspondientes al trópico húmedo, también se introdujo la ganadería a pesar de que las labores pecuarias tienen rendimientos bajísimos; el índice de agostadero es inferior al de la región templada; la tasa de reproducción es de la mitad en la zona tropical y la tasa de mortalidad es superior. La ganadería es responsable de la destrucción de 590 mil hectáreas anuales de bosque y selva y sólo produce 9 kilos de carne por hectárea al año (González, 1988). La conversión de vegetación original en pastizales, aunada a las intensas precipitaciones que ahí ocurren, aceleran de manera grave la pérdida de suelos y de hábitat con costos ambientales muy altos.

El resultado de estas transformaciones productivas es generalmente un complejo proceso de degradación ecológica a nivel de todo el territorio nacional, con la consiguiente generación de fuertes perturbaciones sobre el ciclo hidrológico, disminución considerable de la capacidad de infiltración hídrica de los suelos y una mayor escorrentía superficial después de las lluvias y pérdida de la cubierta vegetal que afecta de manera severa la capacidad de las cuencas locales para regular la intercepción del agua y una menor infiltración al subsuelo. Así, la capacidad erosiva de las lluvias aumenta, y la recarga de los acuíferos se deteriora (Ezcurra, 1993).

Otro de los efectos resultado de actividades extractivas mal planeadas, que ocurren sobre todo en las zonas templadas del país, es la tala inmoderada de los bosques, la cual aumenta los flujos de materiales en el ecosistema con el consiguiente aumento de pérdida de nutrientes, erosión de la cuenca, cambios en los procesos hidrológicos, inundaciones, fragmentación y pérdida de hábitat.

El conjunto de áreas boscosas ocupa en la actualidad menos de 34 millones de hectáreas, lo que significa menos de la quinta parte del territorio nacional (INE, 1999c). El proceso de deforestación más importante ha tenido lugar en la Región Centro -que representa el 3.5% del territorio nacional- debido principalmente a procesos de urbanización e industrialización que responden a una modalidad de desarrollo económico y a políticas de explotación de los recursos naturales que no toman en consideración la vocación y capacidad de regeneración de la naturaleza (Sánchez *et al.*, 1989).

No menos grave es la situación que se da en el trópico húmedo, en las Regiones Golfo de México y Sureste. Abarca 14.6% del territorio nacional y estaba ocupado originalmente, en su mayor parte, por selva alta perennifolia, cuya extensión era de 15 millones de hectáreas. Hoy en día, queda menos del 5% de la selva original en todo el país (Toledo *et al.*, 1985). La explotación de los bosques tropicales se limitó, durante varias décadas, a la extracción de maderas preciosas de valor comercial. De esta manera, grandes extensiones de selva virgen fueron destruidas y con el tiempo, otras especies comenzaron a ser explotadas, pero siempre de manera continua y selectiva. Este fenómeno responde a intereses económicos y comerciales y a necesidades de consumo creadas en otros países. De acuerdo con las cifras oficiales, se sobreexplotan en la región más de 148 especies vegetales no maderables, mientras que 704, potencialmente utilizables, se desaprovechan (SEDUE, 1986). Existe una gran variedad de productos forestales menores como aceites esenciales y comestibles, ceras, alcoholes, bambúes, colorantes, pesticidas y especias; así como hormonas, alcaloides y otras drogas naturales útiles para la industria farmacéutica. A diferencia de la explotación tradicional maderera, la explotación de estos recursos menores provoca una mínima alteración de los ecosistemas y tiene un alto valor comercial (Myers, 1983).

El trópico seco, en especial el Pacífico Tropical, que ocupa el 13% del área total del país, comprende el bosque tropical caducifolio y subcaducifolio, así como matorrales al pie de las montañas. Estos bosques representan un recurso potencialmente explotable, constituido por especies maderables y no maderables, que de acuerdo con las cifras oficiales, existen 349 especies no maderables potencialmente utilizables para otros fines de las cuales 134 han sufrido sobreexplotación. Cabe señalar que en esta región se sigue el mismo patrón utilizado en los

bosques templados y tropicales. Esto se constata con el hecho de que, el 42% del área de la costa del Pacífico presenta un proceso acelerado de erosión producido fundamentalmente a consecuencia de la tala inmoderada (Sedue, 1986).

Se calcula que la tasa de deforestación actual es de 100 000 ha/año con múltiples efectos negativos que van más allá de la pérdida de una enorme cantidad de especies de flora y fauna silvestres y de cambios permanentes en la composición de las especies. Estos efectos son las inundaciones y sequías que suceden a las deforestaciones masivas, disminución de la capacidad de infiltración del agua en el subsuelo, aumento de las corrientes superficiales y erosión de la cuenca, lo que provoca cambios en las tasas de evapotranspiración y por lo tanto afecta la humedad del ecosistema (Sánchez *et al.*, 1989). Es importante señalar que la problemática productiva y ecológica del sector forestal está asociada a la indefinición de la propiedad y a imprecisiones jurídicas sobre los derechos de utilización, así como a la sobreexplotación de los recursos por parte de empresas madereras que no han cumplido con su responsabilidad en la renovación de los recursos forestales. El cultivo forestal a través de plantaciones es aún de muy poca importancia (INE, 1999c).

La erosión acelerada de los suelos es otra de las consecuencias directas de la transformación de los ecosistemas naturales y uno de los factores más severos de degradación ambiental de los ecosistemas acuáticos en todo el país. Así, la mayoría del sedimento, producto de la erosión, es acarreado y depositado en los cuerpos de agua alterando la calidad del agua, la morfología del cauce y los hábitats acuáticos.

De un total de 195.8 millones de hectáreas, 154 millones padecen algún grado de erosión, y de éstas un 19.5% de los suelos se encuentran totalmente erosionados. Entre las causas más importantes de erosión se pueden señalar la tala inmoderada de bosques, los incendios naturales y provocados, la reducción de vegetación riparia, la agricultura de temporal y de riego, la ganadería, la salinización de suelos y la sobreexplotación de mantos freáticos, corrientes superficiales y cuerpos de agua.

Por lo anterior, resulta urgente implementar medidas para evitar actividades susceptibles a la erosión o usos inapropiados del suelo, ya que es la manera más económica y efectiva de combatir la erosión del suelo, mantener la productividad de la cuenca y evitar la degradación ambiental de los ecosistemas y cuerpos acuáticos.

En nuestro país, la contaminación por actividades mineras representa también una amenaza, la capacidad de contaminación abarca tanto suelos como cuerpos de agua superficial y subterránea y regiones alejadas contaminadas a través del viento o por escurrimientos en épocas de lluvias (Díaz-Barriga *et al.*, 1998). En el Cuadro 24 se enlistan los principales minerales y metales explotados por Región de trabajo.

**Cuadro 24. Principales minerales y metales explotados
(Coll-Hurtado y Sánchez-Salazar, 1990)**

Regiones de trabajo	Tipos de mineral y metal
Noroeste	Minerales no metálicos (sal, yeso, fosforita), metales industriales (cobre, plomo, zinc), metal precioso (plata)
Pacífico Tropical	Metal industrial (zinc), mineral siderúrgico (hierro), metal precioso (plata)
Altiplano Norte	Minerales no metálicos (yeso, fosforita, fluorita), metales industriales (cobre, plomo, zinc), mineral siderúrgico (carbón), metal precioso (plata)
Centro	metales industriales (cobre, plomo, zinc), metal precioso (plata), mineral siderúrgico (manganeso), mineral no metálico (fosforita)
Golfo de México	Minerales no metálicos (sal, dolomita, manganeso, azufre), metales industriales (cobre, zinc), metal precioso (plata)
Sureste	Mineral no metálico (sal)

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por otra parte, la "contaminación" de origen natural es otro de los problemas graves que afectan principalmente a los acuíferos. Este problema ambiental se presenta en la Comarca Lagunera con la contaminación de varios pozos con arsénico en la región Centro y Noroeste y con flúor en el Altiplano Norte del país (Díaz-Barriga *et al.*, 1998).

Debido a lo anterior, resulta indispensable implementar programas de monitoreo para evaluar el grado de toxicidad de los cuerpos de agua ubicados en zonas con actividad minera y en sitios identificados con contaminantes naturales para prevenir posibles daños a la salud de todos los seres vivos, plantas, animales e inclusive el hombre.

Todas estas perturbaciones inducidas por el hombre tienen como resultado la reducción de especies y de diversidad genética, que a su vez afectan el funcionamiento de los ecosistemas. La degradación ambiental producida por el crecimiento poblacional, a pesar de no ser el único responsable de los problemas ambientales, surge como una crisis de sustentabilidad ecológica, marcada por la sobreexplotación y la contaminación de los recursos y servicios de la naturaleza (Leff, 1998). Los núcleos poblacionales importantes sobrepasan la capacidad de la naturaleza para regenerar, reciclar desechos y renovar recursos. Así, el problema radica entonces en el modelo de productividad tecnológica, en los diseños urbanos, en la ubicación de las ciudades e industrias, en el emplazamiento de actividades agrícolas y ganaderas en lugares que no se prestan para estas actividades. En otras palabras, es la modalidad de desarrollo la que produce, por una parte los crecimientos desmesurados de las poblaciones y las migraciones provenientes del campo y, por otra, los deterioros del medio ambiente y los recursos naturales (UNEP, 1995).

Bajo estas circunstancias, el manejo sustentable del agua se torna en una tarea difícil ante problemas de crecimiento poblacional aunados a incremento de la pobreza, ignorancia y urbanización, a factores socioeconómicos que obligan a posponer políticas de conservación ambiental y de protección social, a falta de conocimiento público e institucional de los riesgos asociados con el uso no sostenido de los recursos hídricos y de un manejo del recurso fragmentado y descoordinado por las diferentes instancias gubernamentales. Así, el impacto del hombre y de las poblaciones en la degradación de su hábitat, resulta ser un tema ineludible de ser analizado y tomado en cuenta no sólo por científicos, sino por políticos, tomadores de decisiones en todos los ámbitos de la actividad humana y por el hombre mismo.

Por último, se puede decir que el deterioro de nuestros ecosistemas acuáticos con la consecuente pérdida de hábitat se originan por un manejo equivocado de los recursos naturales, por políticas con intereses comerciales sin considerar el ambiente, por desconocimiento de nuestra diversidad biológica, por carencia de tecnología propia para un aprovechamiento sustentable de los recursos y de falta de conciencia e información sobre temas ambientales por parte de la población en general. Sólo un enfoque integral que considere los aspectos mencionados, un marco institucional con fuerte respaldo legal y un apoyo multidisciplinario en términos de recursos humanos podrá permitir un adecuado uso de los recursos acuáticos epicontinentales y una mejor relación hombre-naturaleza.

Servicios ambientales

Las funciones de un ecosistema se refieren a las propiedades o procesos que se llevan a cabo dentro de él y se reflejan como productos y servicios que representan beneficios a la humanidad. Es importante hacer notar que muchas veces un servicio ambiental está dado por dos o más ecosistemas o que un ecosistema puede proporcionar varios servicios ambientales. Se debe enfatizar también la naturaleza interdependiente de estas funciones ambientales.

Así, la valoración de los sistemas ecológicos resulta necesaria e indispensable en la toma de decisiones a pesar de las dificultades e incertidumbres que esto conlleva. Una de las maneras de hacerlo es a través de los costos y beneficios que los servicios ambientales nos brindan para llevar a cabo nuestras actividades. La cadena de efectos provenientes de estos servicios puede variar desde algo muy simple hasta algo extremadamente complejo. Un bosque provee de madera,

pero también asegura humedad, conserva el suelo y crea un microclima, todo lo cual contribuye al bienestar humano y generalmente este valor no está incluido en el mercado.

Un ejemplo de esto son los humedales, los cuales están considerados entre los sistemas más dinámicos y productivos, que además proveen de una gran variedad de servicios ambientales. Al mismo tiempo, estas características han propiciado que el hombre los convierta en sistemas con un propósito único de uso (principalmente para cultivos) a costa de la pérdida de otras funciones y de una disminución de la superficie inundable. Esto ha traído consecuencias graves en el control de inundaciones y pérdida de hábitats. En términos económicos y sociales, el valor de la pérdida de estas funciones depende de la situación económica y geográfica del país. No es lo mismo la valoración que se da en un país desarrollado al de uno subdesarrollado, ya que los valores del mercado y de la economía informal son diferentes. Otro ejemplo claro es el valor que se le da al agua potable en un país desarrollado como Estados Unidos y en uno subdesarrollado como Malasia. En EUA esta función está valuada en USD 15 095/ha/año (Gupta y Foster, 1975) y en Malasia en USD 104/ha/año (Kumari, 1995); esto es debido, en parte, a las diferencias en los estándares de calidad del agua, costos y disponibilidad y al valor de mercado (Costanza *et al.*, 1997).

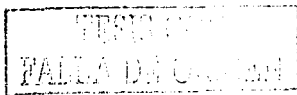
En México, el agua es gratuita, sólo se paga el costo de aprovisionamiento. Otras de las funciones de particular importancia económica que proveen los humedales son el control de inundaciones, reciclamiento de nutrientes y de materiales de desecho, que representan casi el 80% de su valor económico. Dependiendo de las características del ecosistema existen funciones que deben ser valoradas por su importancia ecológica como: influencia sobre el clima local y global, sobre la temperatura, precipitación, intercambio atmosférico, formación de suelo y control de erosión; por su importancia biológica: si se trata de áreas de crianza, alimentación, migración o corredores biológicos y por su importancia social en caso de ser áreas con uso recreativo o sujetas a algún tipo de explotación.

Valor económico de los recursos acuáticos

El uso sustentable de los recursos acuáticos requiere de una mejor información para el manejo, integridad y uso del agua disponible, la conservación del recurso y un inventario o catálogo de los productos y servicios que de ellos se obtienen. La integración de la información de la distribución del agua, su drenaje y su suministro en México no es una tarea sencilla, debido a que la información recabada por las autoridades federales, estatales y locales responsables del manejo y planeación de los recursos acuáticos se encuentra frecuentemente dispersa, rara vez publicada y no ha sido integrada y analizada colectivamente por la comunidad científica. Monitorear y evaluar las políticas para el manejo integral del uso del agua requiere de la asociación a largo plazo entre investigadores, dependencias y usuarios. Para iniciar estas acciones regionales, considerando al mismo tiempo la conservación, se deben reconocer las características hidrológicas y biológicas de las cuencas, identificar las necesidades de diversos tipos de usuarios (p.e. agricultura, industria y consumo humano) y reconocer a aquellos dispuestos a colaborar con los incentivos de conservación (Banco Mundial, 1991).

En México, en materia de agua, prevalece un modelo protagonizado por una autoridad gubernamental centralizada y propietaria de los derechos sobre el agua, que asigna concesiones y permisos de uso y que además, posee amplios poderes para determinar condiciones de acceso y utilización. En este modelo, en general, han predominado criterios políticos sobre consideraciones económicas y ambientales en el manejo de los sistemas hidráulicos, que se ven reflejados en seis aspectos muy importantes: escasez, asignación ineficiente, financiamiento insuficiente en obras de infraestructura, impactos ambientales, sobreexplotación y agotamiento.

En materia de recursos naturales, estos no han sido aprovechados racionalmente a pesar de la enorme diversidad de ecosistemas, especies silvestres de flora y fauna, recursos genéticos. Esta riqueza ha sido sobreexplotada o subutilizada en la mayoría de los casos. Las actividades actuales económicas (rurales y urbanas) las cuales usan directa o indirectamente recursos



naturales tienen un marcado énfasis extractivo. Para frenar esas tendencias de deterioro y pérdida, así como para sentar las bases que estimulen su conservación y aprovechamiento sustentable, es imprescindible identificar los atributos, funciones y valores de la misma, así como sus ventajas comparativas y el potencial económico que encierra.

Existe una gran cantidad de estudios relacionados con la valoración económica de los recursos biológicos, sin embargo no existe a la fecha una metodología confiable para evaluar económicamente la biodiversidad *per se*. La valoración de la diversidad requiere de conocimientos sobre todas las especies y hábitats que la componen, y no sólo de los recursos biológicos útiles al hombre. Existe un desconocimiento muy grande del valor potencial de la biodiversidad debido a que sus funciones no están reconocidas en el mercado.

Problemática y consolidación de mercados

La inexistencia o fragilidad de los mercados, aunado a la ausencia de regulaciones y políticas eficaces para la gestión de la biodiversidad son algunas de las principales causas de pérdida de la biodiversidad. Si bien estas fallas son muy graves, existe la posibilidad de resolverlas gradualmente mediante la identificación de las vías de demanda y oferta de recursos y productos naturales existentes y potenciales. La resolución de los problemas señalados, la consolidación y fortalecimiento de los mercados y la integración de los costos ambientales correspondientes, deben ser metas ligadas a la conservación ecológica y la diversificación productiva de los sectores primarios involucrados.

En México, los programas orientados a conservar y manejar poblaciones de especies silvestres se han concentrado en aquellas que tienen importancia cinegética o comercial. Esto se lleva al cabo a través de la integración y desarrollo de Unidades para la Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Vida Silvestre (UMA). En este sentido, existen varias UMA's establecidas en humedales y cuerpos de agua, principalmente en los estados de Tamaulipas, Sinaloa y Sonora, que están relacionadas con actividades cinegéticas de aves acuáticas. Sin embargo, resulta necesario y urgente regular ecológicamente el aumento de la demanda cinegética y la diversificación de su oferta excluyendo a las especies amenazadas y fomentando el establecimiento de nuevos ranchos cinegéticos administrados por las propias comunidades locales. Esto permitiría una menor sobreexplotación de las especies de fauna silvestre, ayudaría a detener la destrucción de los hábitats naturales y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos.

Por otra parte, el ecoturismo, cuyo valor de uso directo no consuntivo reside en el estricto respeto de la capacidad de carga de los ecosistemas destinados a este tipo de actividades, constituye una buena opción de financiamiento para la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales; pues hace compatible el uso de la biodiversidad con la creación de flujos recurrentes de ingresos en moneda nacional y en divisas, generando provechosos efectos económicos y sociales, y haciendo posible la ejecución de programas de conservación congruentes con el desarrollo local y regional mediante la generación de fuentes propias de empleo y financiamiento. Sin embargo, en muchos casos no se respeta la capacidad de carga, no hay suficiente vigilancia y no se realizan las acciones necesarias para prevenir o restaurar el deterioro debido al uso.

Por último, el mercado de la pesca comercial y de subsistencia de especies dulceacuáticas, que se lleva a cabo en presas y lagos principalmente, está poco desarrollado. Las capturas son aprovechadas básicamente para autoconsumo y en segundo término buscan cubrir la demanda del mercado local y regional. El producto restante, que es mínimo, se vende fuera del estado. Un ejemplo, donde el beneficio que deriva de la explotación pesquera se refleja incluso en las ciudades de México y Guadalajara y a donde son canalizados los volúmenes más importantes de su producción, es la presa Infiernillo. El precio al consumidor con que se comercializa este pescado se orienta hacia estratos de ingresos medios y bajos, así como a la población marginada (Juárez, 1995).

En general, en los grandes cuerpos de agua existe un gran potencial pesquero, sin embargo éste se ha visto disminuido debido a problemas técnicos para la explotación y comercialización de una gran variedad de especies; así como a problemas de contaminación y sobreexplotación del recurso hídrico. En el caso de las presas, la dimensión potencial de la actividad pesquera como una alternativa de producción aunque esté regida por el manejo hidráulico de la presa, puede llegar a ser un factor importante de desarrollo para los habitantes del vaso; sobretudo para las comunidades reubicadas que pescaban para consumo familiar y que al verse afectadas por la pérdida de la totalidad de sus tierras, tuvieron que convertir la pesca en una actividad donde el producto, además de autoconsumo, se destine para venta. Otro factor que ha incidido negativamente en la biodiversidad de lagos y presas es la sobreexplotación de los recursos. Así, resulta necesario limitar el esfuerzo pesquero con medidas regulatorias en función de la productividad de los cuerpos acuáticos mediante el ordenamiento de la actividad, limitando el número de pescadores, de embarcaciones, de las artes de pesca y de los días laborables.

En resumen, las perspectivas de aprovechamiento pesquero y acuícola dependen de múltiples aspectos que tienen que ver con el manejo hidráulico del cuerpo de agua, la evolución de la calidad del agua, los cambios en las poblaciones y características biológicas de las especies, tipo e intensidad de explotación que se genere, de una eficiente administración de las cooperativas y de la apertura de nuevos mercados.

En vista de todo lo anterior, es necesario acelerar los procesos que nos permitan cambiar las tendencias de deterioro que han estado asociadas a factores económicos, demográficos, tecnológicos y culturales. Por otra parte, las presiones sobre los recursos naturales y más en general, sobre los servicios ambientales, están también al alza, derivados de la creciente y acelerada urbanización. Resulta necesario y urgente tomar acciones decididas y definir límites al deterioro ambiental a través de políticas serias de ordenamiento ecológico y de un manejo sustentable y predictivo. En este sentido es importante resaltar que el manejo efectivo y la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas acuáticos sólo pueden alcanzarse si las decisiones se basan en información científica. En la actualidad el conocimiento de los sistemas acuáticos se ha centrado principalmente en el aspecto descriptivo de las variables ambientales y en listas de especies de los grupos biológicos más importantes. Esto es insuficiente, quedan un gran número de taxa por estudiar y se requiere de un mayor conocimiento de la dinámica poblacional de las especies, sus interacciones y sus funciones en el ecosistema. Se requiere también de alternativas de manejo, mitigación, restauración y rehabilitación ecológica en situaciones de contingencia ambiental, revalorización de los bienes y servicios ambientales que estos sistemas brindan a la sociedad y del manejo predictivo de los ecosistemas y de sus efectos al modificar los patrones de flujo hidrológico. Todo lo anterior con la finalidad de planear a corto, mediano y largo plazos, soluciones sustentables y viables para los muchos problemas relacionados con los recursos acuáticos y la degradación ambiental.

Regiones Hidrológicas Prioritarias con falta de información científica

De las 110 Regiones Hidrológicas Prioritarias, el 26% corresponden a áreas que son importantes biológicamente pero no se cuenta con suficiente información científica (Cuadros 1 - 6, Figura 2). Las Regiones Hidrológicas Prioritarias menos estudiadas corresponden a las regiones del Sureste con un 41% y en el Altiplano Norte con un 32% del total de sus áreas (Cuadro 25). Esto significa que a pesar de los esfuerzos realizados para incrementar el conocimiento, los inventarios y la sistematización de la flora y fauna acuáticas, éstos no han sido suficientes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cuadro 25. Cuadro comparativo de regiones con falta de información

Regiones de trabajo	Total de regiones		Falta de información	
	No.	%	No.	%
Noroeste	22	20	6	27
Pacífico Tropical	10	9	1	10
Altiplano Norte	22	20	7	32
Centro	16	15	2	13
Golfo de México	13	12	2	15
Sureste	27	24	11	41
Totales	110	100	29	26

En la región Noroeste hacen falta inventarios de flora y fauna, caracterización de hábitats y cuerpos acuáticos, evaluación de los reservorios como refugios de fauna silvestre, conocimientos de la dinámica y calidad de los acuíferos y corrientes superficiales y estudios sobre la dinámica poblacional de especies endémicas.

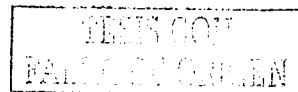
La región del Pacífico Tropical carece de información sobre sus acuíferos y el balance hidrológico de sus ríos; faltan inventarios de la biota, especialmente de las especies acuáticas y evaluación de los impactos provocados por la contaminación. La región Altiplano Norte requiere de inventarios biológicos y monitoreo de los grupos de especies conocidos e introducidos; estudios de las aguas subterráneas, de la calidad del agua y de la dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat.

La región Centro requiere de un mayor conocimiento de las aguas subterráneas, del balance hidrológico y de la diversidad acuática. También, por ser la región más densamente poblada necesita de estudios sobre la reducción y fragmentación de hábitats, evaluación de los impactos por especies introducidas y desecación de los cuerpos de agua, estudios sobre productividad primaria y secundaria y repoblación con especies nativas, evaluaciones de la asimilación de metales pesados y agroquímicos, metabolismo de nutrientes, redes tróficas, balance hidrológico, calidad del agua, flujo de contaminantes y ahondar en el conocimiento de la biodiversidad.

La región del Golfo de México requiere de inventarios biológicos, principalmente de algas, invertebrados y plancton, de la caracterización de hábitats y cuerpos acuáticos, de la evaluación de los reservorios como refugios de fauna silvestre, de la repoblación de fauna nativa y de estudios de las características fisicoquímicas del agua y balance hidrológico.

Por último, en la región Sureste hacen falta estudios sobre la cuenca como unidad fundamental de estudio, la dinámica de los acuíferos y corrientes superficiales, sobre microtopografía de las cuencas, análisis de la química y calidad del agua, listados de flora y fauna, especialmente de invertebrados y conocimientos de la biología de las especies.

En cuanto al conocimiento de la biodiversidad de México, la información se encuentra muy dispersa en cuanto a grupos, tanto faunísticos como florísticos, a ecosistemas y al manejo de cuencas. En general, se requiere la conformación de grupos de investigación interdisciplinarios que trabajen distintos aspectos y temáticas a nivel de ecosistema, considerando la cuenca hidrológica, a diferentes escalas geográficas, como la unidad fundamental de estudio; así como la formación de recursos humanos a ese nivel. Se requiere también de datos más específicos y formas de recolección más eficientes que permitan el desarrollo de métodos y tecnologías que provean estimaciones confiables de los recursos en unidades espaciales y temporales específicas; que permitan el uso máximo de la información existente y de tecnologías nuevas como los sistemas de percepción remota e información geográfica; que provean de un marco para monitorear los cambios que ocurren en los ecosistemas; que eviten la recolección de información redundante y

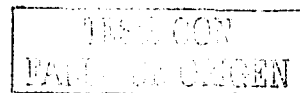


que promuevan el desarrollo de terminología común y el intercambio de datos a través de bases de datos actualizadas; así como la utilización de esta información en la elaboración de políticas, planes de manejo y conservación de los recursos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFÍA

- Abell, R., D.M. Olson, E. Dinerstein, P.T. Hurley, W. Eichbaum, S. Walters, W. Wettengel, T. Allnutt y C.J. Loucks. 1998. *A conservation assessment of the freshwater ecoregions of North America*. Final Report submitted to the U.S. EPA, April 1998. World Wildlife Fund. Washington, D.C., EUA. pp. 115.
- Aguilar, S. 1990. *Dimensiones Ecológicas del Estado de Morelos*. CRIM, UNAM. México, Cuernavaca. pp. 221.
- Alanís, F.J., M. Rovalo, M. González y G. Cano. 2000. *El parque natural "La Estanzuela" cultura al bosque, conservación y uso racional del agua*. Consejo Estatal, Flora y Fauna de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL y PRONATURA. pp. 4.
- Alcocer, J. 1998. Contaminación de aguas continentales. En: *Destrucción del hábitat*. G. Toledo y M. Leal (Eds.). Programa Universitario de Medio Ambiente, Coordinación de Vinculación, UNAM. pp. 93-106.
- Alcocer, J., M. Chávez y E. Escobar. 1993. La Limnología en México. Historia y perspectiva futura de las investigaciones limnológicas. *Ciencia* 44: 441-453.
- Alcocer, J. y E. Escobar. 1990. The drying up of the Mexican Plateau axalapazcos. *Salinet* 4: 34-36.
- Alcocer, J. y E. Escobar. 1992. The aquatic biota of the now extinct lacustrine complex of the Mexico basin. *Freshwater Forum* 2(3): 171-183.
- Alcocer, J. y E. Escobar. 1996. Limnological regionalization of Mexico. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 2:55-69.
- Alcocer, J., E. Escobar y L.E. Marín. 2000. Epicontinental aquatic systems of Mexico in the context of hydrology, climate, geography, and geology. En: *Aquatic ecosystems of Mexico: Status and Scope*. M. Munawar, S. Lawrence, I.F. Munawar y D. Malley (Edts.). Ecovision World Monograph Series. Backhuys Publishers. Leiden. pp. 1-13.
- Alcocer, J. y E. Kato. 1995. Cuerpos acuáticos de Cuatro Ciénegas, Coahuila. En: *Lagos y presas de México*. G. de la Lanza y J.L. García C. (Comps.). Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México. pp. 177-193.
- Alcocer, J., A. Lugo, L.E. Marín y E. Escobar. 1998. Hydrochemistry of waters from five cenotes and evaluation of their suitability for drinking-water supplies, northeastern Yucatan, Mexico. *Hydrogeology Journal* 6(2): 293-301
- Alcocer, J., A. Lugo, M.R. Sánchez, M. Chávez y E. Escobar. 1998. Threats to the saline lakes of the Oriental basin, Mexico, by human activities. *Verhandlungen Internationalis Vereinigung Limnologie* 26:1383-1386.
- Alcocer, J., A. Lugo, E. Escobar, M.R. Sánchez y G. Vilaclara. 2000. Water column stratification and its implications in the tropical warm monomictic lake Alchichica, Puebla, México. *Verhandlungen Internationalis Vereinigung Limnologie* 27:3166-3169.
- Alcocer, J. y W.D. Williams. 1993. Lagos salinos mexicanos. En: *Biodiversidad marina y costera de México*. S.I. Salazar-Vallejo y N.E. González (Eds.). Conabio y CIQRO. México. pp. 849-865.
- Alcocer, J. y W.D. Williams. 1996. Historical and recent changes in Lake Texcoco, a saline lake in Mexico. *International Journal of Salt Lake Research* 5: 45-61.
- Almer, B., W. Dickson, C. Ekström, E. Hörnström y U. Miller. 1974. Effects of acidification on Swedish lakes. *Ambio* 3: 30-36.



Álvarez, J. 1950. Contribución al conocimiento de los peces de la región de los Llanos, estado de Puebla (México). *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, Instituto Politécnico Nacional 6(1-4): 81-107.

Álvarez, G.M. y J.M. Cassián. 1993. El agua y el manejo integral de los recursos naturales en cuencas hidrográficas. En: *El agua recurso vital*. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Oaxaca, México. pp. 93-112.

Álvarez, S., P. Galina y L. Grismer. 1997. Anfibios y reptiles. En: *Los oasis de la Península de Baja California*. L. Arriaga y R. Rodríguez Estrella (Eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, B.C.S. pp. 125-141.

Arias, J. (1993). El agua en el mundo: agua para la vida, agua para la muerte. En: *El agua recurso vital*. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Oaxaca, México. pp. 5-10.

Arredondo, F.J., L. Borrego, R. Castillo y M. Valladolid. 1983. Batimetría y morfometría de los lagos "Maars" de la Cuenca Oriental, Puebla, México. *Biótica* 9 (1):23-39.

Arredondo, J.L. y C. Aguilar. 1987. Bosquejo histórico de las investigaciones limnológicas, realizadas en lagos mexicanos, con especial énfasis en su ictiofauna. En: *Contribuciones en Hidrobiología*. S. Gómez y V. Arenas (Eds). UNAM, México. pp. 91-133.

Arriaga, L. 1997. Introducción. En: *Los oasis de la Península de Baja California*. L. Arriaga y R. Rodríguez Estrella (Eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, B.C.S. pp. 1-4.

Arriaga, L., S. Díaz, R. Domínguez y J.L. León. 1997. Composición florística y vegetación. En: *Los oasis de la Península de Baja California*. L. Arriaga y R. Rodríguez Estrella (Eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, B.C.S. pp. 69-106.

Arriaga, L. V. Aguilar y J. Alcocer. 2000. *Aguas continentales y diversidad biológica de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México

Athié, M. 1987. *Calidad y cantidad del agua en México*. Universo Ventiuno. México. pp.152.

Banco Mundial. 1991. Save now or pay later. *The urban edge: issues and innovations* 15(3):1-6.

Barbour, C.D. 1973. A biogeographical history of *Chirostoma* (Pisces: Atherinidae): a species flock from the Mexican Plateau. *Copeia* 3: 533-556.

Bassols, A. 1977. *Recursos naturales de México*. Nuestro Tiempo. México. pp.345

Baumgartner, A. y E. Reichel. 1975. *The world water balance*. Munich. R. Oldenbourg.

Brooks, K.N., P.F. Ffolliott, H.M. Gregersen y L.F. DeBano. 1997. *Hydrology and management of watersheds*. 2nd Edition. Iowa State University Press/Ames. pp. 502.

Budiko, M.I. 1974. *Climate and Life*. Academic Press. International Geophysics Series 18: 525.

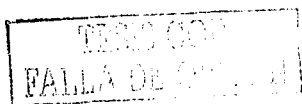
Burrill, A. 1997. *Assessing the societal value of water in its uses*. Institute for Prospective Technological Studies. Joint Research Centre of the European Commission. España. pp. 46.

Campbell, P.G.C. y P.M. Stokes. 1985. Acidification and toxicity of metals to aquatic biota. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 42(12): 2034-2049.

Carmona, L. M.C. 1998. Globalización de mercados. El discurso de la globalidad y la relación comercio/ambiente. En: *Destrucción del hábitat*. G. Toledo y M. Leal (Eds.). Programa Universitario de Medio Ambiente, Coordinación de Vinculación. UNAM. pp. 443-455.

CBD (Convenio sobre Diversidad Biológica). 1992. *Convenio sobre Diversidad Biológica*. Aprobado en la Conferencia de Nairobi, Kenia el 22 de mayo de 1992.

CESPEDES (Centro de estudios del sector privado para el desarrollo sustentable) y CMIC (Cámara Mexicana de la industria de la construcción). 1998. *Eficiencia y uso sustentable del agua en México: participación del sector privado*. CESPEDES. México. pp. 132.



Chávez, M. y G. Vilaclara. 1992. Datos para la regionalización limnológica mexicana. *I Encuentro de Limnólogos Iberoamericanos*, Sevilla, Agosto. pp. 14-20.

CNA (Comisión Nacional del Agua). 1998a. *Carta de Regiones Hidrológicas Administrativas y Estados*. México.

CNA (Comisión Nacional del Agua). 1998b. *Inventario de cuerpos de agua y humedales de México*, escala 1:250 000. Subgerencia de Saneamiento y Calidad del Agua. México.

Cole, G.A. 1979. *Textbook of Limnology*. Mosby, San Luis.

Cole, G.A. 1984. Crustacea from the Bolson de Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences* 19: 3-12.

Coll-Hurtado, A. y M.T. Sánchez-Salazar. 1990. Producción Minera, escala 1:4 000 000. *Atlas Nacional de México*. Instituto de Geografía, UNAM. Tomo III.VI.8.3. México

Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998a. *Regiones Prioritarias Marinas*, escala 1:4 000 000. México.

Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998b. *Regiones Hidrológicas Prioritarias*, escala 1:4 000 000. México.

Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2000. *Regiones Prioritarias Terrestres de México*, escala 1:1 000 000. México.

Contreras-Balderas, S. 1990a. Importancia, biota endémica y perspectivas actuales en el valle de Cuatro Ciénegas, Coahuila, México. En: *Áreas Naturales Protegidas en México y especies en extinción*. J.L. Camarillo y F. Rivera (Comps.). Proyecto Conservación y Mejoramiento del Ambiente (CyMA) y Unidad de Investigación ICSE, ENEP - Iztacala, UNAM. pp. 15-23.

Contreras-Balderas, S. 1990b. Lista anotada de especies de peces mexicanos en peligro o amenazados de extinción. En: *Áreas Naturales Protegidas en México y especies en extinción*. J.L. Camarillo y F. Rivera (Comps.). Proyecto Conservación y Mejoramiento del Ambiente (CyMA) y Unidad de Investigación ICSE, ENEP - Iztacala, UNAM. pp. 211-215.

Contreras-Balderas, S. 1995. Las presas del noreste de México. En: *Lagos y presas de México*. G. de la Lanza y J.L. García C. (Comps.). Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México. pp. 277-289.

Contreras-Balderas, S. 1999. Annotated Checklist of Introduced Invasive Fishes in Mexico, with Examples of some Recent Introductions. En: *Nonindigenous freshwater organisms. Vectors, Biology and Impacts*. R. Claudi y J.H. Leach (Eds.). Lewis Publishers. EUA. pp. 33-54.

Contreras-Balderas, S. y P. Almada-Villela. 1991. Fish biodiversity, water availability and regional planning (abstract). *1991 Annual Meeting of the American Society of Ichthyologists and Herpetologists, New York*.

Contreras-Balderas, S. y M.A. Escalante. 1984. Distribution and known impacts of exotic fishes in Mexico. En: *Distribution, biology, and management of exotic fishes*. W.R. Courtenay, Jr. y J.R. Stauffer, Jr. (Eds.). The Johns Hopkins University Press. Londres. pp. 102-130.

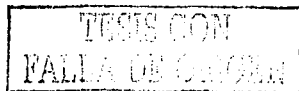
Contreras-Balderas, S. y M.L. Lozano-Vilano. 1994a. Water, endangered fishes and development perspectives in arid lands of Mexico. *Conservation Biology*. Vol. 8, No. 2: 379-387.

Contreras-Balderas, S. y M.L. Lozano-Vilano. 1996. Extinction of most Sandia and Potosi valleys (Nuevo Leon, Mexico) endemic pupfishes, crayfishes and snails. *Ichthyology Explorations of Freshwaters* Vol. 7, No. 1: 33-40.

Costanza, R., R. D'Arge, R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton y M. Van den Belt. 1997. The value of the world ecosystem services and natural capital. *Nature* 387(6230):49.

Daily, G., S. Alexander, P. R. Ehrlich, L. Goulder, J. Lubchenco, P. A. Matxon, H. A. Mooney, S. Postel, S. H. Schneider, D. Tilman y G. M. Woodwell. 1997. Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology*. No. 2. p. 1-17.

- Darlington, P.J. 1957. *Zoogeography: the geographical distribution of animals*. Wiley, New York.
- de la Lanza, G. y J.L. García C. (Comps.). 1995. *Lagos y presas de México*. Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México. pp. 320.
- Deacon, J.E., G. Kobetich, J. Williams y S. Contreras. 1979. Fishes of North America: Endangered, threatened or of special concern: 1979. *Bulletin of the American Fisheries Society*. 4(2):29-44.
- Díaz-Barriga, F., G. Pedraza, R. Reyes, L. Carrizales y L. Yáñez. 1998. Contaminación por residuos peligrosos. En: *Destrucción del hábitat*. G. Toledo y M. Leal (Eds.). Programa Universitario de Medio Ambiente, Coordinación de Vinculación. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 59-92.
- Dirzo, R. y M.C. García. 1992. Rates of Deforestation in Los Tuxtlas, a Neotropical Area in Southeast Mexico. *Conservation Biology*. 6(1):84-90
- Edwards, R.J. y S. Contreras-Balderas. 1991. Historical changes in the ichthyofauna of the lower Rio Grande (Río Bravo del Norte), Texas and Mexico. *The Southwestern Naturalist* 36(2): 201-212.
- Espinosa Pérez, H., P. Fuentes Mata, M.T. Gaspar Dillanes y V. Arenas. 1998. Notas acerca de la ictiofauna mexicana. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comps.). Instituto de Biología, UNAM. pp. 227-249.
- Ezcurra, E. 1993. El problema del agua en las zonas áridas. En: *El agua recurso vital*. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Oaxaca, México. pp. 67-76.
- Ezcurra, E. y C. Montaña. 1990. Los recursos naturales renovables en el norte árido de México. pp. 297-327. En: *Medio ambiente y desarrollo en México*. E. Leff (Coord.). Vol. 1. Colección México: actualidad y perspectivas. UNAM/Porrúa. México.
- Ferrusquía-Villafranca, I. 1998. Geología de México: una sinópsis. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comps.). Instituto de Biología, UNAM. pp. 3-108.
- Flores-Villela, O. 1993. Ecogeography of the peninsula herpetofauna of Baja California, Mexico and its utility in historical biogeography. En: *Biological diversity of Mexico: origins and distribution*. T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). Oxford University Press, Nueva York.
- Flores-Villela, O. 1998. Herpetofauna de México: distribución y endemismo. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comps.). Instituto de Biología, UNAM. pp. 251-278.
- Flores-Villela, O y L. León Paniagua. 1998. Extinción de especies en México. En: *Destrucción del hábitat*. G. Toledo y M. Leal (Eds.). Programa Universitario de Medio Ambiente, Coordinación de Vinculación, UNAM. pp. 155-170.
- Fries, C. Jr. 1960. Geología del estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero. Región central meridional de México. *Boletín del Instituto de Geología*. Instituto de Geología, UNAM. 60: 1-236.
- García, M.A. 1982. Los recursos hidráulicos. En: *El medio ambiente en México: temas, problemas y alternativas*. M. López Portillo y Ramos (Comp). Fondo de Cultura Económica. México. pp. 92-109.
- García, E. 1988. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México.
- García, E. y CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. *Climas (Clasificación de Köppen, modificado por García)*. Escala 1:1 000 000. México.
- Gupta, T.R. y J.H. Foster. 1975. Economic criteria for freshwater wetland policy in Massachusetts. *American Journal of Agricultural Economics* 57: 40-45.
- Guzmán, A.M. 1995. El Lago de Chapala. En: *Lagos y presas de México*. G. de la Lanza y J.L. García C. (Comps.). Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México. pp. 129-145.
- Hall, F.G. 1936. Physical and chemical survey of cenotes of Yucatan. *Carnegie Institution of Washington Publications* 457: 5-16.



Hernández-Avilés, J.S., Ma. C. Galindo de Santiago y J. Loera-Pérez. 1995. Bordos o microembalses. En: *Lagos y presas de México*. G. de la Lanza y J.L. García C. (Comps.). Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México. pp. 291-308.

INE (Instituto Nacional de Ecología). 1996. *Uso de suelo y Vegetación*, escala 1:1 000 000. Dirección de Ordenamiento Ecológico. México.

INE (Instituto Nacional de Ecología). 1999a. *Red del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas hasta agosto de 1999. Información cartográfica digital*. Unidad Coordinadora de Áreas Naturales Protegidas. México.

INE (Instituto Nacional de Ecología). 1999b *Normas Oficiales Mexicanas para la Protección Ambiental*. <http://www.ine.gob.mx>

INE (Instituto Nacional de Ecología). 1999c. *Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000*. <http://www.ine.gob.mx>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1973. *Tipos de Vegetación y Uso de Suelo en la República Mexicana*, escala 1:250 000. México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1995. *Estadísticas del medio ambiente*. México.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1997. *Estadísticas del medio ambiente*. México.

INEGI-IG (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - Instituto de Geografía). 1990. División Política Estatal I.1.2. *Atlas Nacional de México* Vol. I. Instituto de Geografía, UNAM. México.

Juárez, P.R. (1995). Presa Infiernillo (Adolfo López Mateos). En: *Lagos y presas de México*. G. de la Lanza y J.L. García C. (Comps.). Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México. pp. 211-223.

Jorgensen, S.E. y R.A. Vollenweider (Eds.). 1988. Principles of Lake Management. *Guidelines of Lake Management* Vol. 1. International Lake Environment Committee - United Nations Environment Programme. pp. 199.

Kottelat, M. y T. Whitten. 1996. Freshwater biodiversity in Asia with special reference to fish. *World Bank Technical Paper No. 342*. The World Bank.

Kumari, K. 1995. *An environmental and economic assessment of forest management options: a case study in Malaysia*. The World Bank. Environmental Economics Series 026, Washington, D.C.

Leff, E. 1998. Hábitat / habitar. En: *Destrucción del hábitat*. G. Toledo y M. Leal (Eds.). Programa Universitario de Medio Ambiente, Coordinación de Vinculación. UNAM. pp. 31-44.

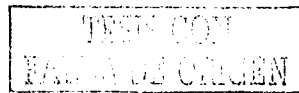
López Portillo y Ramos, M. (Comp.). 1982. *El medio ambiente en México: temas, problemas y alternativas*. Fondo de Cultura Económica. México. pp. 426.

Lot, A. 1991. *Vegetación y flora vascular acuática del estado de Veracruz*. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. pp. 226.

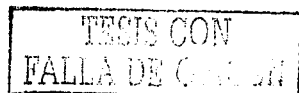
Lot, A. y A. Novelo. 1988. Vegetación y flora acuática del lago de Pátzcuaro, Michoacán, México. *The Southwestern Naturalist* 33(2):167-175.

Lot, A. y P. Ramírez-García. 1998. Diversidad de la flora acuática mexicana. En: *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comps.). Instituto de Biología, UNAM. pp. 563-578.

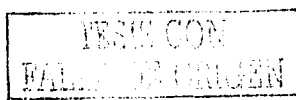
Lot, A., A. Novelo, M. Olvera, P. Ramírez-García. 1999. *Catálogo de angiospermas acuáticas de México. Hidrófitas estrictas emergentes, sumergidas y flotantes*. Cuadernos 33. Instituto de Biología, UNAM. pp. 161.



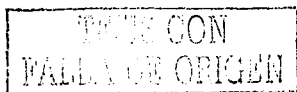
- Maass, J.M. 1998. Erosión de suelos en México: una consecuencia de la transformación del hábitat y uno de los problemas más serios de degradación ambiental. En: *Destrucción del hábitat*. G. Toledo y M. Leal (Eds.). Programa Universitario de Medio Ambiente, Coordinación de Vinculación. UNAM. pp. 271-285.
- Maderey, L.E. y C. Torres-Ruata 1990. Hidrografía e hidrometría. IV.6.1 (A). *Atlas Nacional de México*. Vol. II. Escala 1:4 000 000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Ediciones Omega. Barcelona. pp. 1010.
- Marín, L.E. y E.C. Perry. 1995. The hydrogeology and contamination potential of northwestern Yucatan, Mexico. *Geofísica Internacional* 33(4): 619-623.
- Marín, L.E., B. Steinich, O. Escolero, R.M. Leal, B. Silva, S. Gutiérrez. 1998. Water quality monitoring in Mexico using specific conductance. *Ground Water Monitoring and Review*, V. 18(1), Invierno, 1998. pp. 156-162
- McAllister, D.E., A.L. Hamilton y B. Harvey. 1997. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. *Sea Wind* 11(3): 1-139.
- McCoy, C.J. 1984. Ecological and zoogeographic relationships of amphibians and reptiles of the Cuatro Ciénegas basin. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science* 19: 49-59.
- Miller, R.R. 1961. Man and the changing fish fauna of the American Southwest. *Papers of the Michigan Academy of Sciences* 46(1960): 365-404.
- Miller, R.R. 1963. *Extinct, rare and endangered American freshwater fishes*. XVI International Congress of Zoology 8: 4-11.
- Miller, R.R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. México. 30:121-153.
- Minckley, W.L. 1969. Environments of the Bolson of Cuatro Ciénegas, Coahuila, Mexico, with special reference to the aquatic biota. University of Texas en El Paso. *Science Series* 2:1-65.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. 28:29-179.
- Mittermeier, R.A. 1988. Primate diversity and the tropical forest: case studies from Brazil and Madagascar and the importance of the megadiversity countries. En: E. Wilson (ed.), *Biodiversity*. National Academic Press. Washington, D.C.
- Myers, N. 1983. Tropical moist forest: over exploited and underutilized? En: *Forest, Ecology and Management*. Elsevier Science Publ. B.v. Amsterdam, Holanda. 6: 59-19.
- Navarro-Mendoza, M. y C. Valdés-Casillas. 1990. Peces cavernícolas de la península de Yucatán en peligro de extinción, con nuevos registros para Quintana Roo. En: *Áreas Naturales Protegidas en México y especies en extinción*. J.L. Camarillo y F. Rivera (Comps.). Proyecto Conservación y Mejoramiento del Ambiente (CyMA) y Unidad de Investigación ICSE, ENEP-Iztacala, UNAM. México. pp. 218-241.
- Noriega, U.F.A. 1998. El precio del hábitat en la globalización. En: *Destrucción del hábitat*. G. Toledo y M. Leal (Eds.). Programa Universitario de Medio Ambiente, Coordinación de Vinculación, UNAM. pp. 419-426.
- Novelo, A. y A. Lot. 1987. Importancia de la vegetación acuática en los ecosistemas naturales. En: *Memorias del Simposium Internacional sobre la ecología y conservación del delta de los ríos Usumacinta y Grijalva*. 2-6 de febrero de 1987. Villahermosa, Tabasco. pp. 1-6.
- Odum, E.P. 1972. *Ecología*. Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V. 3ª. Edición. México. pp. 639.



- Ojeda, O. y V. Sánchez. 1984. La cuestión ambiental y la articulación sociedad-naturaleza. En: *Actualizaciones*. Programa de Desarrollo y Medio Ambiente (PDMA/84/04). El Colegio de México.
- Oldeman, L.R., V.W.P. van Engelen y J.H.M. Pulles. 1990. The extent of human induced soil degradation. En: *World map of the status of human-induced soil degradation*. L.R. Oldeman, R.T.A. Hakkeling y W.G. Sombroek. International Soil Reference and Information Centre. Wageningen, Holanda.
- Olson, D., E. Dinerstein, P. Canevari, I. Davidson, G. Castro, V. Morisset, R. Abell y E. Toledo (Edts.). 1998. *Freshwater biodiversity of Latin America and the Caribbean: A conservation assessment*. Biodiversity Support Program. Washington, D.C. pp. 70.
- Orbe, A. y J. Acevedo. 1995. El Lago de Pátzcuaro. En: *Lagos y presas de México*. G. de la Lanza y J.L. García C. (Comps.). Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México. pp. 89-115.
- Oyarzábal-Tamargo, F. 1978. International diseconomies: The Colorado River salinity problem in Mexico. En: *Natural Resources Journal*, Vol. 18, No. 7.
- Pacheco, J. y A. Cabrera. 1997. Groundwater contamination by nitrates in the Yucatan Peninsula, México. *Hydrogeology Journal* 5(2): 47-53.
- Patrick, S.T. y A.C. Stevenson. 1990. Acidified Welsh lakes: The significance of land use and management. En: *Acid water in Wales*. K.W. Edwards, A.S. Gee y J.H. Stoner (Eds.). Ann Arbor Sci. Publ., Ann Arbor, MI. pp. 303-323.
- Pearce, D. y D. Moran. 1994. *The economic value of biodiversity*. IUCN – The World Conservation Union. Londres. pp. 172.
- Pérez, J.E. 1996. La acuicultura y la conservación de la biodiversidad. *Interciencia*. 21(3):154-157.
- Pérez-Gil, R, F. Jaramillo, A.M. Muñíz y M.G. Torres. 1995. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. PG7 Consultores S.C. y Conabio, México. pp. 170.
- Pielou, E.C. 1998. *Fresh Water*. The University of Chicago Press. pp. 275
- Pimentel, D., C. Harvey, P. Resosudarmo, K. Sinclair, D. Kurz, M. McNair, S. Crist, L. Shpritz, L. Fitton, R. Saffouri y R. Blair. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267:1117-1123.
- Planas, D. 1996. Acidification Effects. En: *Algal Ecology*. Academic Press. 16: 497-530.
- Quadri, G. 1998. Estado de la contaminación ambiental de México: interpretación e instrumentos de política. En: *Destrucción del hábitat*. G. Toledo y M. Leal (Eds.). Programa Universitario de Medio Ambiente, Coordinación de Vinculación, UNAM. pp. 59-92.
- Quiroz, A., M.G. Miranda y A. Lot. 1982. Uso potencial de algunas hidrófitas como abono verde en la zona chinampera de Xochimilco. *Biotica*. Vol. 7(4): 631-633.
- Ramamoorthy, T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comps.). 1998. *Diversidad biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología. UNAM. pp. 792.
- Ramírez, N.V. 1998. Tráfico de especies en México. En: *Destrucción del hábitat*. G. Toledo y M. Leal (Eds.). Programa Universitario de Medio Ambiente, Coordinación de Vinculación, UNAM. pp. 171-185.
- Ramsar. 1996a. *Wetlands and biological diversity*. The Ramsar Convention Bureau. http://www.ramsar.org/about_biodiversity.htm
- Ramsar. 1996b. *Definición de "humedales" y Sistema de Clasificación de Tipos de Humedales de la Convención de Ramsar*. Convención sobre los Humedales. http://www.iucn.org/themes/ramsar/key_ris_types_s.htm
- Reid, K.G. y R.D. Wood. 1976. *Ecology of inland waters and estuaries*. 2nd. Edition. Litton Educational Publishing. Nueva York. pp. 485.



- Rocha, E.F.C., T. M. Iliffe, J.W. Reid y E. Suárez-Morales. 1998. A new species of *Halicyclops* (Copepoda, Cyclopoida, Cyclopidae) from cenotes of the Yucatan Peninsula, Mexico, with an identification key for the species of the genus from the Caribbean region and adjacent areas. *Sarsia* 83:387-399.
- Rodríguez, G. 1976. *Cambios en la composición de especies de peces en comunidades del Bajo Río Bravo, México, Estados Unidos*. Tesis profesional, Facultad de Ciencias Biológicas, UANL.
- Rodríguez-Estrella, R., L. Rubio y E. Pineda. 1997. Los oasis como parches atractivos para las aves terrestres residentes e invernantes. En: *Los oasis de la Península de Baja California*. L. Arriaga y R. Rodríguez-Estrella (Eds.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, B.C.S. pp. 157-195.
- Rudd, J.W.M., C.A. Kelly, D.W. Schindler y M.A. Turner. 1988. Disruption of the nitrogen cycle in acidified lakes. *Science* 240: 1515-1517.
- Rzedowski, J. 1986. *Vegetación de México*. Limusa, México. pp. 432.
- Sánchez, V., M. Castillejos y L. Rojas. 1989. *Población, recursos y medio ambiente en México*. Fundación Universo Ventiuno. Colección Medio Ambiente 8. México.
- Sculthorpe, C.D. 1967. *The biology of aquatic vascular plants*. Edward Arnold. Londres
- Sedesol (Secretaría de Desarrollo Social). 1993. *México. Informe de la situación actual general en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente 1991-1992*. México.
- Sedue (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología). 1986. *Informe sobre el estado del medio ambiente en México*. México.
- Sedue (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología). 1988. *Informe General de Ecología*. Comisión Nacional de Ecología. México.
- Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1996a. *Programa Hidráulico 1995-2000*. <http://www.semarnap.gob.mx>
- Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1996b. *Programa de Pesca y Acuacultura 1995-2000*. <http://www.semarnap.gob.mx>
- Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1998. *Programa de Trabajo 1998*. <http://www.semarnap.gob.mx>
- Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1999. *Anuario Estadístico de Pesca 1998*. México.
- Semarnap (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 2000. *Programa de Trabajo 2000*. <http://www.semarnap.gob.mx>
- Sládeček, V. Y G. Vilaclara. 1993. A water-bloom in Lake Patzcuaro (Michoacan, Mexico). *Verhandlungen Internationalis Vereinigung Limnologie* 25:431-434.
- SNIB-Conabio (Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1999. Bases de datos.
- Soulsby, C. 1982. Hydrological controls on acid runoff generation in an afforested headwater catchment at Llyn Brianne, Mid-Wales. *Journal of Hydrology* 138: 431-448.
- Spence, D.H.N. 1964. The macrophytic vegetation of freshwater lochs, swamps and associated fens. En: J.H. Burnett (Ed.). *The Vegetation of Scotland*. Oliver and Boyd. Londres.
- SRH (Secretaría de Recursos Hidráulicos). 1970. Subcuencas hidrológicas. En: Mapas de regiones hidrológicas. Escala más común 1:1 000 000. *Boletín Hidrológico*. Jefatura de Irrigación y Control de Ríos, Dirección de Hidrología. México, D.F.
- SRH (Secretaría de Recursos Hidráulicos). 1976. *Atlas del agua de la República Mexicana*. México. pp.232



- Straškraba, M. y J.G. Tundisi. 1999. Reservoir Water Quality Management. *Guidelines of Lake Management*. International Lake Environment Committee Foundation. Japón. Vol. 9. pp. 229.
- Tamayo, J.L. 1962. *Geografía General de México II*. Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas. México. pp. 648.
- Tansley, A.G. 1949. *The British Islands and their vegetation*. University Press, Cambridge.
- Tavera, R. y J. Komárek. 1996. Cyanoprokaryotes in the volcanic lake of Alchichica, Puebla State, Mexico. *Algological Studies* 83:511-538
- Taylor, E.H. 1943. A new ambystomid salamander adapted to brackish water. *Copeia* 3: 151-156.
- Toledo, V.M., J. Carabias, C. Mapes y C. Toledo. 1985. *Ecología y autosuficiencia alimentaria*. Siglo XXI. México.
- Toledo, V.M., J. Carabias, C. Toledo y C. González-Pacheco. 1989. *La producción rural en México: alternativas ecológicas*. Prensa de Ciencias, UNAM y Fundación Universo Ventiuno. Colección Medio Ambiente 6. México.
- Torres-Orozco, R.E. y A. Pérez-Rojas. 1995. El Lago de Catemaco. En: *Lagos y presas de México*. G. de la Lanza y J.L. García C. (Comps.). Centro de Ecología y Desarrollo, A. C. México. pp. 155-175.
- Torres-Orozco, R.E., Jiménez-Sierra, C. y A. Pérez-Rojas. 1996. *Hidrobiología* 00:1-9
- UNEP (United Nations Environment Programme). 1995. *Global Biodiversity Assessment*. V. H. Heywood (Edt.). Cambridge University Press.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 1997. *Diversidad biológica de las aguas interiores*. Informe del Secretario Ejecutivo. UNEP/CBD/SBSTTA/3/2:31.
- Velázquez, L. y A. Ordaz. 1992. Provincias Hidrogeológicas de México. *Ingeniería Hidráulica en México* 7(11): 36-55.
- Vilaclara, G., M. Chávez, A. Lugo, H. González y M. Gaytán. 1993. Comparative description of crater-lakes basic chemistry in Puebla State, Mexico. *Verhandlungen Internationalis Vereinigung Limnologie* 25:435-440.
- WCPA (World Commission on Protected Areas). 1998. *Economic Values of Protected Areas. Guidelines for Protected Area Managers*. A. Phillips (Series Edt.). IUCN, Gland, Suiza. pp. 52
- Wetzel, R.G. 1983. *Limnology*. Saunders. Filadelfia.
- Williams, W.D. 1993. Conservation of salt lakes. *Hydrobiologia* 267: 291-306.
- Williams, W.D. 1996. The largest, highest and lowest lakes of the world: saline lakes. *Verhandlungen Internationalis Vereinigung Limnologie* 26: 61-79.
- WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 1992. *Global Biodiversity: Status of the Earth's living resources*. Chapman and Hall, Londres.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis es el resultado de la orientación y apoyo que diversas personas me han brindado y a quienes deseo expresar mi más profundo agradecimiento:

A la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) que a través de su Programa de Regiones Prioritarias Marinas y Limnológicas de México hizo posible la elaboración de esta tesis.

A los especialistas que participaron en los talleres para definir las Regiones Hidrológicas Prioritarias: Ing. Vicente Aguilar Osuna, Dr. Javier Alcocer Durand, Biól. David Alonso Parra, Dr. Fernando Álvarez Noguera, Dr. Héctor Arias, M. en C. Fernando Bernal Brooks, Geóg. Jorge E. Brena Zepeda, Dr. Joaquín Bueno Soria, M. en C. Mauricio Cervantes, Ing. Enrique Cisneros Tello, Dr. Atilano Contreras, Dr. Salvador Contreras Balderas, Dra. Guadalupe de la Lanza, Dr. Miguel Equihua, Ing. Óscar Escolero, M. en C. Héctor Espinosa Pérez, Dr. Francisco Flores Verdugo, Dr. Oscar Flores Villela, Biól. Patricia Fuentes Mata, Dr. Juan Antonio García Aragón, Dra. Isabel García Coll, M. en C. José Luis García Calderón, M. en C. José Luis Godínez, Biól. Ignacio González, M. en C. Francisco González Medrano, Dr. Manuel Guzmán Arroyo, Dra. Lucina Hernández, M. en C. Enrique Kato Miranda, Dr. Manuel Maass Moreno, Dr. Luis E. Marín Stillman, Dra. Marisa Mazari, Dra. María Esther Meave, Dr. Carlos Montaña, Dr. Álvaro Muñoz Mendoza, Dra. Edna Naranjo García, Dr. Adolfo G. Navarro, Dr. Alejandro Novelo, M. en C. Araceli Orbe, Dr. Federico Páez Osuna, Dr. Roberto Rico, Dr. Ricardo Rodríguez Estrella, Mtro. Fernando Rosete Verges, Biól. Alejandro Ruiz López, Dr. Juan Jacobo Schmitter-Soto, Biól. Magdalena Tavera Alonso, Dra. Rosa Luz Tavera Sierra, M. en C. Roberto Torres Orozco y Biól. Leonardo Varela Espinosa

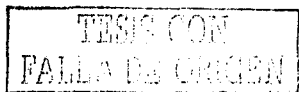
Al personal de la Conabio que hizo posible el desarrollo de los talleres con su apoyo técnico y logístico: Dr. Jorge Soberón, Dra. Laura Arriaga, Ing. Raúl Jiménez, Geog. Enrique Muñoz, M. en C. Claudia Aguilar, M. en C. Eduardo Martínez, Dra. Ella Vázquez, Biól. Teresa Bosques, Geog. María Isabel Cruz, Geog. Francisco Vázquez, Geog. Diana Vázquez, Biól. Hugo Beraldi, Biól. Jesús Alarcón y Gloria Espinosa.

A los revisores de la publicación *Aguas continentales y diversidad biológica de México* por sus acertados comentarios y recomendaciones: Geóg. Jorge E. Brena Zepeda, Dr. Salvador Contreras Balderas, Dra. Guadalupe de la Lanza, Dr. Antonio Lot, Dr. Manuel Maass, Dra. Angelina Martínez, Dra. Marisa Mazari y Dr. Juan Jacobo Schmitter.

A las instituciones financiadoras por el apoyo económico para llevar a cabo los talleres: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), The David and Lucile Packard Foundation (Packard), United States Agency for International Development (USAID), Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

De manera especial quiero agradecer al Dr. Javier Alcocer, no sólo por su dirección y asesoría en la elaboración de la tesis, sino por su comprensión, apoyo y amistad en todo este tiempo; a la Dras. Laura Arriaga y Gloria Vilaclara por sus críticas y acertadas indicaciones; a la Dra. Elva Escobar y al Dr. Fernando Álvarez por su colaboración y solidaridad y al Dr. Martín Merino por su ayuda y apoyo incondicional. A todos ellos mi más profundo agradecimiento.

Finalmente quiero agradecer a mi familia, a mi papá, a mis hermanas Lorena y Eunice, a mis sobrinas Jordana y Camila y a Jorge, por su amor y solidaridad; así como a mis amigos Ana Rosa, Carlos, Carmen, Claudia, Elleli, Gabriela, Julia, Martha, Mari Carmen, Raquel y Jesús, por su amistad y estímulo para llevar a cabo esta tesis.



ANEXO 1. FICHAS TÉCNICAS DE LAS REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

Las fichas técnicas de las Regiones Hidrológicas Prioritarias se enlistan de acuerdo con su región de trabajo y número correspondiente que tienen en los mapas y tablas respectivos. Incluyen el (los) estado(s), extensión del área y el polígono (latitud, longitud) donde se ubican, además de información básica sobre las características fisiográficas (geología, edafología, clima, temperatura y precipitación), los recursos hídricos (lénticos y lóuticos), la flora y fauna característica de cada región haciendo énfasis en las especies endémicas, indicadores o amenazadas, así como los tipos de vegetación. También se presenta información sobre las principales actividades económicas, especies comerciales, uso de los recursos, problemática relacionada con la contaminación y modificación del entorno, acciones y sugerencias relacionadas con la conservación y finalmente los grupos e instituciones que realizan trabajos de investigación en esas áreas. La información contenida en estas fichas pueden presentar, de manera general, diferencias de contenido. Esto se debe a que la revisión no es exhaustiva y la información se encuentra muy dispersa, no está publicada o no existe. También es importante advertir que por la naturaleza de la información, ésta está sujeta a cambios y actualizaciones.

REGIÓN NOROESTE

1. SAN PEDRO MÁRTIR

Estado(s): Baja California

Extensión: 6 208.475 km²

Polígono: Latitud 31°40'48" - 30°42'00" N
Longitud 116°22'00" - 115°16'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: laguna Hanson, pantanos

lóuticos: ríos Rincón y Salado, arroyos temporales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: comprende las sierras San Pedro Mártir, San Miguel y Juárez; suelos tipo Litosol, Regosol, Planosol y Xerosol.

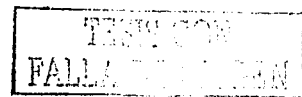
Características varias: climas templado subhúmedo, semifrío subhúmedo y seco mediterráneo templado con lluvias en invierno y muy seco semicálido con lluvias en verano. Temperatura media anual de 10-20°C. Precipitación total anual de 200-600 mm.

Principales poblados: San Pedro Mártir, Punta Colnet, San Vicente

Actividad económica principal: forestal, agrícola y pesquera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino, mesófilo de montaña y matorral rosetófilo costero. La flora de esta región corresponde a la subflora de San Felipe, de tipo chaparral con elementos de montaña importantes debido a la sierras de San Pedro Mártir y de Juárez. Los taxa más notables de plantas son *Calocedrus decurrens*, *Cercocarpus montanus glaber*, *Cupressus montana*, *Pinus contorta* var. *latifolia*, *P. jeffreyi*, *P. lambertiana*, *Populus tremuloides*, *Woodwardia fimbriata*. Fauna característica: de moluscos *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*; de aves migratorias *Phaeton rubricauda rothschildi*, *Sula dactylatra californica*, *S. leucogaster brewsteri*; de mamíferos *Chaetodipus californicus*, *Dipodomys agillis*, *Tamias merriami merriami*, *Microtus californicus*, *Neotoma fuscipes*, *N. lepida*, *Scapanus latimanus*, *Sorex ornatus*, *Spermophilus beecheyi*, *Peromyscus californicus*. Entre los elementos endémicos de plantas tenemos *Aesculus parryi*, *Arctostaphylos oppositifolia*, *Atriplex julacea*, *Eriogonum vollmeri*, *Opuntia santamariae*, *Penstemon palmari*, *Rosa minutifolia*; de peces como la trucha de San Pedro Mártir *Oncorhynchus mykiss Nelson*; de aves *Aimophila ruficeps*, *Aphelocoma coerulescens*, *Callipepla californica*, *Chamaea fasciata*, *Colaptes cafer*, *Junco hyemalis*, *Lanius ludovicianus*, *Melanerpes formicivorus*, *Oreortyx pictus*, *Parus gambeli*, *P. inornatus*, *Pipilo fuscus*, *Polioptila californica*, *Psaltriparus minimus*, *Sayornis nigricans*, *S. saya*, *Sialia mexicana*, *Sitta carolinensis*, *S. pygmaea*, *Thryomanes bewickii*, *Toxostoma cinereum*, *T. redivivum*. *T. redivivum redivivum* y el mamífero *Peromyscus truei martirensis*. Población más sureña de *Myotis evotis milleri*. Especies amenazadas: de peces *Leptocottus armatus australis* y *Oncorhynchus mykiss nelsoni* por pérdida de hábitat; de insectos acuáticos como plecópetera, tricóptera, efemeróptera y coleóptera. Especies indicadoras de insectos acuáticos *Cheumatopsyche gelita*, *Lepidostoma aztecum* y *Limnephilus* sp.



Aspectos económicos: actividad agrícola, forestal y pesquera. Especies comerciales de trucha. Abastecimiento de agua para fines urbanos y de riego.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación.
- Contaminación: principalmente atmosférica de Tijuana a San Diego.
- Uso de recursos: carencia de técnicas silvícolas.

Conservación: planificar programas de manejo y conservación; no hay inventarios de fauna acuática. Comprende parte del Parque Nacional Sierra de San Pedro Mártir y parte de la Reserva Forestal Nacional Sierra de Juárez.

Grupos e instituciones: Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada; Universidad Autónoma de Baja California; Universidad de California; Universidad Nacional Autónoma de México.

2. RÍOS ESTACIONALES DE BAJA CALIFORNIA - CATAVIÑA

Estado(s): Baja California

Extensión: 3 658.47 km²

Polígono: Latitud 29°42'36" - 28°55'12" N
Longitud 114°55'00" - 114°13'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: arroyos intermitentes

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos tipo Regosol y Yermosol.

Características variadas: clima muy seco semicálido y templado con lluvias en verano y escasas en invierno. Temperatura media anual de 16-20°C. Precipitación total anual menor de 200 mm.

Principales poblados: Puerto Canoas, Pta. Prieta y San José

Actividad económica principal: ecoturismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorrales sarcocaula, sarco-crasicaule, rosetófilo costero y cardonal. La flora corresponde a la subflora del desierto El Vizcaíno con asociaciones vegetales de matorral de bursera, agaves y sirios. Especies representativas de plantas *Agave sebastiana*, *Ambrosia chenopodiifolia*, *Bursera hindsiana*, *B. microphylla*, *Fouquieria columnaris*, *Franseria magdalenae*, *Opuntia cholla*, *O. ciribe*, *Pachycereus pringlei*, *Pachycormus discolor*, *Yucca valida*. Fauna característica: de moluscos *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*; de reptiles y anfibios *Arizona elegans*, *Bipes biporus*, *Cnemidophorus tigris*, *C. hyperythrus*, *Coluber lateralis*, *C. flagellum*, *Crotalus viridis*, *C. ruber*, *C. mitchelli*, *C. onyo*, *Gambelia wislizenii*, *Hypsiglena torquata*, *Leptotyphlops humilis*, *Phyllorhynchus decurtatus*, *Pituophis melanoleucus*, *Salvadora hexalepis*, *Urosaurus microscutatus*, *Uta stansburiana*; de aves migratorias *Phaeton rubricauda rothschildi*, *Sula dactylatra californica*, *Sula leucogaster brewsteri*. Región de alto endemismo representativo de las zonas planas desérticas de Baja California y excelentes condiciones de integridad.

Aspectos económicos: ecoturismo y pesca deportiva.

Problemática:

- Modificación del entorno: causado por la ganadería extensiva.
- Contaminación: proveniente de la minería.
- Uso de recursos: extracción ilegal de reptiles.

Conservación: buen estado de conservación; puede ser un hábitat de interés como ecosistema de flujo de agua intermitente asociado a una región terrestre prioritaria.

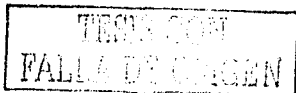
Grupos e instituciones: Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada; Universidad Autónoma de Baja California; Universidad Nacional Autónoma de México.

3. SIERRA DE LA LIBERTAD

Estado(s): Baja California

Extensión: 2 551.98 km²

Polígono: Latitud 28°50'24" - 27°49'12" N
Longitud 113°22'00" - 112°43'00" W



Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: arroyos temporales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: comprende las sierras de las Ánimas, Agua de Soda y de La Libertad con cuencas y canales; presencia de rocas ígneas y sedimentarias. Suelos tipo Litosol, Regosol y Yermosol.

Características varias: costa árida con poca población. Clima muy seco semicálido y templado y seco templado con lluvias en verano. Temperatura media anual de 14-24°C. Precipitación total anual hasta 400 mm.

Principales poblados: Bahía de los Angeles, San Felipe, San Rafael, El Progreso

Actividad económica principal: minería (cobre y otros) y pesca

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral sarcocaulé y cardonal. La flora de esta región corresponde a la subflora de la costa central del Golfo y su vegetación está caracterizada por *Bursera hindsiana*, *B. microphylla*, *Encelia farinosa*, *Euphorbia misera*, *Franseria magdalenae*, *Fouquieria columnaris*, *F. peninsularis*, *F. splendens*, *Jatropha cinerea*, *Larrea tridentata*, *Olinya tesota*, *Opuntia cholla*, *O. clavellina*, *Pachycereus pringlei*, *Viscainoa geniculata*. Fauna característica: de moluscos *Acanthochitona exquisita* (bajo rocas), *Acanthodoris pina* (línea de marea), *Arene lurida* (litoral rocoso), *Calliostoma marshallii* (zonas de marea baja), *Cerberilla pungoarena* (superficie de arenas fangosas), *Cerithidea albonodosa* (zona litoral), *Chaetopleura euryplax* (bajo rocas en fango), *C. mixta* (zona litoral), *C. syhana* (litoral), *Chama venosa*, *Chiton virgulatus* (bajo rocas, en litoral), *Collisella stanfordiana* (litoral), *Conualevia marcusii* (raro), *Decipifus lyra* (litoral de poca profundidad), *D. macleani* (litoral), *Dendrodoris krebsii* (raro al oeste de BC, y común en costas del centro y sur), *Donax contusus*, *Euclathurella carissima* (en rocas), *Fusinus (Aptyxis) cinereus* (sobre rocas), *Fusinus (Fusinus) ambustus* (en zonas arenosas), *Here undatoides* (rara, fondos fangosos), *Lepidozona clathrata* (bajo rocas y piedras), *L. subtilis* (en rocas), *Leptopecten palmeri*, *Lucina lingualis*, *Muricopsis armatus* (litoral bajo rocas), *Nucinella subdola*, *Pitar (Hyphantosoma) pollicaris*, *Polycera alabe* (rara), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *P. saavedrai*, *Stenoplax conspicua sonorana* (bajo rocas), *Tellina (Angulus) coani*, *Transennella humilis*, *Tripsyche (Eualates) centiquadra* (litoral rocoso); de reptiles y anfibios *Callisaurus draconoides*, *Coelonyx variegatus*, *Crotalus atrox*, *C. cerastes*, *Crotaphytus collaris*, *Dipsosaurus dorsalis*, *Gambella wislizenii*, *Phrynosoma macallii*, *P. platyrhinus*, *Phyllodactylus xanti*, *Sauromalus ater*, *Sonorica semiannulata*, *Uma notata*, *Urosaurus graciosus*, *U. ornatus*, *Uta mearnsi*, *Xantusia vigilis*. Especies amenazadas: de cactáceas, de reptiles y de mamíferos como el linco *Lynx rufus*, el venado bura *Odocoileus hemionus*, el borrego cimarrón *Ovis canadensis* y el puma *Puma concolor*. Región con alto endemismo.

Aspectos económicos: ecoturismo, minería y pesca.

Problemática:

- Modificación del entorno: por desarrollos mineros.
- Contaminación: por metales pesados.
- Uso de recursos: distribución inadecuada de los recursos mineros; cacería furtiva; sobreexplotación de agostaderos; extracción ilegal de cactáceas, reptiles y piezas arqueológicas.

Conservación: preocupa la contaminación producida por la actividad minera; faltan conocimientos totales de la zona.

Grupos e Instituciones: Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada; Universidad Autónoma de Baja California; Universidad Autónoma de Baja California Sur; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - La Paz, Guaymas y Mazatlán, INP; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Universidad de Sonora; Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN; Centro en Investigaciones en Alimentos y Desarrollo; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología - Mazatlán, UNAM.

4. SIERRA DE SAN FRANCISQUITO - OASIS SAN IGNACIO

Estado(s): Baja California Sur

Extensión: 4 262.91 km²

Polígono: Latitud 27°33'00" - 26°37'12" N
Longitud 113°15'00" - 112°27'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: laguna de San Ignacio, represas, oasis, marismas

Lóticos: río San Ignacio, esteros San Juan, San Ignacio y El Cordón, arroyos

Limnología básica: cuerpo de agua permanente debido a una represa sobre el arroyo San Ignacio que tiene su origen en la sierra La Yegua.

Geología/Edafología: se encuentra enclavado en un gran valle bordeado por mesetas de basalto y lomeríos de rocas sedimentarias. Suelos de tipo Regosol, Yermosol, Zolochak y Fluvisol.

Características varias: presenta un clima extremoso, muy seco semicálido con lluvias en invierno. Temperatura media anual de 18-24°C. Precipitación total anual menor de 100 mm.

Principales poblados: San Ignacio, San Francisco

Actividad económica principal: agricultura intensiva, ganadería y pesca

Indicadores de calidad de agua: ND

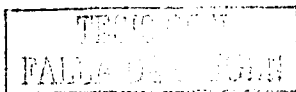
Biodiversidad: tipos de vegetación: cardonal, matorral sarcocaula, matorral sarco-crasicaule, manglar, palmar, pastos marinos y macroalgas. San Ignacio registra las densidades más altas en cuanto a vegetación dentro del oasis y el palmar debido probablemente a la disponibilidad de agua existente. Plantas importantes estructuralmente: *Bursera microphylla*, *Phragmites australis* y *Washingtonia robusta*. Las formaciones de manglar y de pastos marinos de *Ruppia maritima* y *Zostera marina* sirven de área de crianza para larvas de peces y moluscos de importancia económica. Flora característica: manglares de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, palmar de *Washingtonia robusta*, *Phoenix dactylifera*, *Salix* sp. y *Prosopis* sp., *Atriplex barclayana*, *A. canescens*, *Euphorbia misera*, *Frankenia grandifolia*, *F. palmeri*. Fauna característica: de moluscos *Cerithidea albonodosa* (zona litoral), *Tripsyca (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); de reptiles y anfibios *Arizona elegans*, *Bipes biporus*, *Cnemidophorus tigris*, *C. hyperythrus*, *Coluber lateralis*, *C. flagellum*, *Crotalus enyo*, *C. mitchelli*, *C. ruber*, *C. viridis*, *Gambelia wislizenii*, *Hypsiglena torquata*, *Leptotyphlops humilis*, *Phyllorhynchus decurtatus*, *Pituophis melanoleucus*, *Salvadora hexalepis*, *Urosaurus microscutatus*, *Uta stansburiana*; de aves residentes *Amphispiza bilineata*, *Auriparus flaviceps*, *Calypte costae*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Carpodacus mexicanus*, carpintero de Gila *Centurus uropygialis*, *Geothlypis beldingi*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, copetón gorjiceno *Myiarchus cinerascens*, *Polioptila caerulea*, *P. californica*, *Tachycineta thalassina*, *Zenaida asiatica clara*; de aves migratorias *Charadrius wilsonia beldingi*, *Cistothorus palustris*, *Dendroica coronata*, *Fregata magnificens*, *Oceanodroma tethys tethys*, *Phaeton rubricauda rothschildi*, *Sterna fuscata crissalis*, *Sula dactylatra californica*, *S. leucogaster brewsteri*, *Vermivora celata*, *Zonotrichia leucophrys*; de mamíferos *Ammospermophilus leucurus*, *Bassariscus astutus*, *Canis latrans*, *Chaetodipus arenarius*, *C. baileyi*, *C. spinatus*, *Dipodomys merriami*, *D. simulans peninsularis*, *Eptesicus fuscus*, *Lepus californicus*, *Macrotus californicus*, *Myotis californica californica*, *Neotoma lepida*, *Peromyscus eva*, *P. maniculatus*, *Procyon lotor*, *Spilogale putorius*, *Urocyon cinereoargenteus*. Endemismo de plantas *Agave vizcainoensis*, *Ferocactus chrysacanthus*, *F. emoryi*, *Pachycereus schottii*, *Mammillaria goodridgei*, *M. goodridgei* var. *rectispina*, *M. lewisiana*, *M. neopalmeri*; del pez *Fundulus lima*, de aves *Geothlypis beldingi*, *Hylocharis xantusii*; de mamíferos *Spermophilus atricapillus* y *Dipodomys peninsularis*. Especies amenazadas: de reptiles la tortuga *Chelonia agassizi*; de aves como *Anas acuta*, *A. americana*, *Ardea herodias*, la lechuza de madrigueras *Athene cunicularia*, *Aythya affinis*, *Branta bernicla*, *Butorides virescens*, *Casmerodius albus*, *Charadrius alexandrinus*, *Egretta caerulea*, *E. rufescens*, *E. thula*, *E. tricolor*, *Eudocimus albus*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, *Geothlypis beldingi*, *Haematopus palliatus*, *Haliaeetus leucocephalus*, *Hylocharis xantusii*, *Larus occidentalis*, *Nyctanassa violacea*, *Nycticorax nycticorax*, el águila pescadora *Pandion haliaetus*, el pelicano blanco *Pelecanus erythrorhynchos*, *P. occidentalis*, *Phalacrocorax auritus*, *Puffinus opisthomelas*, *Sterna antillarum*, *S. caspia*, *S. maxima*; de mamíferos el berrendo *Antilocapra americana peninsularis*, el venado bura *Odocoileus hemionus*, el borrego cimarrón *Ovis canadensis*, la pequeña zorra del desierto *Vulpes macrotis*, el puma *Puma concolor*, el gato montes *Lynx rufus*. Sitio de refugio, reabastecimiento y preparación para la migración de aves (gran abundancia). Ruta migratoria y área de apareamiento y reproducción de aves como el ganso canadiense *Branta canadensis*, el águila pescadora *Pandion haliaetus* y de mamíferos marinos como la ballena gris *Eschrichtius robustus*, el elefante marino *Mirounga angustirostris*, la foca *Phoca vitulina* y el lobo marino *Zalophus californianus*.

Aspectos económicos: cultivos: ajo, alfalfa, calabaza, cebolla, dátil, frijol, granada, guayaba, habas, higo, jitomate, lechuga, limón, maíz melón, naranja, olivo, plátano, repollo, sandía, uva, zapote. Plantas cultivables: *Phoenix dactylifera* y *Ricinus communis*. Existe también corta de palma, pesca y cría de ganado bovino y caprino.

Problemática:

- Modificación del entorno: construcción de represas; deforestación por quema de carrizo y palmar; sobrepastoreo y sobreexplotación de agostaderos y mantos acuíferos subterráneos. Preocupa la construcción de diques y fosos alrededor de los salitres con lo cual se alteraría los flujos naturales de agua dulce superficiales y subterráneas de la Laguna San Ignacio y por lo tanto la producción biológica de la flora y fauna de la Laguna. También preocupa el incremento en el tráfico marino y el ruido asociado a las actividades marinas y el bombeo de agua los cuales pueden alterar el comportamiento de las ballenas en cuanto a sus hábitos de reproducción y cría invernales.

- Contaminación: ND



- Uso de recursos: especie introducida del anfibio *Rana catesbeiana*; cacería furtiva. El 86% del agua es para uso agrícola y el resto para uso doméstico. San Ignacio está fuertemente amenazada por exóticos. Pesquerías de abulón, almeja y langosta. Explotación de los salitrales de San Ignacio. Cultivo de palma datilera.

Conservación: comprende parte de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. La Bahía de San Ignacio está considerada como humedal prioritario por el North American Wetlands Conservation Council.

Grupos e instituciones: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; Semarnap-INE; Pronatura, A.C.; Instituto Nacional de Antropología e Historia; Instituto de Ecología, UNAM..

5. MULEGÉ - STA. ROSALÍA

Estado(s): Baja California Sur

Extensión: 2 422.02 km²

Polígono: Latitud 27°19'12" - 26°39'00" N
Longitud 112°34'00" - 111°56'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presa La Misión

lóticos: arroyos de la Giganta y Mulegé, manantiales Sta. Agueda, San Lucas, San Bruno y San

Marcos

Limnología básica: cuencas de Sta. Águeda, San Lucas, San Bruno, San Marcos Palo Verde y Mulegé (total 2,295 km²).

Geología/Edafología: rocas ígneas y sedimentarias; suelos de tipo Regosol, Vertisol, Yermosol y Fluvisol.

Características varias: clima muy seco semicálido con lluvias en verano. Temperatura media anual de 14-24°C. Precipitación total anual menor de 100 mm.

Principales poblados: Mulegé, Sta. Rosalía, San Bruno, Sta. Águeda

Actividad económica principal: pesca, minería (cobre) y salineras

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral sarcocaula, cardonal, vegetación halófila, manglares y vegetación riparia. La flora de esta región corresponde a la subflora de la costa central del Golfo y su vegetación está caracterizada por *Bursera microphylla*, *B. hindsiana*, *Encelia farinosa*, *Euphorbia misera*, *Fouquieria columnaris*, *F. peninsularis*, *F. splendens*, *Franseria magdalenae*, *Jatropha cinerea*, *Larrea tridentata*, *Pachycereus pringlei*, *Olneya tesota*, *Opuntia cholla*, *O. clavellina*, *Viscainoa geniculata*. Fauna característica: de moluscos *Acanthochitona exquisita* (bajo rocas), *Calliostoma marshalli* (zonas de marea baja), *Cerithidea albonodosa* (zona litoral), *Chaetopleura mixta* (litoral), *Chama venosa*, *Collisella stanfordiana* (litoral), *Cypraea (Zonaria) annettae annettae* (zona litoral, bajo rocas), *Donax contusus*, *Fusinus (Aptyxis) cinereus* (sobre rocas), *Fusinus (Fusinus) ambustus* (en zonas arenosas), *Heræ undatoides* (rara, fondos fangosos), *Leptopecten palmeri*, *Lucina lingualis*, *Muricopsis armatus* (zona litoral bajo rocas), *Pitar (Hyphantosoma) pollicaris*, *Pseudochama inermis* (zona litoral), *P. saavedral*, *Rangia (Rangianella) mendica* (zonas de mangle y rompeolas), *Tellina (Angulus) coani*, *Tripsyche (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); de peces *Agonostomus monticola*, *Centropomus nigrescens*, *Fundulus parvipinnis*, *Lutjanus argentiventris*; de reptiles y anfibios *Bipes biporus*, *Crotalus enyo*, *C. mitchelli*, *C. ruber*, *Ctenosaura hemilopha*, *Phyllodactylus xanti*, *Pseudacris regilla*, *Scaphiopus couchii*, *Uta thalassina*. Especies endémicas: de peces *Fundulus lima*; de reptiles y anfibios *Bogertophis rosaliae*, *Chilomeniscus stramineus*, *Cnemidophorus maximus*, *Coluber aurigulus*, *Eridiphas slevini*, *Eumeces lagunensis*, *Gerrhonotus paucicarinatus*, *Phyllodactylus unctus*, *Thamnophis diguetti*, *T. elegans*, *Tantilla planiceps*.

Aspectos económicos: pesquerías del crustáceo *Macrobrachium tenellum* y de la tilapia *Oreochromis aureus*. Turismo y explotación de salinas

Problemática:

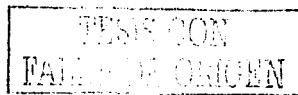
- Modificación del entorno: ND

- Contaminación: por basura generada por turismo y contaminación del agua por salineras.

- Uso de recursos: sobreexplotación de agostaderos; extracción ilegal de cactáceas, reptiles y piezas arqueológicas.

Conservación: preocupa la sobreexplotación del agua. Faltan conocimientos generales de la región.

Grupos e instituciones: Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada; Universidad Autónoma de Baja California; Universidad Autónoma de Baja California Sur; Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.



6. LA PURÍSIMA

Estado(s): Baja California Sur
Polígono: Latitud 26°39'00" - 25°48' 36" N
Longitud 112°27'00" - 111°35' 00" W

Extensión: 3 746.15 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: manantiales Paso Hondo, Ojo de Agua, San Miguel, San José de Comondú, San Javier; ojos de agua San Isidro y La Purísima, presa El Rey

lóticos: arroyos temporales

Limnología básica: cuenca de la Purísima y Mezquital Seco (4 996 km²). Cuerpos de agua permanentes (de 0.15 a 2.70 km²).

Geología/Edafología: suelos de tipo Regosol, Vertisol, Yermosol y Litosol.

Características varias: clima muy seco semicálido con lluvias en invierno. Temperatura media anual de 18-24°C. Precipitación total anual hasta 200 mm.

Principales poblados: Paso Hondo, Ojo de Agua, San Miguel, Comondú, La Purísima

Actividad económica principal: agricultura intensiva

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral sarcocaula, sarco-crasicaule y palmares. La flora de esta región corresponde a la subflora de las planicies de Magdalena y comprende las especies dominantes de *Bursera laxiflora*, *Cercidium peninsulare*, *Esenbeckia hartmanii*, *Fouquieria peninsularis*, *Jatropha cinerea*, *Lycium brevipes*, *Machaerocereus gummosus*, *M. eruca*, *Mammillaria peninsularis*, *Opuntia comondensis*, *O. cholla*, *Pachycereus pringlei*, *Pereskiopsis porteri*, *Phragmites communis*, *Stenocereus thurberi*, *Typha domingensis*. Palmar de *Phoenix dactylifera*, *Prosopis articulata* y *Washingtonia robusta*. Fauna característica: de moluscos *Anachis hannana*, *Cerithidea albonodosa* (zona litoral), *Semela (Amphidesma) verrucosa pacifica*; de peces *Awaous banana*, *Bipes biporus*, *Cnemidophorus tigris*, *C. hyperythrus*, *Mugil cephalus*; de reptiles y anfibios *Arizona elegans*, *Coluber flagellum*, *C. lateralis*, *Crotalus enyo*, *C. mitchelli*, *C. ruber*, *C. viridis*, *Gambelia wislizenii*, *Hypsigena torquata*, *Leptotyphlops humilis*, *Phyllorhynchus decurtatus*, *Pituophis melanoleucus*, *Salvadora hexalepis*, *Urosaurus microscutatus*, *Uta stansburiana*; de aves residentes *Amphispiza bilineata*, *Auriparus flaviceps*, *Calypte costae*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, *Carpodacus mexicanus*, el carpintero de Gila *Centurus uropygialis*, *Columbina passerina*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, *Poliophtia caerulea*, *Tachycineta thalassina*, *Zenaida asiatica clara*; de aves migratorias *Charadrius wilsonia beldingi*, *Chondestes grammacus*, *Dendroica coronata*, *Fregata magnificens rothschildi*, *Oceanodroma tethys tethys*, *Phaeton rubricauda rothschildi*, *Pheucticus melanocephalus*, *Spizella breweri*, *Sterna fuscata crissalis*, *Sula dactylatra californica*, *Sula leucogaster brewsteri*, *Troglodytes aedon*, *Tyrannus vociferans*, *Vireo vicinior*, *Wilsonia pusilla*. Endemismo del pez *Fundulus lima*; de aves *Geothlypis beldingi*, *Hylocharis xantusii*. Especies amenazadas: *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Aquila chrysaetos*, *Bubo virginianus*, *Buteo albicaudatus*, *Falco columbarius*, *F. peregrinus*, *Hylocharis xantusii*, *Icterus cucullatus*, *Melospiza melodia*, *Parabuteo unicinctus*, *Toxostoma cinereum*.

Aspectos económicos: agricultura intensiva y ganadería extensiva con especies introducidas (cabras)

Problemática:

- Modificación del entorno: poco modificado
- Contaminación: no se conoce
- Uso de recursos: sobreexplotación de los recursos hídricos; especies introducidas de cabras.

Conservación: ninguna

Grupos e Instituciones: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

7. BAHÍA MAGDALENA

Estado(s): Baja California Sur
Polígono: Latitud 25°10'48" - 24°26'24" N
Longitud 112°11'24" - 111°33'00" W

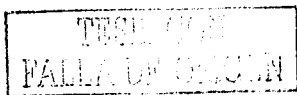
Extensión: 1 449.29 km²

Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: arroyos temporales, estuarios, canales

Limnología básica: ND



Geología/Edafología: rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Suelos de tipo Regosol, Yermosol y Zolonetz.

Características varias: clima muy seco semicálido con lluvias en verano e invierno. Temperatura media anual de 18-24°C. Precipitación total anual menor de 100 mm.

Principales poblados: Bahía Magdalena

Actividad económica principal: pesquera, minera y ecoturismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral sarcocrasicaule, vegetación de dunas costeras, manglar como hábitat de fauna acuática y terrestre. La flora de esta región corresponde a la subflora de las planicies de Magdalena y comprende las especies dominantes de *Bursera laxiflora*, *Cercidium peninsulare*, *Esenbeckia hartmanii*, *Fouquieria peninsularis*, *Jatropha cinerea*, *Lycium brevipes*, *Mammillaria peninsularis*, *Machaerocereus gummosus*, *M. eruca*, *Opuntia comondensis*, *O. cholla*, *Pachycereus pringlei*, *Pereskiaopsis porteri*, *Stenocereus thurberi*. Fauna característica: de moluscos *Anachis hannana*, *Calliostoma marshalli* (zonas de marea baja), *Cerithidea albonodosa* (zona litoral), *Chione (Chionista) cortezi* (zona litoral), *Haplocochlias cyclophoreus*, *Morula (Morunella) ferruginosa* (zona litoral, bajo rocas), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*; de reptiles y anfibios *Arizona elegans*, *Bipes biporus*, *Cnemidophorus tigris*, *C. hyperythrus*, *Coluber flagellum*, *C. lateralis*, *Crotalus enyo*, *C. mitchelli*, *C. ruber*, *C. viridis*, *Gambelia wislizenii*, *Hypsiglena torquata*, *Leptotyphlops humilis*, *Phyllorhynchus decurtatus*, *Pituophis melanoleucus*, *Salvadora hexalepis*, *Urosaurus microscutatus*, *Uta stansburiana*; de aves migratorias como el ganso de collar *Branta bernicla*, *Charadrius wilsonia beldingi*, *Fregata magnificens*, *Larus occidentalis*, *Oceanodroma tethys tethys*, *Pelecanus occidentalis*, *Phaeton rubricauda rothschildi*, *Phalacrocorax auritus*, *P. penicillatus*, *Sterna antillarum*, *S. fuscata crissalis*, *Sula dactylatra californica*, *S. leucogaster brewsteri*. Especies amenazadas: de aves *Anas acuta*, *A. americana*, *A. discors*, *Aythya affinis*, *Haliaeetus leucocephalus*. Endemismo de cactáceas. Alto nivel de integridad ecológica. La zona costera es hábitat del lobo marino *Zalophus californianus*.

Aspectos económicos: yacimientos de fosforita; ecoturismo; pesquerías de sardina, langosta, escama, camarón y almeja.

Problemática:

- Modificación del entorno: daño por embarcaciones.
- Contaminación: por desechos de la industria minera, aguas termales y residuos pesqueros.
- Uso de recursos: extracción ilegal de tortugas marinas, cactáceas y reptiles.

Conservación: preocupan los desechos mineros y el creciente desarrollo turístico.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Baja California Sur; Universidad Autónoma de Baja California; Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada; Universidad Nacional Autónoma de México; Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN; Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - La Paz; School of Field Studies, Boston, MA (escuela de campo para humedales).

8. OASIS SAN PEDRO DE LA PRESA - EL PILAR - LAS POCITAS

Estado(s): Baja California Sur

Extensión: 5 186.52 km²

Polígono: Latitud 25°05'24" - 24°12'00" N
Longitud 111°36'00" - 110°39'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos: oasis Sta. Rita, San Hilario, San Pedro de la Presa y El Pilar-Las Pocitas

lóticos: arroyos Las Ánimas y El Pilar

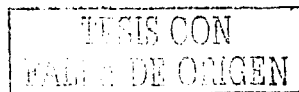
Limnología básica: ND

Geología/Edafología: zonas áridas montañosas, lomeríos y riscos de 1 500 msnm. Rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Suelos de tipo Regosol, Yermosol, Litosol y Vertisol. San Pedro es un pequeño cuerpo de agua que se encuentra en forma intermitente sobre el lecho del arroyo Las Ánimas en la vertiente occidental de la Sierra de la Giganta, con paisaje montañoso. Presenta obras rústicas que permiten retener el agua. Escasas vías de comunicación y carencia de energía eléctrica. El Pilar-Las Pocitas es un cuerpo de agua que se encuentra en forma intermitente sobre el lecho del arroyo El Pilar, en la vertiente occidental de la Sierra de la Giganta, en un gran valle con vegetación escasa.

Características varias: clima muy seco semicálido con lluvias en verano e invierno. Temperatura media anual de 18-24°C. Precipitación total anual hasta 300 mm.

Principales poblados: Conejo, La Aguja

Actividad económica principal: agricultura y ganadería extensiva de especies exóticas de burros y



chivas

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral sarcocaula y cardonal, palmar. La flora de esta región corresponde a la subflora de las planicies de Magdalena y a la subflora de la costa central del Golfo; comprende las especies dominantes de *Bursera hindsiana*, *B. laxiflora*, *B. microphylla*, *Cercidium peninsulare*, *Encelia farinosa*, *Esenbeckia hartmanii*, *Euphorbia misera*, *Fouquieria columnaris*, *F. peninsularis*, *F. splendens*, *Franseria magdalenae*, *Jatropha cinerea*, *Larrea tridentata*, *Lycium brevipes*, *Machaerocereus eruca*, *M. gummosus*, *Mammillaria peninsularis*, *Opuntia comonduenis*, *O. cholla*, *O. clavellina*, *Pachycereus pringlei*, *Pereskioopsis porteri*, *Stenocereus thurberi*, *Viscainoa geniculata*. Plantas importantes estructuralmente de los oasis: *Bursera microphylla*, *Cryptostegia grandiflora*, *Jatropha cinerea*, *Leucaena macrophylla macrophylla*, *Phoenix dactylifera*, *Phragmites australis*, *Prosopis articulata*, *Salix sitchensis*, *Typha domingensis*, *Urochloa mutica*, *Washingtonia robusta*. Fauna característica: de moluscos *Anachis hannana*, *Calliostoma marshalli* (zonas de marea baja), *Cerithidea albonodosa* (zona litoral), *Chaetopleura mixta* (zona litoral), *Chama venosa*, *Chione (Chionista) cortezi* (zona litoral), *Chiton virgulatus* (bajo rocas, zona litoral), *Collisella stanfordiana* (zona litoral), *Crassispira (Monilispira) appressa* (zonas rocosas), *Cyathodonta lucasana*, *Dendrodoris krebsii* (raro al oeste de BC, y común en costas del centro y sur), *Fusinus (Aptyxis) cinereus* (sobre rocas), *Fusinus (Fusinus) ambustus* (zonas arenosas), *Here undatoides* (rara, en fondos fangosos), *Knefastia dalli* (en fangos), *Leptopecten palmeri*, *Lucina lingualis*, *Muricopsis armatus* (zona litoral bajo rocas), *Nymphispira nymphia* (zona litoral rocosa), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *P. saavedrai*, *Rangia (Rangianella) mendica* (zonas de mangle y rompeolas), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Tellina (Angulus) coani*, *Tripsycha (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); de reptiles y anfibios *Bipes biporus*, *Coluber flagellum*, *C. lateralis*, *Crotalus enyo*, *C. mitchelli*, *C. ruber*, *C. viridis*, *Phyllodactylus xanti*, *Pseudacris regilla*, *Scaphiopus couchii*, *Thamnophis hammondi*, *Trachemys scripta*, *Urosaurus microscutatus*, *Uta thalassina*; de aves residentes *Auriparus flaviceps*, *Calypte costae*, *Carpodacus mexicanus*; el carpintero de Gila *Centurus uropygialis*, *Phainopepla nitens*, *Vermivora celata*, *Zenaida asiatica clara*; de aves migratorias *Charadrius wilsonia beldingi*, *Fregata magnificens rothschildi*, *Oceanodroma tethys tethys*, *Phaeton rubricauda rothschildi*, *Sterna fuscata crissalis*, *Sula dactylatra californica*, *S. leucogaster brewsteri*, *Wilsonia pusilla*; de mamíferos *Ammospermophilus leucurus*, *Bassariscus astutus*, *Canis latrans*, *Chaetodipus baileyi*, *C. spinatus*, *Dipodomys merriami*, *Lepus californicus*, *Macrotus californicus*, *Myotis californica californica*, *Neotoma lepida*, *Peromyscus eva*, *P. maniculatus*, *Procyon lotor*, *Spilogale putorius*, *Sylvilagus audubonii*, *Tadarida brasiliensis*, *Urocyon cinereoargenteus*. Endemismo peces *Fundulus lima* y *Gobiesox juniperosanae*, ambos amenazados; de reptiles y anfibios *Chilomeniscus stramineus*, *Cnemidophorus maximus*, *Ctenosaura hemilopha*, *Coluber aurigulus*, *Bogertophis rosaliae*, *Eridiphas slevini*, *Eumeces lagunensis*, *Gambelia wislizenii copeii*, *Gerrhonotus paucicarinatus*, *Petrosaurus thalassinus*, *Phyllodactylus unctus*, *Tantilla planiceps*, *Thamnophis digueti*, *T. elegans*, *Urosaurus nigricaudus*; de aves *Geothlypis beldingi*, *Hylocharis xantusii*; de mamíferos *Spermophilus atricapillus*. Especies amenazadas: *Geothlypis beldingi*, *Hylocharis xantusii* e *Icterus cucullatus*.

Aspectos económicos: cultivos de vid, mango y un pequeño palmar de *Phoenix dactylifera* y *Washingtonia robusta* (dátiles). La agricultura es a pequeña escala y prácticamente de autoconsumo. Otros cultivos: aguacate, café, calabaza, cebolla, chícharo, granada, habas, jitomate, lechuga, maíz, naranja-limón, naranja, repollo, mango, uva y zapote.

Problemática:

- Modificación del entorno: obras hidráulicas en manantiales y pequeños gaviones.
- Contaminación: no se conoce
- Uso de recursos: cacería furtiva y ganadería extensiva de ungulados. Consumo de carrizo como forraje para caballos y asnos; tala de carrizo y palma de hoja para construcción.

Conservación: ninguna

Grupos e instituciones: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

9. SIERRA DEL NOVILLO - LA PAZ

Estado(s): Baja California Sur

Extensión: 1 531.142 km²

Polígono: Latitud 24°12'36" - 23°46'12" N
Longitud 110°34'12" - 109°59'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presa Buena Mujer, llanuras de inundación estacional

lóticos: arroyos El Cajoncito, El Calandrio, La Huerta, La Palma, El Novillo y Los Gatos, ríos estacionales, esteros



Limnología básica: volumen medio anual: 11 562 millones de m³; arroyos intermitentes escurren con lluvias de tipo ciclónico; precipitación de 248 mm. El arroyo La Huerta (también La Paz) recorre 27.5 km y drena a un área de 57 km²; a 5.6 km de su origen recibe las aguas de la cañada Sta. Clara y a 17.7 km se une al Chametla; atraviesa un fraccionamiento y zonas agrícolas; a 23.6 km de su origen recibe aguas del Calandrio y corre paralelo al Cajoncito.

Geología/Edafología: suelos tipo Regosol, Litosol y Yermosol.

Características varias: clima muy seco semicálido con lluvias en verano e invierno. Temperatura media anual de 16-26°C. Precipitación total anual menor de 500 mm.

Principales poblados: La Paz, Chametla, El Centenario, Ensenada de los Muertos, San Pedro, La Ventana

Actividad económica principal: turismo, ganadería, agricultura y pesca

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación; matorral sarcocaulé, cardonal y manglar. La flora de esta región corresponde a la subflora de la costa central del Golfo y su vegetación está caracterizada por *Bursera hindsiana*, *B. microphylla*, *Encelia farinosa*, *Euphorbia misera*, *Fouquieria columnaris*, *F. peninsularis*, *F. splendens*, *Franseria magdalenae*, *Jatropha cinerea*, *Larrea tridentata*, *Oleña tesota*, *Opuntia cholla*, *Opuntia clavellina*, *Pachycereus pringlei*, *Viscainoa geniculata*. Fauna característica: de moluscos *Acanthochitona exquisita* (bajo rocas), *Arene adusta* (litoral), *Astraea (Uvanilla) olivacea* (zona sublitoral rocosa), *Calliostoma marshalli* (zonas de marea baja), *Chaetopleura mixta* (zona litoral), *Chama venosa*, *Chiton virgulatus* (bajo rocas, zona litoral), *Collisella stanfordiana* (zona litoral), *Crassispira (Monilispira) appressa* (zonas rocosas), *Cyathodonta lucasana* (rara, en fondos fangosos), *Eulima townsendi*, *Fusinus (Fusinus) ambustus* (zonas arenosas), *Haplocochlias cyclophorus*, *Here undatoides*, *Knefastia dalli* (en fangos), *Lepidozona clathrata* (bajo rocas), *Lucina lingualis*, *Macoma (Rexithaerus) indentata*, *Mitrella caulerpae* (sobre algas *Caulerpa*), *Muricopsis armatus* (zona litoral bajo rocas), *Nymphispira nymphia* (zona litoral rocosa), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *P. saavedrai*, *Radiella tridentata* (abundante en rocas), *Rangia (Rangianella) mendica* (zonas de mangle y rompeolas), *Tellina (Angulus) coani*, *Transennella humilis*, *Tripsyche (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); de peces *Agonostomus monticola*; de reptiles y anfibios: *Bipes biporus*, *Crotalus enyo*, *C. mitchelli*, *C. ruber*, *Phyllodactylus xanti*, *Pseudacris regilla*, *Scaphiopus couchii*; de aves como *Sterna antillarum*. Especies endémicas: de reptiles y anfibios: *Chilomeniscus stramineus*, *Cnemidophorus hyperythrus*, *Coluber aurigulus*, *Ctenosaura hemilopha*, *Bogertophis rosaliae*, *Eridiphas steveri*, *Eumeces lagunensis*, *Gerrhonotus paucicarinatus*, *Phyllodactylus unctus*, *Tantilla planiceps*, *Thamnophis digueti*, *T. elegans*; de aves *Hylocharis xantusii*, *Toxostoma cinereum*.

Aspectos económicos: turismo, ganadería, agricultura, pesca, comercio y transporte. Es vía de acceso a la península. Pesquerías de crustáceos *Macrobrachium americanum*, *M. occidentale* y *M. tenellum*.

Problemática:

- Modificación del entorno: sobrepastoreo, urbanización, tala de árboles, deforestación en general y erosión. Agotamiento de acuíferos y alta salinización. Contaminación: por desechos sólidos y aguas residuales.

- Uso de recursos: sobreexplotación del manto freático. Uso de suelo para agostadero. Termoeléctrica.

Conservación: se requiere de la recarga de acuíferos, de ordenamiento del crecimiento urbano y del saneamiento de desechos urbanos. Se desconoce la dinámica de la calidad de los acuíferos.

Grupos e instituciones Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada; El Colegio de la Frontera Norte; Universidad de California; Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN; Universidad Autónoma de Baja California Sur; Universidad Autónoma de Baja California; Universidad Nacional Autónoma de México.

10. SIERRA DE LA LAGUNA Y OASIS ALEDAÑOS

Estado(s): Baja California Sur

Extensión: 5 398.63 km²

Polígono: Latitud 23°47'34" - 22°52'12" N
Longitud 110°16'48" - 109°24'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos: oasis Todos Santos, Migrño, Santiago y San Bartolo, estero San José, lagos, pantanos

lóticos: arroyos temporales

Limnología básica: Todos Santos: manto freático menor a 1.5 km²; precipitación invernal mayor a 10.2 mm. Santiago: manto freático menor a 1.5 km², con aporte de los arroyos Agua Caliente y San Jorge; precipitación de 5 a 10 mm.

Geología/Edafología: suelos de tipo Regosol, Litosol, Cambisol y Fluvisol. Santiago es un manto subterráneo, se encuentra en una zona de mesetas de disección formadas a partir de antiguos depósitos de material arenosos provenientes de la Sierra de la Laguna y se mantienen gracias a los arroyos de Agua Caliente y San Jorge. Su extensión es menor a 1.5 km². San Bartolo es un oasis formado por un manantial que nace en el cauce de un arroyo temporal, con suministros de agua significativos en la época de lluvias. La hidrogeología de la cuenca indica que el manantial principal es alimentado por aportaciones provenientes de fisuras y grietas (permeabilidad secundaria). Por las mismas escurren caudales de agua provenientes de un acuífero semiconfinado emplazado en el cerro La Campana.

Características varias: es una isla de vegetación rodeada de desierto; alberga a la mayor biodiversidad del estado. Clima templado subhúmedo con lluvias en verano e invierno, semiseco semicálido, seco semicálido, muy seco muy cálido y seco muy cálido con lluvias en verano. Temperatura media anual de 14-26°C. Precipitación total anual de 100-700 mm.

Principales poblados: San José del Cabo, Todos Santos, Santiago, San Bartolo, Cabo San Lucas
Actividad económica principal: ganadería extensiva, agricultura extensiva e intensiva, turismo
Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva baja caducifolia, bosques de pino-encino, de pino, de encino, matorral sarcocaula, palmar y manglares La Sierra de la Laguna se le considera como un centro de evolución reciente; por su aislamiento, la flora y la fauna presentan una alta riqueza específica e incidencia de especies y subespecies endémicas y representa un hábitat de fauna neártica. Flora característica: *Anemopsis californica*, *Arbutus peninsularis*, *Cassia emarginata*, *Cyperus* sp., *Eritrina flagelliformis*, *Euphorbia* spp. *Lysiloma divaricata*, *Pinus lagunae*, *Pithecellobium mexicanum*, *Plumeria acutifolia*, *Phragmites communis*, *Quercus devia*, *Typha domingensis*. Palmar de *Cocos nucifera*, *Phoenix dactylifera*, *Prosopis articulata* y *Washingtonia robusta*. Comprende también, subflora de la costa central del Golfo como *Bursera hindsiana*, *B. microphylla*, *Encelia farinosa*, *Euphorbia miser*, *Fouquieria peninsularis*, *F. splendens*, *Jatropha cinerea*, *Larrea tridentata*, *Opuntia cholla*, *O. clavellina*, *Pachycereus pringlei*, *Pedilanthus macrocarpus*. En Todos Santos, las plantas importantes son: *Baccharis salicifolia*, *Bursera microphylla*, *Jatropha cinerea*, *Phoenix dactylifera*, *Washingtonia robusta*. Fauna característica: de moluscos *Alabina crystallina*, *Alvania electrina*, *A. gallegosi*, *A. herrerae*, *A. lucasana*, *Anachis berryi*, *A. hannana*, *Arene socorroensis* (en rocas), *Astraea (Uvanilla) olivacea* (zona sublitoral rocosa), *Barleeia carpenteri*, *Bittium nitens*, *Calliostoma marshalli* (zonas de marea baja), *Cerithidea albonodosa* (zona litoral), *Cerithiopsis aurea*, *Chaetopleura mixta* (zona litoral), *Collisella discors* (litoral), *C. strongiana* (litoral), *Crassispira (Monilispira) appressa* (zonas rocosas), *C. pluto* (litoral rocoso), *Cyclostremiscus loweri*, *Donax (Chion) punctatostriatus*, *Haplocochlias cyclophoreus*, *H. lucasensis*, *Lepidozона clathrata* (bajo rocas), *L. serrata* (bajo rocas y piedras), *Leptopecten palmeri*, *Littorina albicaarinata* (en cavidades, junto a balanos), *Lucina lingualis*, *Mitrella xenia*, *Neorapana tuberculata* (litoral rocoso), *Nymphispira nymphia* (zona litoral rocosa), *Opalia exopleura*, *Pterotyphis fayae* (zona litoral), *Rangia (Rangianella) mendica* (zonas de mangle y rompeolas), *Rissoella bifasciata*, *Rissoina bakeri*, *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Tegula lingulata mariamadre* (zona sublitoral), *Turbo funiculosus* (rara); de peces *Agonostomus monticola*, *Awaous banana*, *Citharichthys gilberti*, *Dormitor latifrons*, *Eleotris picta*, *Eucinostomus gracilis*, *Gerres cinereus*, *Gobiomorus maculatus*, *Lutjanus novemfasciatus*, *Mugil cephalus*, *M. curema*, *Pomadasy bayanus*, *Pseudophallus starksi*; reptiles y anfibios *Bipes biporus*, *Cnemidophorus maximus*, *Crotalus enyo*, *C. ruber*, *Ctenosaura hemilopha*, *Masticophis aurigulus*, *Natrix valida*, *Nerodia valida*, *Petrosaurus thalassinus*, *Phyllodactylus xanti*, *Pseudacris regilla*, *Scaphiopus couchii*, *Sceloporus hunsakeri*, *S. licki*, *S. monserratisensis*, *S. sosteromus*, *Sonora mosaueri*, *Trachemys scripta*, *Xantusia vigilis*; de aves residentes *Callipepla californica*, *Calypte costae*, *Campylorhynchus brunneicapillus*, el carpintero de Gila *Centurus uropygialis*, *Hylocharis xantusii*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, el bolsero tunero *I. parisorum*, *Zenaida asiatica clara*; de aves migratorias *Charadrius wilsonia beldingi*, *Cistothorus palustris*, *Colymbus dominicus bangsi*, *Fregata magnificens rothschildi*, *Oceanodroma tethys tethys*, *Spilogale aethereus mesonauta*, *P. rubricauda rothschildi*, *Pterodroma cookii orientalis*, *Puffinus pacificus chlororhynchus*, *Spizella breweri*, *Sterna fuscata crissalis*, *Sula dactylatra californica*, *S. leucogaster brewsteri*, *Tachycineta bicolor*, *Vermivora celata*, *Wilsonia pusilla*; de mamíferos *Ammospermophilus leucurus*, *Antrozous pallidus*, *Canis latrans*, *Chaetodipus spinatus*, *Dipodomys merriami*, *Eptesicus fuscus*, *Lepus californicus*, *Macrotus californicus*, *californica californica*, *Peromyscus eva*, *P. maniculatus*, *Pipistrellus hesperus*, *Spilogale torius*, *Tadarida brasiliensis*, *Thomomys bottae*, *Urocyon cinereoargenteus*. Especies endémicas: de plantas *Jatropha vernicosa*, *Mammillaria petrophila*, *Morangaya pensilis*; de reptiles y anfibios: *Bogertophis rosaliae*, *Chliomeniscus stramineus*, *Coluber aurigulus*, *Eridiphas slevini*, *Eumeces lagunensis*, *Gerrhonotus paucicaarinatus*, *Masticophis aurigulus*, *Phyllodactylus unctus*, *Thamnophis digueti*, *T. elegans*, *Tantilla planiceps*, *Uta thalassina*; de aves *Glaucidium hokinsii*, *Geothlypis beldingi*, *Hylocharis xantusii*, *Junco bairdi*, *Toxostoma cinereum*, *Turdus confinis*; de mamíferos *Myotis velifer peninsularis*, *Oryzomys couesi*, *Sorex ornatus lagunae*. Especies amenazadas: de peces *Fundulus lima*; de reptiles y anfibios *Urosaurus nigricaudus*; de aves *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Anas discors*, el pájaro azul *Aphelocoma coerulescens hypoleuca*, *Aquila chrysaetos*, *Bubo virginianus*, *Buteo jamaicensis*, *Circus cyaneus*, el tapacamino



Chordeiles acutipennis inferior, la paloma serrana *Columba fasciata vioscae*, el mosquerito común *Contopus sordidulus peninsulæ*, el mosquerito verdín *Empidonax difficilis cineritius*, *Falco columbarius*, *Geothlypis beldingi*, el tecolotito *Glaucidium gnoma*, el colibrí peninsular *Hylocharis xantusii*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, *I. parisorum*, el junco *Junco phaeonotus bairdii*, el carpintero arlequín *Melanerpes formicivorus angustifrons*, *M. uropygialis*, el tecolote enano *Micrathene whitneyi sanfordi*, el copetón común *Myiarchus cinerascens pertinax*, la lechucita *Otus kennicottii xantusi*, el copetoncito *Parus inornatus cineraceus*, el carpintero cholero *Picoides scalaris lucasanus*, el escarbador *Pipilo erythrophthalmus magnirostris*, el escarbador café *P. fuscus albigula*, el sastrecito *Psaltriparus minimus grindæ*, el saltapalo *Sitta carolinensis lagunae*, *Sterna antillarum*, el zorzal *Turdus assimilis confinis*, la primavera *T. migratorius confinis*, el vireo solitario *Vireo solitarius lucasanus*, el vireo oliváceo *V. huttoni cognatus*, el vireo gorjeador *V. gilvus victoriae*, la paloma de alas blancas *Zenaida asiatica clara*; de mamíferos *Neotoma lepida notia*, *Odocoileus hemionus peninsulæ*, *Peromyscus truei lagunae*, *Sorex ornatus lagunae*, *Thomomys umbrinus alticolus* y macrofitas acuáticas; todas estas especies amenazadas por sobreexplotación acuifera.

Aspectos económicos: turismo en Los Cabos. En Santiago existen cultivos de aguacate, albahaca, calabaza, ciruela, guayaba, jitomate-cherry, lechuga, limón, maíz, mango, naranja, papaya, plátano y sorgo. Plantas cultivables: *Arundo donax*, *Citrus aurantiifolia limmetta*, *C. aurantium*, *Cocos nucifera tasiste*, *Coffea arabica*, *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Phoenix dactylifera*, *Prunus purpurea*, *Psidium guajava*, *Punica granatum*, *Ricinus communis*, *Saccharum officinarum* y *Washingtonia robusta*. Pesquería de crustáceos *Macrobrachium americanum* y *M. tenellum*.

Problemática:

- Modificación del entorno: por obras de ingeniería, asentamientos humanos, ganadería extensiva, deforestación. En Santiago: azolve, sobreexplotación de agua, desmonte del palmar.

- Contaminación: por turismo y descarga de efluentes domésticos.

- Uso de recursos: el oasis Santiago provee de agua a poblaciones aledañas importantes. Tala de carrizo y palma de hoja para fines de paisaje.

Conservación: se necesita un ordenamiento de la infraestructura turística y ecológica. Santiago representa la zona agrícola más importante de todos los oasis. Sin embargo las prácticas de la ganadería extensiva, la apertura de caminos y el abandono de campos de cultivo en zonas cercanas al oasis han acelerado el proceso de transporte de partículas, contribuyendo al azolve de la antigua laguna. En relación al palmar, la sobreexplotación del agua para actividades productivas ha ocasionado su desmonte y su utilización como áreas de cultivos. Comprende a la Reserva de la Biosfera Sierra de la Laguna desde 1994.

Grupos e instituciones: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; Universidad Autónoma de Baja California; Universidad Autónoma de Baja California Sur; Universidad Nacional Autónoma de México.

11. DELTA DEL RÍO COLORADO

Estado(s): Baja California y Sonora

Extensión: 7 971.09 km²

Polígono: Latitud 32°43'12" - 31°26'24" N
Longitud 116°14'24" - 114°26'24" W

Recursos hídricos principales

Iéuticos: Lago Salado, Ciénega de Santa Clara, estuarios, llanuras de inundación, pantanos, pozas permanentes

Ióuticos: delta del río Colorado, arroyos, manantiales

Limnología básica: el delta del río Colorado se encuentra en la falla Imperial, la cual forma parte de la falla de San Andrés. El aporte de agua y nutrientes en la boca del río favorece el transporte de nutrientes a la costa, lo cual incrementa la productividad biológica de esas aguas.

Geología/Edafología: la topografía es muy regular, se caracteriza por amplias planicies de pendientes suaves que se extienden del mar hacia el continente y puntos como la mesa Arenosa, cerro Prieto, cerro El Chínero y cerro Punta El Machorro, con elevaciones de más de 200 m; limitada al oeste por las sierras El Mayor y Las Tinajas, al este por la Sierra El Rosario y el desierto de Altar. Suelos de tipo Regosol, Litosol, Fluvisol, Zolonchak y Vertisol.

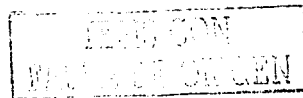
Características varias: clima muy seco semicálido con lluvias en verano e invierno. Temperatura media anual 18-24°C. Precipitación total anual menor a 100 mm. Elevación 0-100 m.

Principales poblados: Mexicali, San Luis Río Colorado

Actividad económica principal: agrícola en el valle de Mexicali y pesquera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral desértico micrófilo, vegetación de desiertos arenosos, vegetación de dunas costeras, vegetación acuática y halófila, relictos de galería riparia. Existen más de 400



especies de plantas acuáticas y terrestres. Flora característica: los pantanos del delta están dominados por *Typha* spp y carrizales; en la boca de ríos y alrededor de las islas existen comunidades de plantas halófilas como *Allenrolfea occidentalis*, *Distichlis palmeri* (pasto salado endémico), *D. spicata*, *Salicornia* sp. La Ciénega de Santa Clara está considerada como vestigio de la comunidades naturales originales. La vegetación ribereña está representada por *Populus* spp, *Prosopis glandulosa* y *Salix* spp. Fauna característica: de moluscos importantes como *Acanthodoris pina* (línea de marea), *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Calliclava palmeri* (en arena fina), *Chaetopleura euryplax* (bajo rocas en fango), *C. mixta* (zona litoral), *Chama mexicana*, *Chiton virgulatus* (bajo rocas, zona litoral), *Collisella acutapex* (zona litoral), *Coryphella cynara* (litoral arenoso y dragados), *Crassispira (Monilispira) pluto* (litoral rocoso), *Dendrochiton lirulatus* (en rocas), *Euclathurella carissima* (en rocas), *Fusinus (Fusinus) ambustus* (zonas arenosas), *Knefastia dalli* (en fangos), *Leptopecten palmeri*, *Lucina (Callucina) lampra*, *L. lingualis*, *Mulinia coloradoensis* (restringida a aguas del golfo), *Muricopsis armatus* (zona litoral bajo rocas), *Nymphispira nymphia* (zona litoral rocosa), *Panopea globosa* (puede encontrarse en la costa o hasta 60 m), *Polycera alabe* (rara), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Pyrgocythara scammoni* (línea de marea), *Recluzia palmeri* (zona costera), *Semele (Amphidesma) junonia*, *Solenosteira capitanea*, *Transennella humilis*, *Tricolia variegata* (litoral rocoso), *Tripsyca (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); de crustáceos como el cangrejo *Petrolisthes schmitti*; hábitat y refugio de peces como *Anchoa helleri*, *A. nasus*, *Bairdiella icistia*, *Cynoscion xanthulus*, *Eleotris picta*, *Gasterosteus aculeatus*, *Gillichthys mirabilis*, *Gobiesox pinniger*, *Gobiosoma chiquita*, *Ictalurus pricei*, *Micropogon megalops*, *Mugil cephalus*, *Pantosteus clarki*; de reptiles y anfibios como las iguanas del desierto *Callisaurus draconoides*, *Dipsosaurus dorsalis sonoriensis*, el monstruo de Gila *Heloderma suspectum*, *Phrynosoma solare*; de aves el gorrión sabanero *Passerculus sandwichensis rostratus*, el pelícano *Pelecanus erythrorhynchus*, el rascador desértico *Pipilo crissalis*, el cuillacoche piquicorto *Toxostoma bendirei* y el cuillacoche pálido *Toxostoma lecontei*; de mamíferos el coyote *Canis latrans*, el castor *Castor canadensis*, el lince *Lynx rufus*, el venado bura *Odocoileus hemionus* y las zorras *Urocyon cinereoargenteus* y *Vulpes macrotis*. Especies endémicas: de peces *Catostomus insignis*, la totoaba *Cynoscion macdonaldi*, el perrito del desierto *Cyprinodon macularis*, *Gila intermedia*, la carpita cola redonda *G. robusta*; de aves el palmoteador de yuma *Rallus longirostris yumanensis*. Todas estas especies junto con las aves *Chamaea fasciata*, *Falco peregrinus*, *Haliaeetus leucocephalus*, *Parus inornatus*, *Passerculus sandwichensis rostratus*, *Sterna antillarum* y *Toxostoma redivivum redivivum* se encuentran amenazadas por pérdida de hábitat y contaminación. Especies extirpadas: de peces *Gila elegans*, *Ptychocheilus lucius*, *Rhinichthys osculus*, *Tiaroga cobitis*, *Xyrauchen texanus*. El delta del Río Colorado representa una zona de alta productividad y hábitat de gran importancia por ser zona de reproducción, desove y crianza de especies marinas.

Aspectos económicos: recursos de geotermia, agricultura intensiva, cacería ilegal de aves migratorias, acuicultura, ganadería extensiva, pesca y ecoturismo.

Problemática:

- Modificación del entorno: salinización de los acuíferos y degradación de los suelos, formación de canales. Reducción del aporte y calidad de agua dulce y cambios hidrodinámicos en la cuenca baja por el represamiento del río Colorado, que también tiene efectos a distancia. Cambio de uso de suelo para agricultura.

- Contaminación: por agroquímicos y descargas industriales y urbanas. En el valle Imperial se vierten contaminantes de todo tipo al río provenientes de los distritos de riego de Arizona y del valle de San Luis en México.

- Uso de recursos: reducción de fauna y flora; introducción de especies exóticas como *Cyprinella lutrensis* e *Ictalurus punctatus*; prácticas de pesca destructivas; sobreexplotación y mal manejo del agua (represas).

Conservación: preocupa el abatimiento de acuíferos, la calidad de los suelos y el agua. Se requiere restablecer la calidad del agua en río Colorado, los acuíferos y proponer un derecho de cuotas de agua dulce. Faltan estudios de la vegetación acuática y fauna de la Ciénega de Sta. Clara. No hay reporte de endemismos de insectos acuáticos de la región. Aves migratorias en riesgo. Existe constante violación a las disposiciones de regulación en la Reserva por falta de vigilancia. Comprende parte de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. El Delta del Río Colorado está considerado como humedal prioritario por el North American Wetlands Conservation Council y por la Convención de Ramsar.

Grupos e instituciones: Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada; Centro de Investigación Científica y Tecnológica, Universidad de Sonora; Universidad Autónoma de Baja California; Universidad de Sonora; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey - Guaymas; Universidad de Arizona; Universidad de California, Conservación Internacional.



12. SUBCUENCA DEL RÍO ASUNCIÓN

Estado(s): Sonora

Extensión: 6 696.4 km²

Polígono: Latitud 31°25'12" - 30°37'48" N
Longitud 111°34'12" - 110°20'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: represas, oasis

Lóticos: ríos Seco, Asunción y Altar, arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierras Cibuta, La Joroba, del Humo, La Gloria. Suelos de tipo Regosol, Yermosol, Fluvisol y Litosol.

Características varias: clima semiseco templado y seco semicálido con lluvias en verano y escasas en invierno; temperatura media anual de 14-18°C. Precipitación total anual entre 300-500 mm.

Principales poblados: Nogales, Magdalena de Kino, Santa Ana

Actividad económica principal: ganadería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral desértico rosetófilo, cardonal, bosque de pino, pastizal natural-huizachal, pastizal inducido. Avifauna característica: *Pachyramphus aglaiae*, *Strix occidentalis*. Especies amenazadas: de peces *Agosia chrysogaster*, *Catostomus insignis*, *Cyprinodon macularis*, *Gila ditaenia*, *G. eremica*, *G. robusta*, *Poeciliopsis occidentalis*, *Rhinichthys osculus*; de reptiles y anfibios *Bufo retiformis*, *Crotalus willardi* y *Lampropeltis pyromelana*; de aves *Ara militaris*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*.

Aspectos económicos: ganadería

Problemática:

- Modificación del entorno: fragmentación del hábitat por actividades ganaderas (hay cercas que impiden el paso de los animales).

- Contaminación: por aguas residuales domésticas

- Uso de recursos: pastizales para ganado

Conservación: ninguna

Grupos e instituciones: ND

13. SUBCUENCAS DEL RÍO SAN PEDRO Y RÍO STA. CRUZ

Estado(s): Sonora

Extensión: 2,810.66 km²

Polígono: Latitud 31°21'00" - 30°56'24" N
Longitud 111°06'36" - 109°52'48" W

Recursos hídricos principales

lénticos: embalses

Lóticos: ríos San Pedro y Sta. Cruz, ríos temporales, arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: rodeada por las montañas de Arizona y Sierra Madre Occidental (sierras El Pinito, Azul, La Madera, El Manzanal, Los Ajos). Suelos de tipo Regosol, Litosol, Feozem y Cambisol.

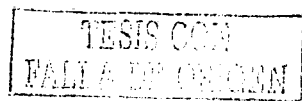
Características varias: clima semiseco templado y seco semicálido con lluvias en verano y escasas en invierno; temperatura media anual de 14-18°C. Precipitación total anual entre 400 y 600 mm.

Principales poblados: Cananea, Nogales, Agua Prieta

Actividad económica principal: minería, silvicultura, agricultura y ganadería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: pastizal, bosque de encino, de pino-encino. Fauna característica: Presencia del águila real *Aquila chrysaetos*, *Pachyramphus aglaiae*, *Strix occidentalis*; del lince *Lynx rufus*, del puma *Puma concolor* y del oso negro *Ursus americanus*. Endemismo de reptiles *Crotalus willardi* y *Lampropeltis pyromelana*. Especies amenazadas: de peces *Agosia chrysogaster*, *Catostomus clarki*, *C. insignis*, *Cyprinodon macularis*, *Gila intermedia*, *Tiaroga cobitis*; de anfibios *Bufo retiformis*, *Rana*



chiricahuensis, *R. forreri*, *R. maculata* y *R. toromorde*, estas últimas indicadoras de integridad. Especies amenazadas de aves *Ara militaris*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*.

Aspectos económicos: recursos mineros (cobre), agricultura (algodón), silvicultura y ganadería.

Problemática:

- Modificación del entorno: por la infraestructura minera y el sobrepastoreo en los pastizales.
- Contaminación: por desechos mineros en Cananea y contaminación de los arroyos por aguas negras.
- Uso de recursos: el pastizal para ganado.

Conservación: preocupan los residuos mineros que alteran los sistemas asociados; se necesitan planes de manejo para la industria minera. Faltan conocimientos limnológicos de la región.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad de Occidente; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad de Sonora; Universidad de Arizona.

14. ISLA TIBURÓN - RÍO BACOACHI

Estado(s): Sonora

Extensión: 10 027.41 km²

Polígono: Latitud 30°06'00" - 24°85'00" N
Longitud 112°34'48" - 111°06'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presa Abelardo Rodríguez, lagunas

lóticos: ríos Bacoachi, El Zanjón, San Miguel de Horcasitas y Sonora, arroyos temporales, manantiales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierra Seri. Suelos de tipo Regosol, Fluvisol, Yermosol y Litosol.

Características varias: clima muy seco semicálido con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual de 20-26°C. Precipitación total anual hasta 300 mm.

Principales poblados: Hermosillo, Bahía Kino, San Miguel de Horcasitas, Bacoachi, Punta Chueca.

Actividad económica principal: agricultura, ganadería extensiva, porcicultura y pesca.

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: manglares, marismas, selva baja caducifolia, matorral sarcocaulé, mezquital, matorral desértico micrófilo y halófitas. Diversidad de hábitats: lagunas, ríos, acantilados, humedales y playas. Fauna característica: de moluscos como *Acanthochitona arragonites* (parte lateral de las rocas de litoral), *A. exquisita* (bajo rocas), *Acanthodoris pina* (línea de marea), *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Calliostoma marshalli* (zonas de marea baja), *Cerithidea albonodosa* (zona litoral), *Chaetopleura euryplax* (bajo rocas en fango), *C. mixta* (zona litoral), *C. syhana* (litoral), *Chama venosa*, *Chiton virgulatus* (bajo rocas, zona litoral), *Collisella stanfordiana* (litoral), *Dendrodoris krebsii* (raro al oeste de BC, y común en costas del centro y sur), *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Euclathurella carissima* (en rocas), *Fusinus (Aptyxis) cinereus* (sobre rocas), *Fusinus (Fusinus) ambustus* (zonas arenosas), *Fusinus (Fusinus) fredbakeri*, *Knefastia dalli* (en fangos), *Lepidozona clathrata* (bajo rocas), *L. serrata* (bajo rocas y pierdas), *Leptopecten palmeri*, *Lucina (Callucina) lampra*, *L. lingualis*, *Macoma (Rexithaerus) indentata*, *Muricopsis armatus* (zona litoral bajo rocas), *Nucinella subdola*, *Pitar (Hyphantosoma) pollicaris*, *Polydora alabe* (rara), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *P. saavedrai*, *Pyrgocythara scammoni* (línea de marea), *Semele (Amphidesma) junonia*, *Stenoplax conspicua sonorana* (bajo rocas), *Tellina (Angulus) coani*, *Terebra allyni*, *T. iola*, *Transennella humilis*, *Tripsyche (Eualates) centiquadra* (litoral rocoso); de crustáceos los cangrejos del fango *Cataleptodius occidentalis*, *Eurpanopeus planus* y *Xanthodius sternberghii*, los cangrejos araña *Ala comuta*, *Herbstia camptacantha* y *Thoe sulcata*, los cangrejos porcelana *Petrolisthes gracilis*, *P. hirtipes* y *P. tiburonensis*, los cangrejos hermitaños *Clibanarius digueti* y *Paguristes anahuacus*, los camarones pistola *Alpheus hyeyongae*, *A. umbo* y *A. canalis*; de peces *Camptostoma ornatum*, *Cyprinodon macularis*, *Gila eremica*, *G. purpurea*; de reptiles y anfibios los sapos manchado *Bufo punctatus* y verde de Sonora *Bufo retiformis*, las tortugas jabalina *Caretta caretta*, blanca *Chelonia mydas*, siete filos *Dermochelys coriacea*, carey *Eretmochelys imbricata*, golfinia *Lepidochelys olivacea* y *Masticophis bilineatus slevini*; de aves el cacomixtle *Bassariscus astutus*, *Branta bernicla*, el pato canadiense *B. canadensis*, el saltaparedes de los cactus *Campylorhynchus brunneicapillus*, el ratón *Chaetodipus intermedius intermedius*, el carpintero amarillo *Colaptes auratus*, la tortolita *Columbina passerina*, *Fregata magnificens*, el pato buzo *Gavia arctica*, el pelicano pardo *Pelecanus occidentalis*, el ave del trópico *Phaethon aethereus*, la viejita *Pipilo fuscus*, la golondrina marina *Sterna antillarum*, los bobos patas cafés *Sula leucogaster* y azules *S. nebouxii*, el pato nocturno de Craveri *Synthliboramphus craveri*; de mamíferos el coyote *Canis latrans*, la rata canguro *Dipodomys merriami*, la rata



nopalera *Neotoma albigula*, el ratón del cactus *Peromyscus eremicus*, la ardilla de roca *Spermophilus variegatus* y la ardilla cola redondeada *S. tereticaudus*, la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus*. Especies endémicas: de peces *Catostomus wigginsi* y *Gila ditaenia*; de aves *Campylorhynchus brunneicapillus seri*, el colibrí peninsular *Hylocharis xantusii* y *Toxostoma curvirostre insularum*; de mamíferos los ratones de abazones *Chaetodipus baileyi insularis* y *C. penicillatus seri*. Especies amenazadas: de peces *Agosia chrysogaster*, *Campostoma ornatum*, *Catostomus bernardini* (probablemente extirpada), *Poeciliopsis occidentalis*; de reptiles y anfibios la víbora de cascabel *Crotalus molossus estobannensis*, la tortuga del desierto *Gopherus agassizi*, la coralillo *Micruroides euryxanthus*, la iguana de San Esteban *Sauromalus varius*; de aves *Branta canadensis*, *Falco peregrinus*, *Hylocharis xantusii*, *Phaethon aethereus*, *Sula nebouxii*, *Synthliboramphus craveri*; de mamíferos la rata nopalera *Neotoma albigula seri*, el venado bura *Odocoileus hemionus* y el ratón *Peromyscus stephani*. Presenta zonas de ocurrencia de especies endémicas y en peligro de extinción; áreas de reproducción y crianza de especies marinas, alta diversidad de invertebrados acuáticos, áreas de anidación y zonas de alta productividad biológica. En la isla existe una población establecida de borrego cimarrón *Ovis canadensis* constituida a partir de algunos ejemplares introducidos de Sonora.

Aspectos económicos: agricultura de riego, porcicultura, pesca y turismo potencial.

Problemática:

- Modificación del entorno: crecimiento demográfico y desarrollo turístico no controlado, cambio de uso de suelo para agricultura.

- Contaminación: por agroquímicos y descargas domésticas. Contaminación de las aguas del río Sonora por desechos de granjas porcícolas.

- Uso de recursos: introducción de especies exóticas a la isla, sobreexplotación pesquera. Sobreexplotación de palo fierro y mezquite para la producción de carbón. Actividad cinegética no regulada.

Conservación: preocupa el abatimiento de acuíferos y el mal manejo del agua. Falta conocimientos limnológicos en la región. Isla Tiburón está considerada Reserva Especial de la Biosfera desde 1963.

Grupos e instituciones: Universidad de Sonora; Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad de Occidente; Instituto Nacional de Ecología; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey - Guaymas; Centro Ecológico de Sonora; Prescott College; Secretaría de Marina.

15. CAJÓN DEL DIABLO

Estado(s): Sonora

Polígono: Latitud

Longitud

28°37'48" - 27°50'24" N

11°27'36" - 110°48'00" W

Extensión: 2 784.93 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: aguajes

lóticos: estero de Tastiola, ríos, arroyos temporales, manantiales

Limnología básica: debido al desequilibrio en la explotación acuífera, se presenta una fuerte tendencia a la salinización de suelos.

Geología/Edafología: zonas montañosas, valles, riberas, islas, esteros y bahías. Rocas ígneas y sedimentarias. Suelos de tipo Litosol, Yermosol, Regosol y Vertisol.

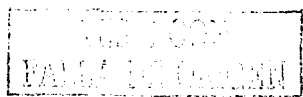
Características varias: clima muy seco semicálido con lluvias en verano e invierno. Temperatura media anual de 20-24°C. Precipitación total anual hasta 300 mm.

Principales poblados: Guaymas, Empalme

Actividad económica principal: pesca ribereña o artesanal, camaronicultura, agricultura, ganadería extensiva y ecoturismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: manglares, vegetación halófila, matorral xerófilo, matorral sarcocaulé (cubre un 60% del área), mezquital, matorral desértico micrófilo. Flora característica: alta biodiversidad en plantas como *Agave felgeri*, *A. chrysoglossa*, *A. colorata*, *Fouquieria digueti*, *Opuntia reflexispina*, *Pithecellobium confine*, *Viguiera laciniata*, *Washingtonia robusta*. Fauna característica: alta diversidad de invertebrados acuáticos; de moluscos como *Acanthochitona arragonites* (parte lateral de las rocas), *A. exquisita* (bajo rocas), *Aligena obliqua*, *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Calliclava palmeri* (en arena fina), *Calliostoma marshalli* (zonas de marea baja), *Cerithidea albonodosa* (zona litoral), *Chaetopleura euryplax* (bajo rocas en fango), *C. mixta* (zona litoral), *Chelidonura polyalphos* (tango de litorales), *Chione* (*Chionista*) *cortezii* (zona litoral), *Chiton virgulatus* (bajo rocas, zona litoral), *Collisella acutapex* (zona litoral), *C. stanfordiana* (zona litoral), *Coralliophila macleani*, *Crassispira* (*Monilispira*) *pluto* (litoral rocoso), *Decipifus*



gracilis, *Doris pickensi* (litoral rocoso), *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Euclathurella carissima* (en rocas), *Fusinus (Aptyxis) cinereus* (sobre rocas), *Fusinus (Fusinus) ambustus* (zonas arenosas), *Fusinus (Fusinus) fredbakeri*, *Haplocochlias lucasensis*, *Knefastia dalli* (en fangos), *Lepidozona clathrata* (bajo rocas), *L. subtilis* (en rocas), *Leptopecten palmeri*, *Littorina albicarinata* (en cavidades, junto a balanos), *Lucina (Callucina) lampra*, *L. lingualis*, *Macoma (Rexithaerus) indentata*, *Mitra (Strigatella) sphoni*, *Morula (Morunella) ferruginosa* (zona litoral, bajo rocas), *Murexiella laurae* (en fondos de grava), *M. mildredae*, *Muricopsis armata* (zona litoral bajo rocas), *Nassarina (Cigclirina) helenae*, *Nassarina (Steironepion) tincta*, *Nassarina (Zanassarina) anitae*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Nassarina guaymasensis* (zona litoral), *Nucinella subdola*, *Nymphispira nymphia* (zona litoral rocosa), *Orobitella obliqua*, *Pazinotus advenus* (en fondos fangosos, suelos de roca y conchas pequeñas), *Pitar (Hyphantosoma) pollicaris*, *Pseudochama inermis* (zona litoral), *P. saavedrai*, *Radiella tridentata* (abundante en rocas), *Semele (Amphidesma) junonia*, *Serpulorbis oryzata*, *Stenoplax conspicua sonorana* (bajo rocas), *Tellina (Angulus) coani*, *Tellina (Angulus) guaymasensis*, *Terebra allyni*, *T. iola*, *Typhis (Typhisopsis) grandis*, *Transennella humilis*, *Tripsycha (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso), *Vitrinella guaymasensis*; de peces *Campostoma ornatum*, *Gila ditaenia*, *Poecilia butleri*, *Poeciliopsis occidentalis*; de reptiles y anfibios la boa *Boa constrictor*, el sapo verde de Sonora *Bufo retiformis*, las tortugas caguama *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, laúd *Dermochelys coriacea* y del desierto *Gopherus agassizi*, el monstruo de Gila *Heloderma suspectum*, la tortuga gollina *Lepidochelys olivacea*, todas amenazadas y en peligro; de aves *Anas acuta*, el águila real *Aquila chrysaetos*, la lechuza de madriguera *Athene cunicularia*, el ganso canadiense *Branta canadensis*, el halcón pálido *Falco mexicanus*, el halcón peregrino *F. peregrinus*, la gaviota ploma *Larus heermanni*, la cigüeña americana *Mycteria americana*, los paíños *Oceanodroma melania* y *O. microsoma*, el aguililla rojinegra *Parabuteo unicinctus*, el chipe-suelero charquero *Seiurus noveboracensis*, la golondrina marina *Sterna elegans*, el bobo patiauz *Sula nebouxii*, el vireo gris *Vireo vicinior*, todas amenazadas; de mamíferos el venado bura *Odocoileus hemionus*, el venado cola blanca *O. virginianus*, los ratones *Peromyscus boylii* y *P. pembertoni*. Alto endemismo en plantas como *Acacia willardiana*, *Echinocereus websterianus*, *Mammillaria multidigitata* y *M. tayloriorum*, el mezquite *Prosopis articulata*, la mayoría amenazadas; de aves el gorrión sonorense *Almophila carpalis* y el gorrión conrayas *A. quinquestrata*; de mamíferos como el murciélago *Myotis yumanensis* y el chichimoco *Tamias dorsalis sonorensis*. Existe una de las pocas colonias de nidación de la golondrina marina *Sterna antillarum*. Alta diversidad de hábitats en los cañones En el Nacapule donde crece *Psilotum nudum*, las Barajitas y otros grandes cañones de la sierra El Aguaje donde las condiciones de suelo y humedad han dado lugar a una flora con elementos claramente tropicales. El área cercana a Guaymas presenta vegetación afín al distrito de Comondú en Baja California como el cirio *Fouquieria columnaris* y el palo blanco *Lysiloma candida* y la Bahía San Pedro cuya flora se caracteriza por ser extremadamente anómala con elementos de Baja California como *Acacia californica*, *Carlwrightia fimbriata*, *Ficus petiolaris* var. *palmeri*, *Glaucothea armata* y *Lysiloma candida*, asociadas con especies de características sonorenses.

Aspectos económicos: agricultura de riego, pesquerías de camarón, de especies finas de escama, corridas de tiburón, sierra y jureles; ganadería y ecoturismo.

Problemática:

- Modificación del entorno: sobrepastoreo, daño por embarcaciones camaroneras y por turismo.
- Contaminación: por agroquímicos y descargas domésticas.
- Uso de recursos: extracción de leña, pesquerías y camaronicultura.

Conservación: preocupa el abatimiento de acuíferos y el mal manejo del agua. Faltan conocimientos limnológicos en la región. Urge terminar el programa de manejo de esta reserva. Es Reserva Especial de la Biosfera desde 1937.

Grupos e Instituciones: Universidad de Sonora; Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad de Occidente; Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.; Centro Ecológico de Sonora.

16. RÍO YAQUI - CASCADA BASASEACHIC

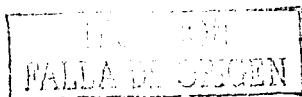
Estado(s): Sonora y Chihuahua

Extensión: 54 716.52 km²

Polígono: Latitud 30°59'24" - 27°03'00" N
Longitud 110°36'00" - 107°02'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Álvaro Obregón, Plutarco Elias Calles y La Angostura, pantanos dulceacuícolas, estuarios, charcas temporales, llanuras de inundación, brazos de ríos abandonados, lagos
lóticos: ríos Yaqui, Copaque, Bavispe, Moctezuma, Chico, Tecoripa, Papigochic, Sahuaripa, arroyos, manantiales termales



Limnología básica: ND

Geología/Edafología: comprende las sierras de Bacatete, la Ventana, Baroyeca, el Encinal, La Sebastiana, Mazatán, las Palomas, las Guijas, las Maderas, Buenos Aires, el Tigre; rocas ígneas. Suelos de tipo Litosol, Xerosol, Regosol, Vertisol, Zolochak, Cambisol, Fluvisol y Luvisol.

Características varias: climas semiseco muy cálido y cálido, semiseco semicálido, secos muy cálidos y cálidos con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual de 16-26°C. Precipitación total anual entre 200-700 mm.

Principales poblados: Cd. Obregón, Moctezuma, Villa Hidalgo, Mazatán, Yaqui y Vicam.

Actividad económica principal: forestal, agrícola, ganadera, pesquera, minera y ecoturismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosque espinoso, pastizal, bosques de coníferas, de pino-encino, de tascafe, mesófilo, manglares, vegetación riparia, matorral xerófilo, manchones aislados de selva baja caducifolia. Región con una alta riqueza específica. Flora característica: bosques de coníferas de *Pseudotsuga* sp., *Abies* sp., de pinos *Pinus arizonica*, *P. Ayacahuite* y mixto *Populus tremuloides*. Fauna característica: de moluscos *Acanthochitona arragonites* (parte lateral de las rocas de litoral), *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Coralliophila macleani*, *Doris pickensi* (litoral rocoso), *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fusinus* (*Fusinus*) *ambustus* (zonas arenosas), *Leptopecten palmeri*, *Lucina* (*Callucina*) *lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina* (*Steironepion*) *tincta*, *Nassarina* (*Zanassarina*) *atella*, *Terebra allyni*, *T. iola*, *Transennella humilis*, *Tripsycha* (*Eualetes*) *centiquadra* (litoral rocoso); de peces *Awaous banana*, *Campostoma ornatum*, *Catostomus plebeius*, *Codoma ornata*, *Cyprinella formosa*, *C. ornata*, *Eleotris picta*, *Gila eremica*, *G. robusta*, *Gila* sp., *Gobiomorus maculatus*, *Hyporhamphus rosae*, *Lepomis macrochirus*, *Ophistemon aenigmaticum*, *Pimephales promelas*, *Poecilia latipinna*, *Poeciliopsis occidentalis*, *P. prolifica*, *Pomoxis nigromaculatus*; de aves *Ajaia ajaia*, *Anas crecca*, *A. platyrhynchos*, *Ardea herodias*, *Bubulcus ibis*, *Bucephala albeola*, *Casmerodius albus*, *Eudocimus albus*, *Haematopus palliatus*, *Limosa fedoa*, *Nycticorax violacea*, *Pachyrhamphus aglaiae*, *Recurvirostra americana*, *Strix occidentalis*. Endemismo de plantas *Acacia willardiana*; de insectos como *Apodemia hepburni*, *A. phyciodioides*, *Enchloe guaymasensis*, *Texola elada*; de peces *Catostomus* sp., *Gila purpurea*; de aves *Campephilus imperialis*, *Euptilotis neoxenus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas de peces *Agosia chrysogaster*, *Catostomus bernardini* (probablemente extirpada), *C. cahita*, *C. leopardi*, *Gila purpurea*, *Ictalurus pricei*, *Oncorhynchus* sp., *Poeciliopsis occidentalis*; de aves *Anas acuta*, *A. discors*, águila real *Aquila chrysaetos*, guacamaya verde *Ara militaris*, *Aythya affinis*, *Campephilus imperialis*, *Euptilotis neoxenus*, *Larus heermanni*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*; de mamíferos la nutria *Lutra longicaudis annectens*, el lince *Lynx rufus*, el venado bura *Odocoileus hemionus*, el puma *Puma concolor*, el jabalí *Pecari tajacu*, el oso *Ursus americanus*, por desecación de ríos, cacería, pérdida y degradación del hábitat. Ruta de aves migratorias. Área de anidación de la cotorra serrana occidental *Rhynchopsitta pachyrhyncha* y *Accipiter gentilis*. Representa a la zona límite norte de especies de origen neotropical y sur de especies boreales.

Aspectos económicos: agricultura intensiva, pesca, ganadería extensiva, minería (tungsteno, cobre, fierro, plata, zinc y plomo), actividad forestal y ecoturismo. Pesquerías de carpa común *Cyprinus carpio*, mojarra *Lepomis megalotis*, langostino *Macrobrachium americanum*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*. Generación de energía eléctrica y acuicultura.

Problemática:

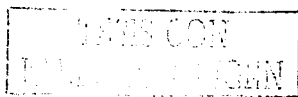
- Modificación del entorno: construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego, explotación forestal, sobrepastoreo y construcción de carreteras. Desmontes y desvío de corrientes. Desertificación en algunas zonas. Desarrollo turístico en la parte alta de la cascada de Bassaseachic.

- Contaminación: por abuso de agroquímicos en la planicie costera, desechos mineros en los altos, uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, descargas domésticas y residuales.

- Uso de recursos: especies introducidas de carpa dorada *Carassius auratus*, matalote *Carpoides carpio*, lirio acuático *Eichhornia crassipes*, bagre azul *Ictalurus furcatus*, mojarra *Lepomis megalotis*, lobina negra *Micropterus salmoides*, trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*. Caza furtiva y extracción de leña.

Conservación: preocupa la contaminación, el sobrepastoreo, la alteración del patrón hidrológico, la alteración de la calidad del agua en la planicie costera, la intrusión salina, la erosión de la cuenca, azolvamiento de las costas y la erosión en la costa por presas. Se requiere del derecho de uso de cuotas de agua para los sistemas limnológicos, la recarga de acuíferos y un equilibrio en el aporte de sedimentos provenientes de las tierras agrícolas a los humedales. Faltan conocimientos de la flora y la fauna, aplicación plena de la legislación sobre el uso de plaguicidas, empleo de alternativas en control de plagas; problemas de acceso por narcotráfico y uso permitido de plaguicidas en campañas antinarcóticos.

Grupos e instituciones: Universidad de Sonora; Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad de Occidente; Universidad Autónoma Metropolitana; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Universidad Autónoma de Chihuahua; Universidad de Durango.



17. RÍO MAYO

Estado(s): Sonora y Chihuahua

Extensión: 14 895.44 km²

Polígono: Latitud 28°27'00" - 26°40'12" N
Longitud 109°53'24" - 108°03'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presa, pantanos, estuarios, charcas temporales, llanuras de inundación, brazos de ríos abandonados

lóticos: ríos Mayo, Moris y Cedros, arroyos, manantiales termales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierras cercanas de Chirivivo, San Ignacio, Calabazas y San Luis. Rocas de tipo sedimentario con suelos Yermosol, Regozol, Cambisol y Litosol.

Características varias: clima seco semicálido, semiseco semicálido, semiseco muy cálidos y cálidos y semicálido subhúmedo con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual de 10-26°C. Precipitación total anual entre 100-1000 mm en las partes altas.

Principales poblados: Navojoa

Actividad económica principal: forestal, agrícola y pesquera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: manglares, vegetación de dunas costeras, vegetación riparia, matorral sarcocaulé, mezquital, selva baja caducifolia, pastizal inducido, bosques de encino, de pino-encino y pino. Fauna característica: de moluscos *Acanthochitona arragonites* (parte lateral de las rocas), *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Coralliophila macleani*, *Donax contusus*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fusinus (Fusinus) ambustus* (zonas arenosas), *Leptopecten palmeri*, *Lucina (Callucina) lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina (Steironepion) tincta*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Terebra allyni*, *T. iola*, *Transennella humilis*, *Tripsyche (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); de peces *Catostomus plebeius*, *Gila* sp., *Hyporhamphus rosae*; de aves *Anas clypeata*, *A. crecca*, *Calidris mauri*, *C. minutilla*, *Catoptrophorus semipalmatus*, *Limosa fedoa*. Endemismo de peces: *Catostomus* sp., *Poeciliopsis monacha*. Especies amenazadas: de peces *Agosia chrysogaster*, *Catostomus bernardini*, *C. cahita*, *Ictalurus pricei*, *Oncorhynchus* sp., *Poeciliopsis occidentalis*; de aves *Amazona finschi*, *Anas acuta*, *A. discors*, *Egretta rufescens* por desecación de ríos y degradación del hábitat. Corredor de aves migratorias.

Aspectos económicos: agricultura, pesca, acuicultura y actividad forestal. Pesquerías de bagre *Ictalurus punctatus*, langostinos *Macrobrachium americanum*, *M. tenellum*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*. Generación de energía eléctrica. Turismo de bajo impacto.

Problemática:

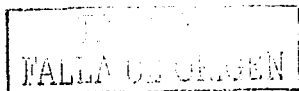
- Modificación del entorno: construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego; explotación forestal y construcción de carreteras. Desmontes y desvío de corrientes.

- Contaminación: por abuso de agroquímicos en la planicie costera, desechos mineros en los altos; uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, desechos domésticos y descarga de aguas residuales. Descarga de químicos, metales y pesticidas en los sistemas lagunares.

- Uso de recursos: especies introducidas de lirio acuático *Eichhornia crassipes*, bagre *Ictalurus punctatus*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*.

Conservación: preocupa la alteración del patrón hidrológico y de la calidad del agua en la planicie costera; la erosión de la cuenca y azolvamiento de las costas; la erosión en la costa por presas y la intrusión salina. Se requiere del derecho de uso de agua para los sistemas limnológicos, la recarga de acuíferos, cuotas de sedimentos para mitigar la erosión costera y un equilibrio en el aporte de sedimentos provenientes de las tierras agrícolas a los humedales. Faltan conocimientos de la flora y la fauna, aplicación plena de la legislación sobre el uso de plaguicidas, empleo de alternativas en control de plagas; problemas de acceso por narcotráfico y uso permitido de plaguicidas en campañas antinarcóticos. Se recomienda continuar y ampliar el control de malezas acuáticas.

Grupos e instituciones: Universidad de Sonora; Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad de Occidente; Universidad Autónoma Metropolitana; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Universidad Autónoma de Chihuahua; Universidad de Durango.



18. CUENCA ALTA DEL RÍO FUERTE

Estado(s): Sinaloa, Sonora y Chihuahua

Extensión: 24 529.52 km²

Polígono: Latitud 27°45'36" - 25°53'24" N
Longitud 109°00'36" - 106°16'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presa Miguel Hidalgo, Josefa Ortiz de Domínguez, pantanos dulceacuícolas, charcas temporales, llanuras de inundación, brazos de ríos abandonados

lóticos: ríos Fuerte, San Miguel, Los Loera, Choix, Álamos, Chinipas, Urique y Verde, arroyos, estuarios

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierras circundantes: Gepar, Mazonaivo y Cordón del Diablo; suelos de tipo Feozem, Litosol y Regosol

Características varias: climas semiseco semicálido, muy cálido y cálido, templado subhúmedo con lluvias en verano y algunas en invierno; semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 16-26°C. Precipitación total anual 500-1 000 mm.

Principales poblados: Guachochi, Choix, El Fuerte, Álamos, La Cieneguita, Mezquite

Actividad económica principal: forestal, agrícola y acuicultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva baja caducifolia, vegetación riparia, bosques de encino, de pino, de pino-encino y tropical caducifolio. Fauna característica: de peces *Atherinella elegans*, *Camptostoma ornatum*, *Catostomus plebeius*, *Codoma ornata*, *Cyprinella ornata*, *Gila robusta*, *Ophistemon aenigmaticum*; de mamíferos el puma *Puma concolor*. Endemismo del crustáceo *Pseudothelphusa sonorensis*; de peces *Poeciliopsis latidens* y *P. lucida*. Especies amenazadas: de peces *Agonostomus monticola*, *Catostomus bernardini*, *Gobiesox fluviatilis*, *Ictalurus pricei*, *Oncorhynchus chrysogaster*, *Poecilia butleri*, *Poeciliopsis latidens*, *Oncorhynchus* spp (dos especies de trucha no descritas) y la nutria *Lutra longicaudis annectens* por desecación de ríos, cacería y degradación del hábitat. Límite sur de la fauna boreal.

Aspectos económicos: agricultura (candelilla y orégano), acuicultura y actividad forestal. Pesquerías de bagre de canal *Ictalurus punctatus*, langostinos *Macrobrachium americanum* y *M. rosenbergii*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*. Generación de energía eléctrica.

Problemática:

- Modificación del entorno: construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego; explotación forestal y construcciones de carreteras. Desmontes y desvío de corrientes.

- Contaminación: por abuso de agroquímicos en la planicie costera, desechos mineros en la cuenca alta; uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, descargas domésticas y residuales.

- Uso de recursos: especies introducidas: lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus*, rana *Rana catesbeiana*, langostino *Macrobrachium rosenbergii* y lirio acuático *Eichhornia crassipes*.

Conservación: preocupa la alteración del patrón hidrológico y de la calidad del agua en la planicie costera, la intrusión salina, la erosión de la cuenca, el azolvamiento de las costas y la erosión en la línea de costa por las presas. Se requiere del derecho de uso de agua para los sistemas limnológicos, la recarga de acuíferos, cuotas de sedimentos para mitigar la erosión costera y un equilibrio en el aporte de sedimentos provenientes de las tierras agrícolas a los humedales. Faltan conocimientos de la flora y la fauna, aplicación plena de la legislación sobre el uso de plaguicidas, empleo de alternativas en control de plagas; problemas de acceso por narcotráfico y uso permitido de plaguicidas en campañas antinarcóticos. Se recomienda continuar y ampliar el control de malezas acuáticas.

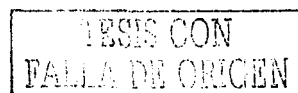
Grupos e instituciones: Universidad de Sonora; Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad de Occidente; Universidad Autónoma Metropolitana; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Universidad Autónoma de Chihuahua; Universidad de Durango.

19. BAHÍA DE OHUIRA - ENSENADA DEL PABELLÓN

Estado(s): Sinaloa

Extensión: 4 433.79 km²

Polígono: Latitud 25°45'36" - 24°18'36" N
Longitud 109°10'12" - 107°22'12" W



Recursos hídricos principales

lénticos: llanuras de inundación, pantanos dulceacuícolas, lagunas, esteros
lóticos: ríos Culiacán, Sinaloa y Mocorito (cuencas bajas), ríos temporales, arroyos, drenes agrícolas

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: rocas sedimentarias con suelos de tipo Regosol, Litosol y Yermosol.

Características varias: clima muy seco semicálido con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual de 22-24°C. Precipitación total anual 200-600 mm.

Principales poblados: Topolobampo, Guasave, Los Mochis

Actividad económica principal: agricultura (ingenios azucareros, algodón), pesca (camarón, lisa, cazón, tiburón), salinas, conservación y enlatado de mariscos, empacadora de frutas, legumbres y carne

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: manglar, tular, bosque espinoso, vegetación halófila, matorral sarcocaulé, selva baja caducifolia, vegetación de dunas costeras. Fauna característica: de moluscos *Acanthochitona arragonites* (parte lateral de las rocas), *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Bernardina margarita*, *Coralliophila macleani*, *Cyathodonta lucasana*, *Dendrodris krebsii* (raro al oeste de BC y común en costas del centro y sur), *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fusinus (Fusinus) ambustus* (zonas arenosas), *Leptopecten palmeri*, *Lucina (Callucina) lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina (Steironepion) tincta*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Neorapana tuberculata* (litoral rocoso), *Nucinella subdola*, *Plicatula anomioidea* (en superficies rocosas), *Polymesoda mexicana*, *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Rangia (Rangianella) mendica* (zonas de mangle y rompeolas), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Terebra allyni*, *T. iola*, *Transennella humilis*, *Tripsycha (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); de peces *Atherinella crystallina*, *Awaous transaeanus*, *Hyporhamphus rosae*; de aves *Anas acuta*, *A. clypeata*, *Anser albifrons*, *Aythya affinis*, *A. americana*, *Bucephala albeola*, *Fregata magnificens*, *Fulica americana*, *Mergus serrator*, *Pelecanus erythrorhynchos*, *P. occidentalis*. Endemismo de plantas costeras; de peces *Poeciliopsis lucida*, *P. presidionis*, *P. viriosa*; del crustáceo *Pseudothelphusa sonorensis*. Especies amenazadas del pez *Catostomus bernardini*, *Oncorhynchus chrysogaster*; del reptil *Crocodylus acutus*; de aves *Anas acuta*, *Charadrius melodus*, *Larus heermanni*, por reducción y pérdida del hábitat, cacería y contaminación. Área de refugio de aves migratorias.

Aspectos económicos: agricultura de riego y temporal, acuicultura, pesquerías de langostinos *Macrobrachium americanum* y *M. tenellum*, tilapia azul *Oreochromis aureus*, camarones *Penaeus vannamei* y *P. stylirostris*; transporte del puerto de Topolobampo; turismo de bajo impacto.

Problemática:

- Modificación del entorno: por agricultura intensiva, construcción de presas, deforestación, azolvamiento acelerado por las tierras agrícolas, desecación de pantanos y canales para uso agrícola.

- Contaminación: por trampas de agroquímicos y descargas de ingenios, aguas residuales domésticas y metales pesados.

- Uso de recursos: especies de Anátidos y Ardeidos en riesgo. Especies introducidas de lirio acuático *Eichhornia crassipes* y tilapia azul *Oreochromis aureus*. Los manglares actúan como filtro de agroquímicos y metales pesados.

Conservación: preocupa el azolvamiento asociado con la reducción del hábitat, la alteración de la calidad del agua por actividades agropecuarias y domésticas, así como la posibilidad de problemas de ingestión de plomo (municiones). Se necesita un control de azolves, mejorar la calidad del agua y derecho de cuotas de agua, controlar la dinámica de agroquímicos e inventarios de flora y fauna acuáticas

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad de Occidente

20. CUENCA ALTA DE LOS RÍOS CULIACÁN Y HUMAYA

Estado(s): Durango y Sinaloa

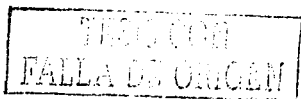
Extensión: 10 367.54 km²

Polígono: Latitud 26°03'36" - 24°48'00" N
Longitud 107°16'12" - 105°50'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Adolfo López Mateos y Sanalona, pantanos dulceacuícolas, charcas temporales, llanuras de inundación, brazos de río abandonados

lóticos: ríos Culiacán, Tamazula, Humaya y Badiraguato, arroyos



Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierra El Chancote, quebradas, cañadas y laderas; suelos de tipo Regosol, Litosol, Feozem y Castañozem.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, semicálido subhúmedo con lluvias en verano y semiseco semicálido en su parte más baja. Temperatura media anual 12-24 °C. Precipitación total anual de 600-1 200 mm.

Principales poblados: Culiacán, Humaya

Actividad económica principal: forestal, agrícola, pesquera y acuicultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación riparia, bosques tropical caducifolio, de abetos, de encino, de pino-encino y manchones de mesófilo. En las laderas de las grandes cañadas del río Humaya hay chaparrales y cambios drásticos de vegetación (manchones de bosque mesófilo). Flora característica: bosques de abetos de *Abies duranguensis* y azul *Picea chihuahuensis*. Ictiofauna característica: *Awaous transandeanus*, *Dorosoma smithi*, *Hyporhamphus rosae*, *Poeciliopsis latidens*, *P. prolífica*. Endemismo de peces *Poeciliopsis monacha*; de anfibios y de aves *Euptilotis neoxenus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas: de peces *Campostoma ornatum*, *Oncorhynchus chrysogaster* y la nutria *Lutra longicaudis annectens*, por desecación de ríos, cacería y degradación del hábitat; de aves *Aquila chrysaetos*, *Euptilotis neoxenus*, *Falco peregrinus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*.

Aspectos económicos: agricultura, pesca, acuicultura y actividad forestal. Pesquerías de bagre de canal *Ictalurus punctatus*, langostinos *Macrobrachium americanum*, *M. rosenbergii*, *M. tenellum*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*. Generación de energía eléctrica.

Problemática:

- Modificación del entorno: construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego; explotación forestal y deforestación acelerada. Construcción de carreteras, desmontes y desvío de corrientes. Erosión de suelos.

- Contaminación: por abuso de agroquímicos en la planicie costera; desechos mineros en los altos; uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, desechos domésticos y descarga de residuales.

- Uso de recursos: especies introducidas de lirio acuático *Eichhornia crassipes*, langostino *Macrobrachium rosenbergii*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia azul *Oreochromis aureus* y rana *Rana catesbeiana*.

Conservación: preocupa la alteración del patrón hidrológico en toda la cuenca y por consiguiente la alteración de la calidad del agua en la planicie costera, la intrusión salina, la erosión de la cuenca y azolvamiento de las costas y la erosión de la línea de costa por construcción de presas. Se requiere del derecho de uso de cuotas de agua para los sistemas limnológicos, la recarga de acuíferos, cuotas de sedimentos para mitigar la erosión costera y un equilibrio en el aporte de sedimentos provenientes de las tierras agrícolas a los humedales. Faltan conocimientos de la flora y la fauna, aplicación plena de la legislación sobre el uso de plaguicidas, empleo de alternativas en control de plagas; problemas de acceso por narcotráfico y uso permitido de plaguicidas en campañas antinarcóticos. Se recomienda continuar y ampliar el control de malezas acuáticas.

Grupos e instituciones: Universidad de Sonora; Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad de Occidente; Universidad Autónoma Metropolitana; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Universidad Autónoma de Chihuahua; Universidad de Durango.

21. CUENCA ALTA DEL RÍO SAN LORENZO - MINAS DE PIAXTLA

Estado(s): Sinaloa y Durango

Extensión: 14 287.23 km²

Polígono:	Latitud	25°05'24" - 23°45'00" N
	Longitud	106°57'36" - 105°19'12" W

Recursos hídricos principales

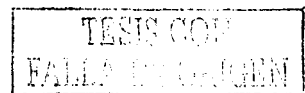
lénticos:

lóticos: ríos San Lorenzo, Piaxtla, Elota, Hábitos y Los Remedios, ríos temporales, arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierra de Tepehuanes, Quebradas de San Gregorio, Las Vueltas, Los Fresnos y Espinazo del Diablo. Suelos tipo Litosol, Cambisol, Regosol y Feozem.

Características varias: climas templado subhúmedo, semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo con lluvias



en verano. Temperatura media anual de 12-26 °C. Precipitación total anual de 700-1 200 mm.

Principales poblados: Sta. María de Otaens, San Miguel de Cruces

Actividad económica principal: minería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosque de pino-encino, de pino, de encino y selvas baja caducifolia y subcaducifolia, matorral de manzanita y matorral xerófilo. Flora característica: bosques de *Abies* sp. y *Pseudotsuga* sp. Ictiofauna característica: *Campostoma ornatum*, *Catostomus plebeius*, *Dorosoma smithi*, *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*, *Hyporhamphus rosae*. Endemismos del pez *Gila* sp.; de aves *Amazona finschi*, la chara pinta *Cyanocorax dickeyi*, el trogón orejón *Euptilotis neoxenus* y la cotorra serrana occidental *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas de anfibios *Rana chiricahuensis*, *R. maculata*, *R. toromorde* y *R. forreri*, las cuales son indicadoras de integridad ecológica; de aves *Accipiter gentilis*, *Amazona finschi*, *Ara militaris*, *Aquila chrysaetos*, *Buteogallus anthracinus*, *Cyanocorax dickeyi*, *Euptilotis neoxenus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*.

Aspectos económicos: recursos mineros. Pesca de crustáceos *Macrobrachium acanthochirus*, *M. americanum*, *M. occidentale* y *M. tenellum*.

Problemática:

- Modificación del entorno: por la infraestructura minera.
- Contaminación: por desechos mineros de San Lorenzo y Piaxtla.
- Uso de recursos: ND

Conservación: preocupan los residuos mineros que alteran los sistemas asociados; se requieren planes de manejo para la industria minera. Faltan conocimientos limnológicos y listas de flora y fauna acuática de la región.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad de Occidente; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad de Sonora; Universidad de Arizona.

22. RÍO BALUARTE - MARISMAS NACIONALES

Estado(s): Nayarit, Sinaloa, Durango, Jalisco y Zacatecas

Extensión: 38 768.73 km²

Polígono: Latitud 23°52'48" - 21°24'00" N
Longitud 106°06'00" - 103°44'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presa Aguamilpa, lagunas de Agua Brava, Teacapán, el Caimanero, Mezcatitlán, lagunas costeras, pantanos y más de 100 pequeños cuerpos

lóticos: ríos Baluarte, Cañas, Acaponeta, Rosamorada, San Pedro o Alto y Bajo Mezquitla, Graceros, Grande de Santiago, Huaynamota, Matatán, Chapalagana, Jesús María, Bolaños, Valparaíso y un gran número de arroyos.

Limnología básica: existen 40 mil ha. de cuerpos acuáticos con un gasto de 505,194 m³; hay zonas oligohalinas (2‰) a marino (35‰); pH=6.5-8.5; O₂=1-7 ml/l; temp.=22-34 °C; NO₃ de 3-40 ug at/l; O₂ (DQO-DBO) de 2-50 mg/l; PO₄=0-1.5 ug at/l; coliformes 2000-200,000 NMP/100 ml.

Geología/Edafología: llanura costera del Pacífico presenta sedimentos aluviales, limosos y arcillosos; suelos tipo Solonchak. Planicie extensa con cordones de playa que aislan cuerpos de agua. La parte alta corresponde a zonas de topografía accidentada con cañones y mesetas. Abarca las sierras el Nayar, los Huicholes, Muruata, Álamos, Valparaíso, Mesa del Conejo, Mesa el Rayo, Mesa La Gloria, Mesa Los Altos de San Pedro, etc. En general los suelos son de tipo Litosol, Regosol, Feozem y Luvisol.

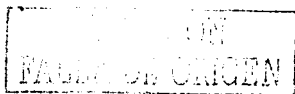
Características varias: climas semiseco templado, semiseco cálido, templado subhúmedo, cálido húmedo, cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo, todos con lluvias en verano y algunas lluvias invernales; vientos tipo monzón del SE al NW. Temperatura media anual 16-18 °C. Precipitación de 1 000-2 000 mm; evaporación de 1 800 mm.

Principales poblados: San Blas, Tepic, Villa Hidalgo, Mezquitla, Santiago Ixcuintla, Rosario, Rosamorada, Acaponeta, Tecuala, Ruíz, Quimiquis, Tuxpan, Escuinapa de Hidalgo, Valparaíso, Nayar

Actividad económica principal: minería, turismo, pesca, agricultura de humedad, de temporal y de riego, apicultura, acuicultura (camaronicultura principalmente, moluscos, crustáceos y peces) y ganadería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: acuática y semiacuática, ribereña, manzanillar, manglar, halófitas, bosques de pino, de encino, de pino-encino, de encino-pino, de abetos y Ayarín, manchones de bosque

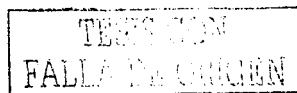


mesófilo de montaña, matorral subtropical, matorral crasicaule, pastizal, selvas baja perennifolia, caducifolia y subcaducifolia, matorral rosetófilo costero. Alta diversidad de hábitats acuáticos: arroyos, reservorios, ríos permanentes y temporales. Esta región incluye 113 000 ha de manglares y estuarios, que comprenden aproximadamente entre el 15 y 20% del total de los manglares del país. Flora característica: manglares de *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, de pinos *Pinus cembroides*, *P. chihuahuana*, *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. leiophylla*, *P. lumholtzii*, *P. teocote*, de encinos *Quercus crassifolia*, *Q. eduardii*, *Q. grisea*, *Q. hartwegii*, *Q. laeta*, *Q. microphylla*, *Q. rugosa*, *Q. urbanii*, *Pseudotsuga menziesii*, de cedros *Cupressus benthamii* var. *lindleyi*, *Juniperus deppeana*, los pastos *Bouteloua repens*, *B. gracilis*, *B. hirsuta*, *B. radicata*, el huizache *Acacia schaffneri*, *Bursera fagaroides*, *Mimosa biuncifera*, *Opuntia* sp., vegetación acuática como *Eleocharis acicularis*, *E. montana*, *E. montevidensis*, *Ficus obtusifolia*, los fresnos *Fraxinus velutina* y *F. uhdei*, *Hibiscus tiliaceus*, *Myriophyllum* sp., *Nymphoides fallax*, el álamo *Populus tremuloides*, *Potamogeton nodosus*, bosques de Ayarín *Pseudotsuga* sp., *Ranunculus trichophyllus*, el sauce *Salix bonplandiana*, el ahuehuete o sabino *Taxodium mucronatum*, *Thrinax radiata*. En la zona litoral existen palmares de la especie amenazada *Orbignya* sp. Vegetación halófila rastrera *Salicornia* sp. y *Batis maritima*. Fauna característica: de moluscos *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Bernardina margarita*, *Calyptraea spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequisculptum* (zona litoral rocosa), *Collisella discors* (litoral), *Crassinella skoglundae*, *Cyathodonta lucasana*, *Dendrodoris krebsii* (raro al oeste de BC, y común en costas del centro y sur), *Donax (Chion) punctatostriata*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fissurella (Cremides) gemmata* (zona rocosa), *Lucina (Callucina) lampra*, *L. lingualis*, *Nassarina (Steironepion) tincta*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Polymesoda (Neocyrena) ordinaria*, *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Pterotyphis arcana* (litoral rocoso), *Recluzia palmeri* (zona costera), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Tripsyca (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); una gran diversidad de peces *Atherinella crystallina*, *A. pellosemion*, *Awaous banana*, *Catostomus plebeius*, *Chirostoma mezzquital*, *Cyprinella ornata*, *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*, *G. polylepis*, *Hyporhamphus rosae*, *Ophisternon aenigmaticum*, *Poecilopsis prolifica*, *Sicydium multipunctatum*, *Xenotoca eiseni*, *X. variata*; de aves locales *Ajaja ajaja*, el águila real *Aquila chrysaetos*, *Ardea herodias*, *Egretta thula*, *Jacana spinosa*, el guajolote silvestre *Meleagris gallopavo*; de aves migratorias *Anas acuta*, *A. discors*, *A. platyrhynchos*, *Calidris alba*, *C. alpina*, *C. mauri*, *C. minutilla*, *Falco sparverius*, *Polyborus plancus*; de mamíferos el coyote *Canis latrans*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el venado cola banca *Odocoileus virginianus*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor*, el jabalí *Pecari tajacu*. Región importante de endemismos de crustáceos *Pseudothelphusa sonorensis*; de peces *Algansea avia*, *A. monticola*, *A. popoche*, *Cichlasoma beani*, *Cyprinodon latifasciatus* (posiblemente extirpada), *Notropis aulidion*, *Poecilopsis latidens*, *P. presidionis*; de aves el perico guayabero *Amazona finschi*, el loro de cabeza amarilla *A. oratrix*, *Forpus cyanopygius*. Especies amenazadas: de peces *Agonostomus monticola*, *Cichlasoma beani* (por introducción de exóticos), *Cyprinodon latifasciatus*, *Dionda episcopa*, *Etheostoma pottsi*, *Gila* sp., *Gobiesox fluviatilis* (especie indicadora de condiciones de agua transparente) y *Oncorhynchus chrysogaster*; de anfibios y reptiles las tortugas marinas *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata* y *Lepidochelys olivacea*, *Crocodylus acutus*, *Heloderma horridum*, *Iguana iguana* y los anfibios *R. chiricahuensis*, *R. forreri*, *R. maculata* y *R. toromorde* indicadoras de integridad; de aves *Accipiter gentilis*, *Aquila chrysaetos*, *Ara militaris*, *Ardea herodias*, *Buteogallus anthracinus*, *Campephilus guatemalensis*, *Cyanocorax dickeyi*, *Euptilotis neoxenus*, *Falco peregrinus*, *Mimus polyglottos*, *Mycteria americana*, *Pandion haliaetus* y la cotorra serrana *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. En Nayar, los ríos de montaña con alta integridad ecológica presentan comunidades importantes de peces.

Aspectos económicos: recursos mineros (plata, cobre, zinc, estaño y manganeso); empaedora de mariscos y pesquerías de camarón blanco *Penaeus vannamei* principalmente (cerca de 15 mil tons). Otras especies comerciales de peces son la carpa común *Cyprinus carpio*, el pargo rojo *Lutjanus peru*, la lisa cabezona *Mugil cephalus*, la tilapia azul *Oreochromis aureus*, los moluscos *Crassostrea corteziensis* y *Megapitaria* sp., los crustáceos *Macrobrachium americanum*, *M. occidentale*, *M. rosenbergii*, *M. tenellum* y *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*. Nayar es una zona pesquera importante de peces como la mojarra *Cichlasoma beani*, la carpa común *Cyprinus carpio*, la tilapia azul *Oreochromis aureus* y los langostinos *Macrobrachium acanthochirus* y *M. rosenbergii*. Como recurso estratégico se tiene a la energía hidroeléctrica y productos agrícolas (beneficiadoras de tabaco e ingenios azucareros).

Problemática:

- Modificación del entorno: por la infraestructura minera, deforestación con fines agrícolas, construcción de presas y canales, desecación de cuerpos de agua para camaronicultura, desviación de corrientes superficiales y abastecimiento de agua. Deterioro del cauce de los ríos por la presa de Aguamilpa. Construcción de caminos.
- Contaminación: por aguas negras, agroquímicos, pesticidas y metales pesados.
- Uso de recursos: extracción de agua para agricultura y acuicultura. Especies introducidas: la tilapia azul *Oreochromis aureus*, la carpa dorada *Carassius auratus*, la carpa común *Cyprinus carpio*, el bague de canal *Ictalurus punctatus* y el crustáceo *Macrobrachium rosenbergii*. Violación de vedas. Introducción de ganado



caprino. Cacería ilegal e introducción de especies exóticas en los ranchos cinegéticos.

Conservación: se propone: conservación de humedales, no a la apertura de bocas, manejo de agua balanceado, control de agroquímicos, plantas de tratamiento de aguas residuales, control de granjas acuícolas, no a la desviación de lóticos y control del turismo. Existen áreas de reproducción de cocodrilos que deben protegerse, así como áreas de manglar en barras arenosas, las islas de Palmar y Puerto Palapares. Hacen falta estudios de endemismos y de biodiversidad en general. No se tiene información de las reservas de aguas subterráneas existentes. La presa de Aguamilpa ha propiciado el crecimiento de especies exóticas que pueden llegar a las partes no alteradas. La urbanización y contaminación por motores ya está afectando la parte baja. Se desconoce la hidrología básica de los ríos; asimismo, el inventario biótico está incompleto. Comprende parte de la Reserva de la Biosfera La Michilía. La Convención de Ramsar considera a las Marismas Nacionales como el área de manglares más grande del Pacífico Mexicano y de importancia por el número de endemismos en cuanto a su flora y fauna, así como por sus aves migratorias.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Sinaloa; Universidad de Occidente; Instituto de Biología, UNAM; Universidad de Sonora; Universidad de Arizona.

REGIÓN PACÍFICO TROPICAL

23. SAN BLAS - LA TOVARA

Estado(s): Nayarit

Extensión: 1 514.35 km²

Polígono: Latitud 21°47'24" - 21°16'12" N
Longitud 105°26'24" - 104°54'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagos Tetepiltic y San Pedro, lagunas costeras, manglares

lóticos: ríos San Blas-Hucila, La Tovar, La Tigra y El Naranjo

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos de tipo Regosol, Zolochak, Feozem, Luvisol, Acrisol y Cambisol.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 20-24°C. Precipitación de 1000-2000 mm; evaporación de 1400-1800 mm.

Principales poblados: San Blas, San Pedro Lagunillas, Compostela, Las Varas, Mazatlán

Actividad económica principal: turismo, pesca, agricultura de temporal y cultivos de frutales, ganadería y acuicultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: manglar, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosques de pino-encino, pino, encino y mesófilo de montaña, pastizal inducido, palmares de *Orbignya cohune*. Fauna característica: existen 8 nuevos registros para México de rotíferos *Lecane aculeata*, *L. furcata*, *L. rhenana*, *L. sola*, *Notommata pachyura*, *N. saccigera*, *Tripleuchlanis plicata* y *Trichocerca rosea*; de moluscos *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Bernardina margarita*, *Calyptrea spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequiculptum* (zona litoral rocosa), *Chiton articulatus* (zonas expuestas), *Cinclidotyphis myrae* (zona litoral), *Crassispira (Monilispira) currani* (en zonas rocosas), *C. (Monilispira) trimariana* (zona rocosa del litoral), *Cyathodonta lucasana*, *Dendrodoris krebsii* (raro al oeste de BC, y común en costas del centro y sur), *Donax (Chion) punctatostriatus*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Euclathurella carissima* (en rocas), *Fissurella (Cremides) gemmata* (zona rocosa), *Lucina (Callucina) lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina (Steironepion) tincta*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Polymesoda (Neocyrena) ordinaria*, *Pterotyphis arcana* (litoral rocoso), *Recluzia palmeri* (zona costera), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Tripsyche (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); del crustáceo *Pseudothelphusa nayaritae*; de anfibios y reptiles *Cissilopha beecheii*, *Crocodylus acutus*, *Thalurenia ridgwayi*, *Trachemys scripta*, *Vireo pallens palustre* y del mamífero *Panthera onca*; todos amenazados por destrucción del hábitat y cacería. Hay asociaciones muy importantes de aves acuáticas residentes (garzas, espátulas) y migratorias (playeros y patos). Presenta una gran diversidad de colibríes (17 especies). Especies endémicas: de aves *Atthis heloisa* y *Thalurenia ridgwayi*. Especies amenazadas: de aves *Atthis heloisa*, *Buteogallus anthracinus*, *Falco mexicanus*, *Icterus cucullatus*, *Penélope purpurascens* y *Thalurenia ridgwayi*.

Aspectos económicos: pesquería de langostinos *Macrobrachium americanum* y *M. tenellum*, camarón, mojarra, lisa y tortugas. Beneficiadoras de café. Turismo. Planta hidroeléctrica en Jumatlán.



Problemática:

- Modificación del entorno: destrucción del hábitat, deforestación, desecación del manglar y quema.
- Contaminación: por aguas residuales urbanas y agropecuarias, basura y agroquímicos. Producción de DBO en la zona urbana de San Blas.
- Uso de recursos: peces, crustáceos y otros vertebrados en riesgo. Cacería ilegal.

Conservación: preocupa la deforestación y la contaminación. Comprende la Reserva Estatal Sierra de San Juan.

Grupos e Instituciones: Universidad Autónoma de Nayarit; Instituto de Biología y Fac. de Ciencias, UNAM.

24. CAJÓN DE PEÑAS - CHAMELA

Estado(s): Jalisco

Extensión: 7 556.48 km²

Polígono: Latitud 20°27'36" - 19°21'00" N
Longitud 105°41'24" - 104°31'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presa Cajón de Peñas, lagunas, pantanos

lóticos: ríos Tomatlán, San Nicolás, Cuitzmala, Horcones, arroyos, esteros, manantiales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos calcáreos con rocas metamórficas de tipo Regosol y Cambisol. Pendiente abrupta hacia la costa y planicies aluviales; pocas vías de comunicación en la zona de Cabo Corrientes.

Características varias: clima cálido subhúmedo y semiseco con lluvias en verano. Temperatura media anual de 16-28 °C. Precipitación estacional de 600-2500 mm y evaporación del 90%

Principales poblados: Tomatlán, El Tuito, Chamela, Morelos, Careyes

Actividad económica principal: agricultura de temporal y de riego, pesca, ganadería y turismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: manglar, manzanillera, carrizal, pastizal inducido, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y subperennifolia, bosques de pino-encino, oyamel, de encino, vegetación de dunas costeras, vegetación acuática de Podostomaceas, vegetación riparia (sauces, ingas, ficus y otras). Flora característica: alta riqueza específica de plantas como el cuachalalate *Amphypterigium adstringens*, la anona *Annona glabra*, *Astronium graveolens*, el ramón *Brosimum alicastrum*, el cascote *Caesalpinia alata*, el iguanero *C. eriostachys*, *Couepia polyandra*, palma de coquito *Orbignya cohune*, el ciruelillo *Phyllanthus elsiæ*, el cedro macho *Sciadodendron excelsum* y la primavera *Tobeaia donnell-smithii*. Fauna característica: de moluscos *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Calyptrea spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequisculptum* (zona litoral rocosa), *Chiton articulatus* (zonas expuestas), *Cinclidotyphis myrae* (zona litoral), *Collisella discors* (litoral), *Crassinella mexicana*, *C. skoglundae*, *Cyathodonta dubiosa*, *Dendrodonis krebsii* (raro al oeste de BC, y común en costas del centro y sur), *Donax (Chion) punctatostratus*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Euclathurella carissima* (en rocas), *Fissurella (Cremides) gemmata* (zona rocosa), *Haplocochlias cyclophoreus*, *Lucina (Callucina) lampra*, *Lucina lingualis*, *Muricopsis jaliscoensis*, *Nassarina (Cigclirina) helenae*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Pilsbryspira amathea* (zona rocosa de marea), *Polymesoda (Neocyrena) ordinaria*, *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Pterotyphis arcana* (litoral rocoso), *P. fayae* (zona litoral), *P. fimbriatus* (playas con oleaje), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Tegula lingulata mariamadre* (zona sublitoral), *Tripsyche (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); de peces *Agonostomus monticola*, *Astyanax fasciatus*, *Awaous transandeanus*, *Dormitor maculatus*, *Eleotris picta*, *Gobiosox mexicanus*, *Gobiomorus maculatus*, *Poecilia butleri*, *P. chica*, *Poeciliopsis infans*, *P. lucida*, *P. viriosa*, *Pseudophallus starksii*, *Sicydium multipunctatum*; de aves como pericos, cigüeñas, espátulas, águila pescadora y golondrina marina. Endemismo de plantas como los agaves *Agave angustifolia* y *A. colimana*, *Piranbea mexicana*, *Jatropha chamelensis*, los cactus *Opuntia excelsa* y *Peniocereus cuixmalensis*, *Sciadodendron excelsum*; de peces poecilíidos y góbidos; de anfibios y reptiles como *Cnemidophorus lineatissimus*, *Hyla smaragdina*, *Micrurus distans*, *Thalurexia ridgwayi*; de aves como *Aimophila humeralis*, el colibrí corona-violeta *Amazilia violiceps*, el perico guayabero *Amazona finschi*, el loro de cabeza amarilla *A. oratrix*, *Cacicus melanicterus*, *Cyanocorax sanblasianus*, *Cyananthus sordidus*, *Deltarhynchus flammulatus*, la catarinita *Forpus cyanopygius*, *Icterus graduacauda*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Melanerpes chrysogenys*, *Melanotis caerulescens*, *Ortalis ptilocephala*, *Otus seductus*, *Passerina leclancherii*, *Philortyx fasciatus*, *Piranga erythrocephala*, *Polioptila nigriceps*, *Thryothorus felix*, *T. sinaloa*, *Turdus rufopalliatu*, *Vireo hypochryseus*; de mamíferos como *Musonycteris harrisoni* y *Xenomys nelsoni*. Especies amenazadas de plantas *Vanroyena plumosa* y *Marathrum rubrum* por destrucción del hábitat (Indicadoras de aguas limpias); del pez *Ilyodon* sp. por pérdida de la calidad del agua; de reptiles y anfibios como el cocodrilo *Crocodylus acutus*, el escorpión *Heloderma horridum*, la iguana verde *Iguana*



iguana, *Kinosternon integrum* y las tortugas marinas *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriacea*, *Eretmochelys imbricata* y *Lepidochelys olivacea*; de aves como *Amazona finschi*, *A. oratrix*, *Anas acuta*, *A. discors*, la guacamaya verde *Ara militaris*, *Aythya affinis*, *Buteo nitidus*, *Falco mexicanus*, *F. peregrinus*, *Glaucidium brasilianum*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, el bolsero de Wagler *I. wagleri*, *Larus heermanni*, *Mycteria americana*, *Oceanodroma microsoma*, *Oxyura dominica*, *Penelope purpurascens*, *Puffinus opisthomelas*, *Sterna elegans*, el búho café *Strix virgata* por la tala del bosque y conversión del uso de suelo; de mamíferos como el murciélago blanco *Didelphis albus*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, *Musonycteris harrisoni*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor*, la rata arborícola *Xenomys nelsoni*, todas en peligro de extinción. El pez *Gobiesox mexicanus* indicador de aguas limpias y oxigenadas. Ruta migratoria para aves y zona de reproducción de moluscos, aves y tortugas. Los manglares de *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle* cuyas copas alcanzan los 10 m de altura son indicadores de deterioro ambiental. *Gimnodinium* sp. indicadora de marea roja y *Salicornia bigelovii* de hipersalinidad. En la reserva se han registrado 429 especies de vertebrados terrestres, de las cuales 81 son endémicas de México y 72 están en peligro de extinción.

Aspectos económicos: pesquerías deportiva y comercial de cangrejos y langostinos *Macrobrachium acanthochirus*, *M. americanum* y *M. tenellum*, tilapia y carpa. Turismo (río Horcones), ganadería extensiva y agricultura de temporal y de riego (cultivos de mango, papaya, coco y maíz de subsistencia). Matorral, selva y mangle son de importancia comercial (maderables y forrajeros). Turismo bajo pero con potencial de desarrollo.

Problemática:

- Modificación del entorno: en planicies aluviales y junto a los poblados, alta deforestación, construcción de carreteras, cambio de uso de suelo para agricultura y ganadería.

- Contaminación: en el río Tomatlán contaminación por agroquímicos y sedimentos en suspensión. Eutroficación y aportes orgánicos por *Typha domingensis* y *Cerithium* sp.

- Uso de recursos: vertebrados de la selva mediana en riesgo. Especies introducidas de tilapia y carpa. Hay cacería ilegal (tortugas, venados, jabalíes, iguanas y armadillos) y tráfico de aves.

Conservación: es necesario frenar la deforestación intensiva y la alteración de acuíferos y ordenar el desarrollo turístico (usa volúmenes considerables de agua). Preocupa la construcción de carreteras. Falta conocer toda la existencia de acuíferos de la cuenca y la elaboración de inventarios de especies acuáticas de ambientes lóticos. Comprende la Reseva de la Biosfera Chamela-Cuixmala, la cual está diseñada para proteger las selvas caducifolias del occidente de México.

Grupos e instituciones: Estación Biológica de Chamela, UNAM; Fundación Cuixmala, A.C.; Universidad de Guadalajara; Centro de la Costa de Pto. Vallarta; Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada; Universidad de California - Riverside.

25. RÍOS PURIFICACIÓN – ARMERÍA

Estado(s): Jalisco y Colima

Extensión: 15 052.41 km²

Polígono: Latitud 20°27'10" - 18°49'06" N
 Longitud 104°58'37" - 103°34'48" W

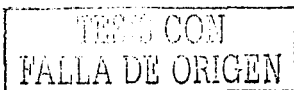
Recursos hídricos principales

lénticos: presas San Agustín y del Mojo, laguna de Cuyutlán

lóticos: ríos Purificación, Cihuatlán, Armería-Ayuquila, Coahuayana, Ameca, Manantlán y San Pedro, arroyos

Limnología básica: El río Ayuquila-Armería, con una superficie de 9803 km², es uno de los 15 ríos mas importantes de los 100 existentes en la vertiente del Pacífico y se encuentra entre los 43 ríos mas importantes a nivel nacional. Presenta una longitud total desde la cabecera de la cuenca hasta su desembocadura en el mar de 240 km, con un volumen total anual de escurrimiento de 2076 Mm³. El río Coahuayana presenta una longitud de 203 km y un volumen total anual de 2281 Mm³.

Geología/Edafología: sierras de Manantlán y Perote, lomeríos, planicies aluviales y pequeñas planicies costeras; rocas ígneas y metamórficas. Suelos poco desarrollados Regosol, Feozem, Litosol y Cambisol. La cuenca Armería-Ayuquila está comprendida entre tres importantes unidades fisiográficas, la Faja Volcánica Transmexicana, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Occidental. Dentro de la cuenca se localiza uno de los volcanes más activos del país, el Volcán del Fuego, así como las dos elevaciones mas altas de los estados de Jalisco y Colima (el Nevado de Colima con 4260 msnm y el Volcán del Fuego con 3820 msnm). En términos geológicos presenta gran variabilidad de material de origen volcánico, así como de origen sedimentario, en este último destaca el macizo montañoso de Cerro Grande, una zona cárstica, con



escurrimiento subterráneo y una gran cantidad de cavernas inexploradas, incluyendo la cueva con el tiro vertical más profundo de Jalisco y en quinto lugar a nivel continental.

Características varias: clima semiseco muy cálido, cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo y templado subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura media anual de 14-28 °C. Precipitación total anual de 700-2000 mm con evaporación del 80-90% de la precipitación total.

Principales poblados: Manzanillo, Barra de Navidad, Cihuatlán, Bahía de Tenacatita, Tecomán, Comala, El Grullo, Camichín, Tecolotlán, Unión de Tula, Atlán, Venustiano Carranza, Colima.

Actividad económica principal: turismo, ganadería, zona portuaria industrial, pesca, agricultura y silvicultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva baja caducifolia, matorral xerófito, bosques de pino-encino, de oyamel, de encino, de pino y mesófilo de montaña, selva mediana subcaducifolia y vegetación riparia. Esta región presenta un complejo mosaico de vegetación de gran riqueza florística y diversidad faunística producto de factores topográficos, edáficos y ambientales, entre otras causas, de las dinámicas de los macizos montañosos de la Sierra de Manantlán y del Nevado de Colima. Dentro de las plantas destacan por su frecuencia las especies de *Arbutus xalapensis*, *Abies religiosa* var. *emarginata*, *Alnus acuminata*, *A. jorullensis*, *Astianthus viminalis*, *Brosimum alicastrum*, *Bumelia cartilaginea*, *Bursera* spp, *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Clethra mexicana*, *C. hartwegii*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cornus discolora*, *Crataeva tapia*, *Cupressus bentharii* var. *lindleyi*, *Dendropanax arboreum*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus* spp, *Fraxinus uhdei*, *Guarea glabra*, jabilla *Hura polyandra*, *Ilex brandegeana*, *Inga eriocarpa*, *Ipomoea bracteata*, *Jacartia mexicana*, *Lysium acapulcensis*, *L. microphyllum*, *Magnolia ilisiana*, *Ostrya virginiana*, *Pinus durangensis*, *P. herrerae*, *P. leiophylla*, *P. maximinoi*, *P. michoacana*, *Populus guzmanantlensis*, *Pseudosmodium pemiciosum*, *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. conspersa*, *Q. crassipes*, *Q. elliptica*, *Q. glaucens*, *Q. laurina*, *Q. magnoliifolia*, *Q. obtusata*, *Q. resinosa*, *Q. uroxis*, *Salix bonplandiana*, *S. humboldtiana*, *Tabebuia palmeri*, *Ternstroemia dentisepala*, *T. lineata*, *Tilia mexicana*. Fauna característica: de moluscos *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Calyptrea spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequisculptum* (zona litoral rocosa), *Chiton articulatus* (zonas expuestas), *Cinclidotyphis myrae* (zona litoral), *Collisella discors* (litoral), *Crassinella skoglundae*, *Cyathodonta lucasana*, *Donax* (*Chion*) *punctatostriatus*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Euclathurella carissima* (en rocas), *Fissurella* (*Cremides*) *gemmata* (zona rocosa), *Lucina* (*Callucina*) *lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina* (*Zanassarina*) *atella*, *Pilsbryspira amathea* (zona rocosa de marea), *P. garciacubasi* (fondos rocosos de litoral), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Pterotyphis fayae* (zona litoral), *P. fimbriatus* (playas con oleaje), *Semela* (*Amphidesma*) *verrucosa pacifica*, *Tripsyche* (*Eualetes*) *centiquadra* (litoral rocoso); de anfibios y reptiles la boa *Boa constrictor*, las víboras de cascabel *Crotalus basiliscus* y *C. iannomi*, la iguana negra *Ctenosaura pectinata*, la iguana verde *Iguana iguana*, el casquillo *Kinosternon integrum*, el camaleón *Phrynosoma asio*; de aves el azor *Accipiter gentilis*, *Amaurospiza concolor*, el perico guayabero *Amazona finschi*, el águila real *Aquila chrysaetos*, el búho cornado oscuro *Asio stygius*, el guajolote silvestre *Meleagris gallopavo*, la pachaca prío *Nyctiphrynus mcloedii*, la cojolita *Penelope purpurascens*, el zorzal pinto *Ridgwayia pinicola*, el búho serrano *Strix occidentalis*, *Thalurania ridgwayi*, *Vireo atricapillus* y *V. nelsoni*, *V. brevipennis*; entre los mamíferos el armadillo *Dasyurus novemcinctus*, el leoncillo *Herpailurus yagouaroundi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, la nutria *Lontra longicaudis*, el gato montés *Lynx rufus*, el tejón *Nasua narica*, el venado *Odocoileus virginianus*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor* y la ardilla *Sciurus collipei*. Endemismo de plantas como el agave *Agave colimana*, el madreño *Arbutus occidentalis*, el llorasangre *Croton wilburi*, *Hymenocallis azteca*, *Podilanthus diazlananus*, *Tradescantia orchidophylla*, el maíz perenne conocido localmente como milpilla o chapule *Zea diploperennis*; de peces *Ameba splendens*, *Ilyodon* spp, *Lile gracilis*, *Poecilia chica*, *Poeciliopsis baenschii*, *P. turneri* y *Sicydium multipunctatum*; de aves como *Atlapetes pileatus*, *A. virenticeps*, *Atthis heloisa*, *Campylorhynchus gularis*, *Catharus occidentalis*, el venecio *Cypseloides storeri*, la perdiz de los volcanes *Dendrortyx macroura* (endémica de la Faja Volcánica Transmexicana), *Ergaticus ruber*, *Euptilotis neoxenus*, *Icterus graduacauda*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Meleanotis caerulescens*, *Ortalis poliocephala*, *Piculus auricularis*, *Pipilo ocai*, *Piranga erythrocephala*, *Progne subis*, el zorzal pinto *Ridgwayia pinicola*, *Thalurania ridgwayi*, *Thryothorus felix*, *Turdus rufopalliatu*, *Vireo brevipennis*, *V. hypochoyseus*; de mamíferos como la tuza *Cratogeomys gymmnurus*, el tlacuachín *Marmosa canescens*, la musaraña *Megasores gigas*, el murciélago narigudo *Musonycteris harrisoni*, la tuza *Pappogeomys gymmnurus rusei*, el zorrillo pigmeo *Spilogale pygmaea*. Especies amenazadas: de plantas como maple *Acer skutchii*, *Astronium graveolens*, *Guaiacum coulteri*, *Mammillaria beneckeii*, álamo *Populus guzmanantlensis*, *Sideroxylon capri*, *S. cartilagineum*, *Stenocereus queretaroensis*, cucharo *Symplocos sousae*, tilia *Tilia mexicana*, milpilla *Zea diploperennis* y las orquídeas *Brassavola cucullata* y *Epidendrum parkinsonianum* por alteración y contaminación del hábitat; del pez *Ameba splendens*, de reptiles como la boa *Boa constrictor*, la serpiente *Clelia clelia*, la iguana verde *Iguana iguana*; de aves *Asio stygius*, *Euptilotis neoxenus*, *Thalurania ridgwayi*, *Vireo atricapillus*, *V. brevipennis*, de mamíferos el leoncillo *Herpailurus yagouaroundi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, la nutria *Lutra longicaudis*, *Lynx*



rufus, el jaguar *Panthera onca* y el puma *Puma concolor*.

Aspectos económicos: pesca marina de huachinango, tortuga, bagre, camarón, tiburón y pargo; especies de agua dulce como truchas, ranas y los crustáceos *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, *Macrobrachium acanthochirus*, *M. americanum*, *M. occidentale* y *M. tenellum*; turismo; termoeléctrica; agricultura (caña de azúcar, jitomate, cítricos, mango, sandía, melón, sorgo, maíz, frijol, café, coco y plátano); ganadería extensiva de bovinos; aprovechamiento forestal.

Problemática:

- Modificación del entorno: fuerte deforestación y explotación de acuíferos en la parte media y baja de la cuenca y menor en la parte alta correspondiente a la Reserva de Manantlán; crecimiento demográfico; conflictos por tenencia de la tierra con respecto al uso de suelo urbano, ganadero y agrícola.

- Contaminación: por sedimentos en suspensión y descargas de drenaje a los cuerpos de agua.

- Uso de recursos: especies introducidas de tilapia; uso inadecuado de redes de pesca; cacería furtiva y cultivo de estupefacientes; explotación forestal comercial no controlada. La cuenca Ayuquila-Armería abastece de agua a la zona urbana de la ciudad de Colima y Villa de Álvarez.

Conservación: se debe conservar la cuenca alta por ser zona de recarga de acuíferos (recibe alta precipitación), recuperar zonas erosionadas de las partes media y baja de la cuenca. Es necesario prevenir y combatir los incendios forestales. Se necesita instrumentar un programa de desarrollo comunitario que promueva la realización de planes de desarrollo integral en cada comunidad. Elaborar un programa de investigación y desarrollo de la reserva. Faltan inventarios de la biota acuática en Manantlán. Comprende a la Reserva de la Biosfera de Sierra de Manantlán, el Parque Nacional Nevado de Colima, la Reserva Forestal de Quila, la Reserva de Fauna El Jabalí y el Programa de producción de cocodrilos cerca de la desembocadura del río en Boca de Pascuales.

Grupos e instituciones: Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Manzanillo; Universidad de Guadalajara; Centro de Investigación y Educación Superior de Ensenada; Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Conanp, Semarnap; Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, Universidad de Guadalajara-CUCSUR; Instituto de Ecología, A.C.; Consejo Internacional para la Preservación de las Aves.

26. RÍO COALCOMÁN Y RÍO NEXPA

Estado(s): Michoacán

Extensión: 7 632.75 km²

Polígono: Latitud 18°58'12" - 18°01'12" N
Longitud 103°33'00" - 102°15'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: ríos Coalcomán, Nexpa y Carrizal

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: lomeríos y planicies aluviales; suelos someros poco desarrollados de tipo Feozem, Regosol y Cambisol.

Características varias: climas templado subhúmedo, semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 16-28 °C. Precipitación total anual 800-1200 mm y evaporación del 80-90% de ésta.

Principales poblados: Coalcomán de Matamoros

Actividad económica principal: ganadería, agricultura de temporal y minería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, pino, encino y mesófilo de montaña en la parte alta y selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia en la parte baja. Moluscos característicos: *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Calyptrea spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequisculptum* (zona litoral rocosa), *Chiton articulatus* (zonas expuestas), *Collisella discors* (litoral), *Crassinella skoglundae*, *Cyathodonta lucasana*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fissurella (Cremides) gemmata* (zona rocosa), *Lucina (Callucina) lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Pilsbryspira amathaea* (zona rocosa de marea), *P. garciacubasi* (fondos rocosos de litoral), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Tripsyche (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso). Endemismo del pez *Poeciliopsis scarlii*; de reptiles *Chelonia mydas*, *Rana forreri*, *R. zweifeli*, *Trachemys scripta*; de aves *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Amazona finschi*, *Atlapetes pileatus*, *A. virenticeps*, *Atthis heloisa*, *Bubo virginianus*, *Cacicus melanicterus*, *Catharus occidentalis*, *Chlorostilbon auriceps*, *Cyanocorax sanblasianus*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Icterus graduacauda*, *I. wagleri*, *Lampornis margaritae*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Melanerpes chrysogenys*, *Melanotis caerulescens*, *Melozona kieneri*, *Ortalis poliocephala*,



Philortyx fasciatus, *Piranga erythrocephala*, *Thryothorus felix*, *Vireo hypochryseus*. Especies amenazadas: de aves *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Amazona finschi*, *A. oratrix*, *Ara militaris*, *Atthis heloisa*, *Bubo virginianus*, *Buteogallus anthracinus*, *B. urubitinga*, *Ciccaba virgata*, *Egretta rufescens*, *Falco peregrinus*, *Icterus graduacauda*, *I. wagleri*, *Melanotis caerulescens*, *Mycteria americana*.

Aspectos económicos: potencial turístico grande pero no desarrollado. Producción minera de hierro en Coalcomán, agricultura y ganadería. Pesquería de crustáceos *Macrobrachium acanthochirus* y *M. tenellum*.

Problemática:

- Modificación del entorno: bastante bien conservada en la parte alta de la cuenca y un poco deteriorada por la ganadería en la parte baja.

- Contaminación: escasos sedimentos en suspensión.

- Uso de recursos: cultivo de estupefacientes; uso de suelo para ganadería y agricultura de temporal.

Conservación: la parte alta de la cuenca está bien conservada y poco poblada, lo cual debe aprovecharse. Se recomiendan estudios de la biota, comenzando por la dulceacuícola.

Grupos e instituciones: Fac. de Biología, UMANH; Fac. Ciencias, UNAM.

27. CUENCA BAJA DEL RÍO BALSAS

Estado(s): Michoacán y Guerrero

Extensión: 11 333.3 km²

Polígono: Latitud 19°00'36" - 17°54'36" N
Longitud 102°33'36" - 101°06'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Infiernillo y La Villita, zonas inundables, pozos, esteros

lóticos: río Balsas y tributarios Tepalcatepec, Tacámbaro, Marqués y Zacatula, arroyos, manantiales

Limnología básica: estratos anóxicos en las presas.

Geología/Edafología: suelos arcillosos de tipo Acrisol y Luvisol alternados con Cambisol. Limita al norte con el volcán Tancítaro, oeste y suroeste con la Sierra Madre del Sur (Coalcomán y Espinazo del Diablo) y al este con la Sierra de Inguarán.

Características varias: climas cálido subhúmedo, semiseco muy cálido y seco muy cálido, todos con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 18-30°C. Precipitación entre 400-1200 mm.

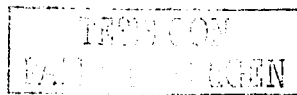
Principales poblados: Lázaro Cárdenas, Zacatula, Guacamayas, Múgica, Uruapan, Apatzingán

Actividad económica principal: siderúrgica, generación de energía eléctrica, planta industrial Fertinal, cultivos de frutales y pesca. Este embalse es el más productivo de México, con casi el 20% de la producción pesquera total de las aguas interiores del país

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: manchones de selva baja subcaducifolia y caducifolia, bosques espinoso y de pino-encino. Fauna característica: de moluscos *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Calyptrea spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequisculptum* (zona litoral rocosa), *Chiton articulatus* (zonas expuestas), *Collisella discors* (litoral), *Crassinella skoglundae*, *Cyathodonta lucasana*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fissurella (Cremides) gemmata* (zona rocosa), *Lucina (Callucina) lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Pilsbryspira amathea* (zona rocosa de marea), *P. garciacubasi* (fondos rocosos de litoral), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Tripsyche (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso); de aves *Ortalis wagleri*, *Callipepla douglasii*, *Forpus cyanopygius*; de peces *Agonostomus monticola*, *Astyanax fasciatus*, *A. virenticeps*, *Atthis heloisa*, *Aimophila humeralis*, *Gobiomorus maculatus*, *Heterandria sp.*, *Ilyodon whitei*, *Poecilia butleri*, *P. maylandi*, *Poeciliopsis infans*, *Sicydium multipunctatum*. Endemismo de plantas *Bursera excelsa* y *Pinus engelmannii*; del crustáceo *Procambarus (Mexicambarus) bouvieri*; de peces *Atherinella balsana*, *Chapalichthys pardalis*, *Hybopsis boucardi*, *Ictalurus balsanus*, *Notropis salei*, *Poeciliopsis balsas*; de anfibios *Rana sierramadrensis* y *R. zwelli*; de aves *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Atlapetes pileatus*, *A. virenticeps*, *Atthis heloisa*, *Aimophila humeralis*, *Cacicus melanicterus*, *Catharus occidentalis*, *Cyananthus sordidus*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Icterus graduacauda*, *I. wagleri*, *Lampornis margaritae*, *Lepidocolaptes leucogaster*, carpintero cachetidorado *Melanerpes chrysogenys*, *Melanotis caerulescens*, *Melospiza kieneri*, *Ortalis poliocephala*, *Philortyx fasciatus*, *Piranga erythrocephala*, *Thryothorus felix*, *Turdus rufopalliatus*, *Vireo hypochryseus*. Especies amenazadas del pez *Atherinella balsana*; de los anfibios *Rana* spp (indicadoras de aguas limpias) y *Bufo* sp.; de las aves *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Atthis heloisa*, *Bubo virginianus*, *Buteogallus anthracinus*, *B. urubitinga*, *Melanotis caerulescens*, *Icterus graduacauda*, *I. wagleri*.

Aspectos económicos: pesquerías de langostinos *Macrobrachium acanthochirus*, *M. americanum*, *M. occidentale* y *M. tenellum*, de mojarra de agua dulce *Cichlasoma istlanum*, de carpas cabezona *Aristichthys*



nobilis, común *Cyprinus carpio*, herbívora *Ctenopharyngodon idella* y plateada *Hypophthalmichthys molitrix*, de tilapias *Oreochromis aureus* y *O. niloticus*; de bagre, truchas y charales. Cultivos de coco, mango, tabaco, melón y jamaica. Ganado bovino. Actividad minera (hierro), portuaria, hidroeléctrica, carbonera y petrolera.

Problemática:

- Modificación del entorno: construcción de una presa muy grande y otra menor; desviación de ríos con disminución del caudal; desecación de zonas de crianza de especies acuáticas, deforestación y ganadería intensiva.

- Contaminación: muy alta por la siderúrgica, Fertimex y yeseras; agroquímicos, trazas de compuestos orgánicos persistentes; contaminación por materia orgánica, fertilizantes y otros tóxicos.

- Uso de recursos: vertebrados e invertebrados acuáticos en riesgo. Especies introducidas de lirio, tilapia y carpas. Se violan las vedas y tallas mínimas, hay descargas contaminantes continuas y tiraderos de basura.

Conservación: en el Valle de Apatzingán se requiere vigilar el uso del agua, recuperar poblaciones de vertebrados y un plan de manejo ecológico; en la zona del delta urge una reglamentación para el vertimiento de desechos tóxicos en el río y la construcción de cortinas de presas que impiden completar ciclos biológicos de peces; en la cuenca alta debe medirse el impacto de la contaminación papelera, ingenios, etc. (Morelos y Puebla). No se conoce la biota acuática de sistemas fluviales (hacen falta inventarios) ni el impacto de la contaminación en la cuenca baja (desplazamiento de especies, pérdida de hábitats).

Grupos e instituciones: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Pátzcuaro; Comisión del Balsas; Instituto de Biología, UNAM.

28. RÍO ATOYAC - LAGUNA DE COYUCA

Estado(s): Guerrero

Extensión: 2 166.08 km²

Polígono: Latitud 17°27'36" - 16°46'48" N
Longitud 100°28'48" - 99°49'12" W

Recursos hídricos principales

Iénticos: lagunas de Coyuca y Mitla

Ióticos: ríos Atoyac, Coyuca y Camotal

Limnología básica: La laguna de Coyuca está considerada mesotrófica.

Geología/Edafología: planicies costeras, cañadas y serranías; planicie costera del Pacífico y la vertiente sur de la Sierra Madre. Predominan suelos tipo Cambisol, Acrisol, Feozem y Zolochak.

Características varias: climas cálido subhúmedo, semicálido húmedo y templado subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 14-28°C. Precipitación total anual de 1000-2500 mm y evaporación del 80-90%.

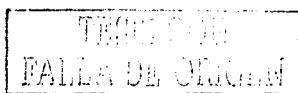
Principales poblados: Atoyac de Álvarez, El Paraíso, Coyuca de Benítez, San Jerónimo de Juárez

Actividad económica principal: pesca, agricultura y ganadería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva baja y mediana caducifolia y subcaducifolia, bosque mesófilo de montaña, bosque de pino-encino, manglares, lagunas costeras y otros humedales. Fauna característica: de moluscos *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Calyptroa spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequisculptum* (zona litoral rocosa), *Chiton articulatus* (zonas expuestas), *Collisella discors* (litoral), *Crassinella skoglunda*, *Cyathodonta lucasana*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fissurella (Cremides) gemmata* (zona rocosa), *Lucina (Callucina) lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Pilsbryspira amatheae* (zona rocosa de marea), *P. garciacubasi* (fondos rocosos de litoral), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Tripsyche (Eualetes) centiquádra* (litoral rocoso); de peces *Agonostomus monticola*, *Arius caeruleus*, *A. guatemalensis*, *Astyanax fasciatus*, *Atherinella balsana*, *A. guatemalensis*, *Centropomus nigrescens*, *C. viridis*, *Cichlasoma istlanum*, *C. trimaculatum*, *Diapterus lineatus*, *D. peruvianus*, *Dormitor latifrons*, *Eleotris picta*, *Gobiomorus maculatus*, *Gobionellus microdon*, *Ictalurus balsanus*, *Lile gracilis*, *Mugil cephalus*, *M. curema*, *Oligoplites altus*, *Poecilia butleri*, *P. reticulata*, *P. sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *P. gracilis*, *Pomadasy bayanus*, *Profundulus punctatus*, *Pseudophallus starksi*, *Sicydium multipunctatum*, *Xiphophorus helleri*; de aves como *Cyanolyca mirabilis* y *Lophornis brachylopha* de distribución restringida y amenazadas por pérdida del hábitat. Endemismo del copepodo *Oithona alvarezii*; de aves *Aphelocoma unicolor guerrerensis*, *Catharus occidentalis*, *Dendrotyx macroura*, *Grallaria guatemalensis ochraceiventris*, *Thryothorus felix*, *T. sinaloa* y *Vireo hypochryseus*. Especies amenazadas: de aves *Amazona oratrix*, *Falco rufigularis*, *Dactyloxyth thoracicus*, *Eupherusa polioerca*, *Spizaetus ornatus*, *S. tyrannus*.

Aspectos económicos: explotación forestal, agricultura (café, palmas, frutales), pesca y ganadería a pequeña escala. Especies comerciales de crustáceos *Macrobrachium americanum*, *M. occidentale* y *M.*



tenellum.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación para agricultura, introducción de ganado y tala inmoderada. Las partas altas (arriba de los 800 msnm) mejor conservadas.
- Contaminación: por basura, agroquímicos y materia orgánica.
- Uso de recursos: silvicultura, vertebrados, insectos y plantas en riesgo. Narcotráfico e inestabilidad social. Uso de suelo forestal y agrícola.

Conservación: se requiere control de la deforestación; disposición adecuada de aguas negras urbanas e infraestructura de saneamiento. Faltan conocimientos limnológicos.

Grupos e instituciones: Instituto Tecnológico de Chilpancingo; Universidad de Guadalajara; Universidad Autónoma del Estado de México; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

29. RÍO PAPAGAYO - ACAPULCO

Estado(s): Guerrero

Polígono: Latitud 17°36'36" - 16°41'24" N
Longitud 100°04'48" - 98°35'54" W

Extensión: 8 501.81 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas Negra, La Sabana y Tres Palos

lóticos: ríos Papagayo, La Sabana y Omilán

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: lomeríos y planicies aluviales en la boca de los ríos; rocas metamórficas. Suelos someros poco desarrollados, con predominio de Regosol, Cambisol y Feozem.

Características varias: climas cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 16-28°C. Precipitación total anual de 1000-2000 mm y evaporación del 80-90%.

Principales poblados: Acapulco, Tierra Colorada

Actividad económica principal: turismo, agricultura (copra), ganadería y pesca

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, mesófilo de montaña y pastizal inducido. Moluscos característicos: *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Balcis falcata*, *Calyptrea spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequisculptum* (zona litoral rocosa), *Chiton articulatus* (zonas expuestas), *Crassinella skoglundae*, *Cyathodonta lucasana*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fissurella (Cremides) decemcostata* (zonas rocosas), *Fissurella (Cremides) gemmata* (zona rocosa), *Lucina (Callucina) lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Opalia mexicana*, *Pilsbryspira amathea* (zona rocosa de marea), *P. garciacubasi* (fondos rocosos de litoral), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Semele (Amphidesma) verrucosa pacifica*, *Serpulorbis oryzata*, *Tegula globulus* (litoral), *Tripsyca (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso). Endemismo de anfibios *Rana omiltemana*, *R. sierramadrensis* y *R. zweifeli*; de aves *Amazilia viridifrons*, *Aulacorhynchus wagleri*, *Cyanolyca mirabilis*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Dendrocolaptes certhia shefferi*, *Dendrotyx macroura*, *Eupherusa poliocerca*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Nyctiphrynus moleodii*, *Piculus auricularis*, *Pipilo ocai guerrensis*, *Piranga erythrocephala*, *Rhodinocichla rosea*, *Ridgwayia pinicola*, *Streptoprocne semicollaris*, *Vireo nelsoni*. Especies amenazadas: de aves *Accipiter gentilis*, *Amazona oratrix*, *Eupherusa poliocerca*, *Vireo atricapillus*, *V. nelsoni*.

Aspectos económicos: turismo, ganadería, agricultura y pesca. Pesca de crustáceos *Macrobrachium acanthochirus*, *M. americanum*, *M. occidentale* y *M. tenellum*.

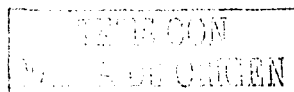
Problemática:

- Modificación del entorno: alta modificación en la parte baja de la cuenca por deforestación, desecación, sobreexplotación de pozos, contaminación; transformación de muchas zonas en pastizales. Hábitat muy deteriorado por influencia de la zona turística.

- Contaminación: por sedimentos en suspensión, materia orgánica, basura y descargas de la zona hotelera. Laguna Tres Palos: hipetrófica; Laguna La Sabana: O₂D=cero, sobrecarga de materia orgánica y basura.

- Uso de recursos: no hay control sobre la pesca ni tratamiento adecuado de las aguas residuales. Uso de suelo urbano, ganadero y agrícola.

Conservación: la cuenca alta está relativamente bien conservada; Chilpancingo se encuentra en la cuenca alta, sin embargo, un crecimiento urbano grande puede generar serios problemas hacia la cuenca baja. Se necesitan restaurar las corrientes superficiales, las lagunas costeras y su biodiversidad. Comprende el Parque Ecológico Estatal Omiltemi.



Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Guerrero (Acapulco y Chilpancingo); Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; Fac. Ciencias, UNAM; Instituto Tecnológico de Chilpancingo; Universidad Autónoma del Estado de México.

30. CUENCA ALTA DEL RÍO OMETEPEC

Estado(s): Guerrero
Polígono: Latitud 17°15'36" - 16°38'24" N
Longitud 98°43'12" - 98°08'24" W

Extensión: 2 436.5 km²

Recursos hídricos principales
lénticos:
lóticos: río Ometepec

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos pobres y poco desarrollados con predominio de Regosol, Cambisol y Litosol.
Características varias: clima cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo y templado subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 14-26°C. Precipitación total anual 1200-2000 mm.

Principales poblados: Ometepec, Cozoyoapan

Actividad económica principal: ND

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva baja caducifolia, bosques de pino-encino, pino, encino y encino-pino y pastizal inducido. Endemismo de crustáceos *Tehuara guerreroensis*, *Pseudothelphusa ayutlaensis* y *P. galloi*.

Aspectos económicos: ND

Problemática:

- Modificación del entorno: ND
- Contaminación: ND
- Uso de recursos: ND

Conservación: posible presencia de fauna propia de ambientes con alta integridad.

Grupos e instituciones: ninguna

31. RÍO VERDE - LAGUNA DE CHACAHUA

Estado(s): Oaxaca
Polígono: Latitud 16°48'00" - 15°48'00" N
Longitud 97°51'36" - 96°30'00" W

Extensión: 8 346.8 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas costeras de Chacahua, Pastoría, Miagua, Manialtepec y Espejo

lóticos: ríos Atoyac, Ocotlán, Verde, San Francisco y afluentes

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: valles centrales de Oaxaca, secciones de la Sierra Aloapaneca y Cuatro Venados; rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas. Suelos de tipo Regosol, Cambisol, Luvisol, Feozem y Litosol.

Características varias: clima templado subhúmedo, cálido subhúmedo y cálido húmedo. Temperatura media anual de 14-28°C. Precipitación de 700-2500 mm y evaporación del 95-100%.

Principales poblados: gran cantidad de pequeños poblados circundantes a la Cd. de Oaxaca, Puerto Escondido, Santiago Jamiltepec

Actividad económica principal: agricultura, minería, ganadería y turismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: manglar, palmar, sabana, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosques de pino-encino, de pino, de encino, pastizal inducido y cultivado. Flora característica: *Melocactus delessertianus* y otras fanerógamas. Fauna característica: de moluscos *Calyptraea spirata* (zona rocosa expuesta), *Chiton articulatus* (zonas expuestas), *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fissurella (Cremides) decemcostata* (zonas rocosas), *Fissurella (Cremides) gemmata* (zona rocosa), *Lucina (Callucina) lampra*, *Pilsbryspira garciacubasi* (fondos rocosos de litoral), *Tripsyca (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso). Endemismo de la planta *Melocactus delessertianus*; de crustáceos *Epithelphusa mixtepenis*,



Macrobrachium villalobosi y *Tehuara guerreroensis*; de aves *Aimophila sumichrasti*, colibrí corona-verde *Amazilia viridifrons*, *Amazona finschi*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Passerina leclancheri*, *Thryothorus felix*, *T. sinaloa*, *Turdus rufopalliatu*, *Vireo hypochryseus*. Especies amenazadas: de peces *Notropis imeldae*; de aves *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Aimophila sumichrasti*, *Amazona finschi*, *Anas acuta*, *A. discors*, *Cairina moschata*, *Cathartes burrovianus*, *Egretta rufescens*, *Falco columbarius*, *F. peregrinus*, *Geranospiza caerulescens*, *Glaucidium brasilianum*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, *Ixobrychus exilis*, *Mycteria americana*, *Oxyura dominica*, *Puffinus auricularis*, *Sterna antillarum*, *S. elegans*, *Sula sula*. Especies indicadoras: *Typha domingensis* y *Cerithium* sp., indicadoras de eutroficación; la ausencia de *Toxopneustes roseus* indicadora de deterioro y la presencia de *Salicornia bigelovii* indicadora de hipersalinidad. Zona de anidación de aves y tortugas.

Aspectos económicos: pesca media de tipo artesanal y en cooperativas. Cultivos de cocodrilo y ostión; explotación de camarón, langostinos *Macrobrachium americanum* y *M. tenellum*, lisa, robalo, mojarra y charal. Turismo poco relevante, agricultura de temporal, ganadería y recursos minerales.

Problemática:

- Modificación del entorno: sobreexplotación de afluentes; tala y deforestación; represas en los ríos y falta de agua dulce; laguna de Chacahua muy alterada. Apertura de la boca para recambio hídrico y entrada de fauna marina.

- Contaminación: en Chacahua por alta DBO y tasa alta de sedimentación de partículas debido a la erosión de suelos.

- Uso de recursos: sobreexplotación en pesca y pastoreo. Hay actividades inadecuadas como el uso de explosivos, de venenos, recolección de especies exóticas y pesca ilegal. Especies introducidas de tilapia. Existe una negativa por parte de la CNA para restituir el agua a la laguna, a pesar de ya estar construidos los canales para este fin; la boca de la laguna ha sido bloqueada. Uso de suelo agrícola y ganadero.

Conservación: se necesita una determinación del gasto ecológico mínimo para las lagunas costeras; restricción de actividades agrícolas; planeación y manejo racional de la pesca en lagunas costeras; obras de infraestructura para el saneamiento de las lagunas costeras. La laguna de Chacahua es considerada Parque Nacional desde 1937.

Grupos e Instituciones: Universidad Autónoma Benito Juárez; Instituto Tecnológico de Oaxaca; Centro Interdisciplinario de Desarrollo Integral, IPN; Universidad del Mar en Pto. Angel, Oax.; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Salina Cruz, Oax; Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco.

32. SOCONUSCO

Estado(s): Chiapas

Polígono: Latitud 16°11'24" - 14°31'48" N
Longitud 93°56'24" - 92°04'12" W

Extensión: 9 314.63 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas de Buenavista, Zacapualco, de la Joya, el Viejo, Panzacola y Tembladeras, pantanos

lóticos: ríos Suchiate Cahuatán, Coatán, Huixtán, Huehuetán, Cavo Ancho, Cintalapa, Doña María, Cacalupa, Sesecapa, San Nicolás, Bobo, Coapa, Pijijiapan, Nancinapa, Higuierilla, Mosquitos, Patos, Jesús, Parral, Amates, manantiales

Limnología básica: Pantanos salobres: 40 mil ha. Pantanos dulceacuícolas: 100 mil ha.

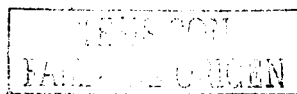
Geología/Edafología: planicie costera y sierra Soconusco con suelos tipo Litosol, Acrisol, Regosol, Solonchak, Andosol, Luvisol, Nitosol y Cambisol. Rocas sedimentarias y aporte de aluvión a la cuenca.

Características varias: clima templado húmedo, semicálido húmedo y cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 16-30 °C. Precipitación total anual de 1200 - >4500 mm.

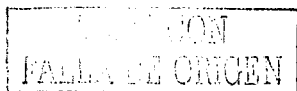
Principales poblados: Mapastepec, Tapachula, Escuintla, Soconusco, Pijijiapan, Jaltenango, Tonalá
Actividad económica principal: agricultura de temporal y de riego, ganadería, silvicultura, pesca, recursos petroleros y turismo.

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, bosques de pino-encino, de pino, de encino, de liquidambar y mesófilo de montaña, pastizal natural y cultivado, vegetación ribereña, palmar, manglar, popal, tular. Alta diversidad de comunidades vegetales, de aves migratorias y acuáticas, peces y crustáceos dulceacuícolas. Flora característica: bosque de pinabeto *Abies guatemalensis*, nuculpat *Cupressus lindleyi*, ciprés común *Juniperus gamboana*; pinares de *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *P. tenuifolia*, *P. teocote*; encinares de chiquinib *Quercus acatenangensis*, batché *Q. brachystachys*, chicharro *Q. corrugata*, *Q. crispifolia*, cantulán



colorado *Q. occarpa*, *Q. pilicaulis*, *Q. sapotifolia*; coyol *Acrocomia mexicana*, guaje blanco *Albizia caribaea*, ganacastillo *A. guachapela*, canaco *Alchornea latifolia*, helecho arborescente *Alsophila salvinii*, lombricero *Andira inermis*, peine *Apeiba tibourbou*, madrón *Arbutus glandulosa*, chichi colorado *Aspidosperma megalocarpon*, jocotillo *Astronium graveolens*, guaquemico *Beilschmiedia riparia*, muju *Brosimum costaricanum*, copal *Bursera excelsa*, mulato *B. simaruba*, frijolillo *Caesalpinia velutina*, leche amarilla *Calophyllum antillarum*, canelo *Calycophyllum candidissimum*, *Capparis cynophallophora*, *C. flexuosa*, cedro *Cedrela mexicana*, ceiba *Ceiba pentandra*, pacaya *Chamaedorea wendlandiana*, memela *Clusia salvinii*, *Coccoloba barbadensis*, carnero *C. esculintensis*, *Cochlospermum vitifolium*, coralillo *Cajoba arborea*, zapotillo *Couepia polyandra*, matapalo *Coussapoa purpusii*, manzanilla *Crataegus pubescens*, coppalchi *Croton guatemalensis*, palma de escoba *Cryosophila nana*, *Cyathea fulva*, *C. valdecrenata*, cola de pava *Cupania glabra*, peine *Dalbergia funera*, granadillo *D. granadillo*, mano de león *Dendronanax arboreus*, *D. populifolius*, zapotillo *Dipholis minutiflora*, guanacaste *Enterobium cyclocarpum*, flor de mayo *Erblichia xylocarpa* var. *mollis*, huesito *Erythroxylum areolatum*, huesito *Faramaea occidentalis*, amate *Ficus cotinifolia*, amate blanco de monte *F. crassiuscula*, chileamate *F. hemsleyana*, palma arbustiva ixtapil *Geonoma celeris*, *Gliricidia sepium*, trompillo *Guarea trompillo*, brasil *Haemotoxylum brasiletto*, citeito *Hasseltia guatemalensis*, *Hedyosmum mexicanum*, jabilla *Hura polyandra*, guapinol *Hymenaea courbaril*, *Jatropha curcas*, granadillo *Lafolensia puniceaefolia*, totoposte *Licania arborea*, matabuey *Lonchocarpus rugosus*, algodoncillo *Luehea candida*, *Matudaea trinervia*, *Morus* sp., patastillo *Miconia argentea*, baricoco *Micropholis mexicana*, bálsamo *Myroxylon balsamum* var. *perreira*, aguacatillo *Nectandra glabrosa*, palo de aguacate *N. sinuata*, *Ocotea chiapensis*, pimientillo *O. veraguensis*, *Perrottetia longistylis*, *Pithecellobium dulce*, espino negro *Piptadenia flava*, corazón bonito *Poeppegia procera*, *Prosopis juliflora*, cerezo *Prunus capuli*, llorasangre *Pterocarpus rohrii*, molinillo *Quararibea funebris*, toronjil *Rhedia edulis*, palma real *Sabal mexicana*, tepenaguaste *Samanea saman*, amatillo *Sapium macrocarpum*, manaca *Scheelea preussii*, cuchillal *Schizolobium parahybum*, tempisque *Sideroxylon tempisque*, caquito *Sloanea terniflora*, chapona *Stemmadenia donnell-smithii*, *Stenocereus standleyi*, castaño *Sterculia apetala*, naranja *Swartzia ochracea*, caoba *Swietenia humilis*, *Symplocarpon hartwegii*, *S. flaviifolium*, palo blanco *Tabebuia donnell-smithii*, roble serrano *T. palmeri*, volador *Terminalia amazonia*, amate blanco *Tetrorchidium rotundatum*, estrellita *Trophis chorizantha*, *T. cuspidata*, cedrillo *Turpinia occidentalis*, sacacera *Vatairea lundellii*, cacao volador *Virola guatemalensis*, *Ziziphus amole*. Las epifitas son muy abundantes entre las que se incluyen orquídeas, varias especies de aráceas, bromelias, helechos y musgos. A lo largo de la costa, en los terrenos arenosos se desarrolla una curiosa selva baja decidua, muy densa con muchas especies espinosas y algunas de follaje persistente como limoncillo *Achatocarpus nigricans*, camarón *Alvaradoa amorphoides*, copal *Bursera excelsa*, clavelina *Capparis flexuosa* y *C. indica*, papaturro *Coccoloba caracasana*, carnero *C. floribunda*, sacramento *Jacquinia macrorcarpa macrorcarpa*, zapotillo *Maba verae-cruis*, huamuchil *Pithecellobium dulce* y *P. recordii*, mezquite *Prosopis juliflora*, crucecita *Randia armata*, coralillo *Rauvolfia hirsuta*, caoba *Swietenia humilis*, mapahuite *Trichilia hirta* y *T. trifolia*; en los claros se desarrolla con gran abundancia el chaco *Acanthocereus tetragonus*. Los manglares están representados por el mangle rojo *Rhizophora mangle*, asociado con madre de sal *Avicennia germinans*, mangle blanco *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora harrisonii* y mangle prieto *Conocarpus erectus*. La vegetación acuática y subacuática está representada por *Pachira aquatica*, *Typha* spp., *Thalia geniculata* asociada a *Heliconia* spp., *Calathea* spp. y las palmas *Sabal mexicana* y *Scheelea preussii*. Fauna característica: de moluscos *Acanthochitona avicularia* (zona litoral), *Chiton abolinsatus* (bajo rocas), *Radiola muscaria*; de peces *Anableps dowi*, *Brachyrhaphis hartwegi*, *Cichlasoma macracanthum*, *C. trimaculatum*, *Gymnotus* sp., *Lepisosteus tropicus*, *Poecilia butleri*, *Poecilopsis fasciata*, *Rhamdia guatemalensis*, *R. parryi*; de reptiles como el dragoncillo verde *Abronia matudai*, la nauyaca verde *Bothriechis ornatus*, la salamandra *Dendrotriton xoloccalcae*; de aves como el loro de cabeza azul *Amazona farinosa*, *Anas acuta*, el buco collarero *Notharchus macrorhynchus*, la fragata *Fregata magnificens*, el pajuil *Penelopina nigra*, el quetzal *Pharomachrus mocinno*, el búho serrano *Strix fulvescens*; de mamíferos como el murciélago *Balantiopteryx plicata*, el tlacuache *Marmosa mexicana*, el oso hormiguero arbórea *Tamandua mexicana*. Endemismo de plantas *Alfaroa* aff. *mexicana*, *Anthurium ovadense*, *Ceratozamia matudai*, amate blanco *Ficus crassiuscula*, *Quercus ovadensis*, *Zamia soconuscensis*; del palemónido *Creaseria morleyi* y del decápodo *Typhlatya pearsei*, que habitan en grutas; de reptiles como el caimán *Crocodylus chiapasi*; de aves como el rascador barbiamarillo *Atlapetes gutturalis*, el periquito serrano *Bolborhynchus lineola*, la matraca chiapaneca *Campylorhynchus chiapensis*, la chara de niebla *Cyanolyca pumilo*, el rascadorcito patilludo *Melospiza biarcuatum*, el rascadorcito orejiblanco *M. leucotis*. Especies amenazadas: de plantas como el helecho arborescente *Alsophila salvinii*, la cicadácea *Ceratozamia matudai*, el ciprés *Cupressus benthamii*, las orquídeas *Brassia verrucosa*, *Encyclia baculus*, *E. vitellina*, *Lemboglossum cordatum*, *L. rossii*, *Oncidium bicallosum*, *O. ornithorhynchum*, *Sobralia macrantha*, las bromeliáceas *Tillandsia argentina*, *T. lamprodium* y *T. tricolor*; de reptiles como el *Crocodylus chiapasi*; de aves como *Accipiter striatus*, el loro de nuca amarilla *Amazona auropalliata*, el loro de cabeza azul *Amazona farinosa*, *Aratinga holochlora*, el momoto gorjazul *Aspatha gularis*, el colibrí enano sureño *Atthis ellioti*, la matraca chiapaneca *Campylorhynchus chiapensis*, el hocofalsán *Crax rubra*, *Falco peregrinus*, el pavón *Oreophaps derbianus*, la chachalaca ventriblanca *Oreortyx*



leucogastra, la cojolita *Penelope purpurascens*, el pajuil *Penelopina nigra*, el quetzal *Pharomachrus mocinno*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*, el águila ventrablanca *Spizaetus melanoleucus*, el águila elegante *S. ornatus*, el águila tirana *S. tyrannus*, la tangara de alas azules *Tangara cabanisi*; de mamíferos como el mono araña *Ateles geoffroyi*, el viejo del monte *Eira barbara*, el grisón *Galictis vittata*, el ocelote *Leopardus pardalis*, la nutria *Lutra longicaudis*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor* y el tapir *Tapirus bairdii*. Aves de manglar y de lagunas amenazadas por pérdida del hábitat y de calidad del agua. Especies indicadoras: *Pachira aquatica* y macrofitas acuáticas indicadoras de pantanos dulceacuícolas; *Rhizophora harrisonii* y *R. mangle* indicadoras de pantanos salobres.

Aspectos económicos: pesquerías de cíclidos exóticos y nativos y de crustáceos *Macrobrachium acanthurus*, *M. americanum*, *M. carcinus*, *M. occidentale* y *M. tenellum*. Cultivos de café, cacao, soya, caña de azúcar, frijol, mango, sandía, plátano, cítricos, maíz, tabaco; ganado bovino, porcino y lanar. Recolección de palma shate y extracción de madera. Existen recursos petroleros. Turismo en crecimiento. Ganadería extensiva.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, cambio de uso de suelo por amplias zonas ganaderas. Incendios provocados, pérdida de suelo, represamiento, desviación de ríos y azolvamiento de los cuerpos de agua. Colonización irregular en las laderas y partes altas.

- Contaminación: por agroquímicos, materia orgánica, hidrocarburos y desechos urbanos y provenientes de las granjas acuícolas.

- Uso de recursos: especies introducidas de tilapia, carpas y pastos. Sobrepesca de peces y camarones que han conducido a un decrecimiento en las poblaciones naturales. Agricultura de temporal y humedad inadecuada. Saqueo de especies en riesgo, de aves acuáticas, huevos de tortugas y peces. Recolección de palma shate y extracción de madera. Uso de suelo agrícola, ganadero, forestal y para acuicultura.

Conservación: algunos cultivos han cambiado de agroquímicos a orgánicos. Se necesita planeación del represamiento y desvío de ríos. Se requiere de una regionalización ecológica, regeneración del bosque de niebla, inventarios de flora y fauna, autoecología de especies importantes como el quetzal y el pavón, la herpetofauna y los hongos macromicetos. También se debe controlar el crecimiento de la acuicultura para evitar daños al manglar y a las poblaciones naturales que lo habitan. Comprende las Reservas de la Biosfera El Triunfo y La Encrucijada. Existen conflictos sobre la tenencia de la tierra y las concesiones para pesca, los cuales deben resolverse. Actualmente la Reserva de la Biosfera El Triunfo está dentro del programa Parques en Peligro de la organización conservacionista The Nature Conservancy. Por otra parte, la Reserva de la Biosfera La Encrucijada está considerada, por la Convención de Ramsar, como un excelente ejemplo de humedad costero del Pacífico Americano.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Chihuahua; Universidad Nacional Autónoma de México; Universidad Autónoma Metropolitana; Universidad del Mar en Pto. Angel, Oax.; Centro Interdisciplinario de Desarrollo Integral, IPN; Instituto de Historia Natural de Chiapas; Instituto Nacional de Ecología, Semarnap.

REGIÓN ALTIPLANO NORTE

33. SAMALAYUCA

Estado(s): Chihuahua

Extensión: 19 113.28 km²

Polígono: Latitud 31°39'36" - 29°25'12" N
Longitud 109°02'24" - 107°14'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas Sta. María, Guzmán y Patos, charcas temporales

lóticos: ríos Casas Grandes, Santa María, del Carmen y Janos, manantiales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: rodeado por las sierras Las Lilas y Boca Grande. Suelos tipo Regosol, Litosol, Solonchak, Xerosol y Solonetz.

Características varias: clima seco y muy seco templado con lluvias en verano, temperatura media anual 12-18°C. Precipitación total anual de 200-400 mm.

Principales poblados: Nuevo Casas Grandes, Villa Ahumada

Actividad económica principal: forestal y agropecuaria

Indicadores de calidad de agua: ND



Biodiversidad: tipos de vegetación: pastizal halófilo, matorral desértico micrófilo, vegetación halófila y vegetación de desiertos arenosos. Flora característica: pastizales con *Bouteloua gracilis*, *B. hirsuta*, *Fouquieria splendens*, parches aislados de *Ephedra trifurca*, *Opuntia* spp, *Prosopis* spp y *Yuca* spp. Fauna característica de peces *Ameiurus melas*, *Cyprinella lutrensis* spp, *Cyprinodon fontinalis*, *Pantosteus plebeius*. Endemismo de peces *Cyprinella bocagrande*, *C. formosa*, *C. formosa* spp, *Gila nigrescens*, *G. pulchra*, *Ictalurus pricei*, *Pimephales promelas* y una especie de trucha no descrita; de aves *Euptilotis neoxenus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas de peces y aves, además de las ya mencionadas, *Campostoma ornatum*, *Catostomus bernardini*, *Cyprinella lutrensis*, *Gambusia affinis*, *G. senilis*, *Lepomis macrochirus*, *Pantosteus plebeius*; de aves *Accipiter striatus*, *Aquila chrysaetos*, *Asio flammeus*, *Bubo virginianus*, *Charadrius montanus*, *Circus cyaneus*, *Falco columbarius*, *F. femoralis*, *F. mexicanus*, *F. peregrinus*, *Haliaeetus leucocephalus*, *Parabuteo unicinctus*, *Speotyto cunicularia*, *Vermivora luciae*. Posee la colonia de mayor tamaño de perros de las praderas en el mundo. Existen también las últimas poblaciones de oso negro en el estado de Chihuahua.

Aspectos económicos: pesquería de trucha endémica, no descrita; actividades minera, agropecuaria y de enervantes.

Problemática:

- Modificación del entorno: cuenca alta conservada y cuenca baja degradada. Deforestación, desecación y sobreexplotación de mantos freáticos.

- Contaminación: por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas.

- Uso de recursos: pesca de especies nativas como el bagre de canal *Ictalurus punctatus* y la lobina negra *Micropterus salmoides* e introducidas como la carpa dorada *Carassius auratus*, la carpa común *Cyprinus carpio*, el bagre *Ictalurus melas* y la mojarra azul *Lepomis macrochirus*. Cultivos de frijol, maíz y trigo.

Conservación: preocupa la desecación de lagunas naturales para uso agropecuario y la sobreexplotación de los recursos hidráulicos. Hacen falta inventarios biológicos (grupos poco o no estudiados), monitoreos de los grupos conocidos e introducidos, estudios fisicoquímicos cambiantes del entorno, estudios de las aguas subterráneas y dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat. Se propone frenar planes gubernamentales y privados de desecación de cuerpos de agua; establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción de pozos; incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua; considerar al agua como recurso estratégico dada su escasez y a los cuerpos de agua como puente para aves migratorias.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Chihuahua; DUMAC; Universidad Autónoma de Nuevo León; Universidad Autónoma de Cd. Juárez; Bioconservación A.C.; Instituto de Ecología, UNAM.

34. LAGO BABICORA

Estado(s): Chihuahua

Polígono: Latitud
Longitud

29°37'48" - 29°05'24" N
108°13'48" - 107°30'36" W

Extensión: 2 270.61 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: lago Babicora, charcas temporales

lóticos: ríos San Miguel de Babicora y Piedras Verdes, manantiales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: comprende las sierras La Catarina y Grande. Suelos tipo Feozem, Litosol y Regosol.

Características varias: climas semiseco templado, semiseco semifrío, semifrío subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 8-14°C. Precipitación total anual 300-500 mm.

Principales poblados: Gómez Farías, San José de Babicora

Actividad económica principal: forestal y ganadera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: pastizal natural, bosques de pino-encino, de encino-pino, de pino y de encino. Fauna característica del pez *Pantosteus plebeius*; de aves *Accipiter gentilis*, *Anas diazi*; de mamíferos *Felix concolor*, *Odocoileus virginianus*. Endemismo de peces *Cyprinella formosa*, *Gila nigrescens* y *Pimephales promelas*; de aves *Euptilotis neoxenus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas del del pez *Campostoma ornatum*; de aves *Aquila chrysaetos*, *Euptilotis neoxenus*, *Falco femoralis*, *F. mexicanus*, *Haliaeetus leucocephalus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Hay aproximadamente 128 especies, representadas en 39 familias, de aves migratorias que usan estos ecosistemas. Incluyen 25 000 grullas grises *Grus canadensis*, 19 000 gansos nevados *Chen caerulescens* y 4 000 gansos frente blanca. Es también un sitio importante de anidación de *Accipiter gentilis* y de reproducción de *Anas diazi*.



Aspectos económicos: actividad forestal, agricultura de temporal y de riego, minera, agropecuaria y de enervantes.

Problemática:

- Modificación del entorno: cuenca alta conservada y cuenca baja degradada. Deforestación, desecación y sobreexplotación de mantos freáticos.

- Contaminación: por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas.

- Uso de recursos: pesca de especies nativas como la lobina negra *Micropterus salmoides* y el bagre de canal *Ictalurus punctatus* e introducidas como la carpa dorada *Carassius auratus*, la carpa común *Cyprinus carpio*, el bagre *Ictalurus melas* y la mojarra azul *Lepomis macrochirus*.

Conservación: preocupa la desecación de lagunas naturales para uso agropecuario, la deforestación y la sobreexplotación de los recursos hidráulicos. Hacen falta inventarios biológicos (grupos poco o no estudiados), monitoreos de los grupos conocidos e introducidos, estudios fisicoquímicos cambiantes del entorno, estudios de las aguas subterráneas y dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat. Se propone frenar planes gubernamentales y privados de desecación de cuerpos de agua; establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción de pozos; incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua; considerar al agua como recurso estratégico dada su escasez y a los cuerpos de agua como puente para aves migratorias.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Chihuahua; DUMAC; Universidad Autónoma de Nuevo León; Universidad Autónoma de Cd. Juárez; Instituto de Geofísica, UNAM; Bioconservación A.C.; PROFAUNA, A.C.; Nuevo México State University, Iowa State University.

35. CUENCA ALTA DEL RÍO STA. MARÍA

Estado(s): Chihuahua

Polígono: Latitud 29°48'36" - 28°37'48" N
Longitud 107°39'36" - 107°08'24" W

Extensión: 4 395.32 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: presa El Tintero, lagos

lóticos: río Santa María

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: entre las sierras de las Tunas, el Rosal, Grande y la Catarina. Suelos tipo Xerosol, Feozem, Regosol y Litosol.

Características varias: clima semiseco templado con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual 10-18°C. Precipitación total anual 300-600 mm.

Principales poblados: Las Cruces, Buenaventura

Actividad económica principal: forestal y agropecuaria

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, pastizal. Ictiofauna característica: *Cyprinella formosa*, *C. formosa* spp, *Cyprinella lutrensis*, *C. lutrensis* spp, *Pimephales promelas*. Endemismo de los peces *Gila nigrescens* y *G. pulchra*. Especies amenazadas de peces *Catostomus bernardini* y *Gambusia affinis*; de aves *Aquila chrysaetos*, *Falco femoralis* y *Haliaeetus leucocephalus*.

Aspectos económicos: actividad forestal, minera, agropecuaria y de enervantes.

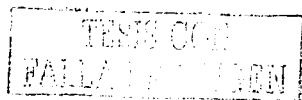
Problemática:

- Modificación del entorno: cuenca alta conservada. Deforestación, desecación y sobreexplotación de mantos freáticos.

- Contaminación: por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas.

- Uso de recursos: pesca de especies nativas como la lobina negra *Micropterus salmoides* y el bagre de canal *Ictalurus punctatus* e introducidas como la carpa dorada *Carassius auratus*, la carpa común *Cyprinus carpio*, el bagre *Ictalurus melas* y la mojarra azul *Lepomis macrochirus*.

Conservación: preocupa la desecación de lagunas naturales para uso agropecuario, la contaminación de la industria papelera, la deforestación y la sobreexplotación de los recursos hidráulicos. Hacen falta inventarios biológicos (grupos poco o no estudiados), monitoreos de los grupos conocidos e introducidos, estudios fisicoquímicos cambiantes del entorno, estudios de las aguas subterráneas y dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat. Se propone frenar planes gubernamentales y privados de desecación de cuerpos de agua; establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción de pozos; incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua; considerar al agua como recurso



estratégico dada su escasez y a los cuerpos de agua como puente para aves migratorias.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Chihuahua; DUMAC; Universidad Autónoma de Nuevo León; Universidad Autónoma de Cd. Juárez; Bioconservación A.C.

36. CUENCA ALTA DEL RÍO DEL CARMEN

Estado(s): Chihuahua

Extensión: 3 890.96 km²

Polígono: Latitud 29°39'36" - 28°54'36" N
Longitud 107°13'48" - 106°31'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: charcas temporales

lóticos: ríos del Carmen y Sta. Clara, manantiales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: entre las sierras del Nido, el Rosal y las Tunas hasta el valle los Piloncillos. Suelos tipo Xerosol, Cambisol, Feozem, Regosol y Litosol.

Características varias: clima semiseco templado con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual 10-18°C. Precipitación total anual 300-800 mm.

Principales poblados: Ricardo Flores Magón, San Lorenzo, Sta. Catalina

Actividad económica principal: forestal y agropecuaria

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, de pino, pastizal, matorral desértico, de enbro y manzanita. Ictiofauna características: *Cyprinella lutrensis* spp, *C. formosa*, *C. formosa* spp, *Notropis* sp. Endemismos del pez *Gila nigrescens* y una especie de trucha no descrita; de aves *Calothorax lucifer*, *Euptilotis neoxenus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas de peces *Camptostoma ornatum* y *Cyprinella lutrensis*; de aves *Aquila chrysaetos*, *Euptilotis neoxenus*, *Falco femoralis*, *Haliaeetus leucocephalus* y *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Se cree que existe lobo mexicano *Canis lupus* y oso negro *Ursus americanus*.

Aspectos económicos: actividad forestal, minera, agropecuaria y de enervantes.

Problemática:

- Modificación del entorno: cuenca alta conservada. Deforestación, desecación y sobreexplotación de mantos freáticos.

- Contaminación: agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas.

- Uso de recursos: pesca de especies nativas como la lobina negra *Micropeterus salmoides* y el bagre de canal *Ictalurus punctatus* e introducidas como la carpa común *Cyprinus carpio*, la mojarra azul *Lepomis macrochirus* y la mojarra gigante *L. megalotis*.

Conservación: preocupa la desecación de lagunas naturales para uso agropecuario, la contaminación de la industria papelera, la deforestación y la sobreexplotación de los recursos hidráulicos. Hacen falta inventarios biológicos (grupos poco o no estudiados), monitoreos de los grupos conocidos e introducidos, estudios fisicoquímicos cambiantes del entorno, estudios de las aguas subterráneas y dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat. Se propone frenar planes gubernamentales y privados de desecación de cuerpos de agua; establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción de pozos; incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua; considerar al agua como recurso estratégico dada su escasez y a los cuerpos de agua como puente para aves migratorias.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Chihuahua; DUMAC; Universidad Autónoma de Nuevo León; Universidad Autónoma de Cd. Juárez; Bioconservación A.C.

37. LAGO BUSTILLOS

Estado(s): Chihuahua

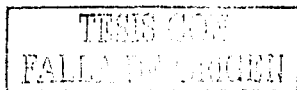
Extensión: 3 302.7 km²

Polígono: Latitud 28°58'12" - 28°15'00" N
Longitud 107°09'36" - 106°15'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lago Bustillos, charcas temporales

lóticos: río Sta. Rosa



Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos tipo Planosol y Feozem.

Características varias: clima semiseco templado y semifrío subhúmedo con lluvias en verano y en invierno. Temperatura media anual 12-18°C. Precipitación total anual de 400-600 mm.

Principales poblados: Cuauhtémoc, Bustillos, Anáhuac

Actividad económica principal: pesquera, minera, forestal y agropecuaria

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, pastizal natural e inducido y matorral desértico. Fauna característica: de peces *Etheostoma australe*, *E. pottsii*, *Moxostoma austrinum*. Endemismo de peces *Codoma ornata*, *Cyprinodon* spp, *Gila nigrescens*, *G. pulchra*, *Notropis chihuahua*, *N. braytoni* y *Pimephales promelas*; de aves acuáticas migratorias y nativas como *Grus canadensis*, *Chen caerulescens*, *C. rossii*, *Anas diazi* y patos de la tribu Anatini y residentes *Calothorax lucifer*, *Euphiletus neoxenus*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Especies amenazadas de peces *Astyanax mexicanus*, *Campostoma ornatum*, *Catostomus bernardini*, *Cyprinodon eximius*, *Gambusia senilis*; de aves *Aquila chrysaetos*, *Euphiletus neoxenus*, *Falco femoralis*, *Haliaeetus leucocephalus* y *Rhynchopsitta pachyrhyncha*. Al parecer hay lobo mexicano *Canis lupus* y oso negro *Ursus americanus*.

Aspectos económicos: actividad forestal, minera, agropecuaria y de enervantes.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, desecación y sobreexplotación de mantos freáticos.
- Contaminación: por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas.
- Uso de recursos: pesca de especies nativas como la lobina negra *Micropeterus salmoides* y el bagre de canal *Ictalurus punctatus* e introducidas como la carpa común *Cyprinus carpio*, la mojarra azul *Lepomis macrochirus* y la mojarra gigante *L. megalotis*.

Conservación: preocupa la desecación de lagunas naturales para uso agropecuario, la deforestación y la sobreexplotación de los recursos hidráulicos. Hacen falta inventarios biológicos (grupos poco o no estudiados), monitoreos de los grupos conocidos e introducidos, estudios fisicoquímicos cambiantes del entorno, estudios de las aguas subterráneas y dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat. Se propone frenar planes gubernamentales y privados de desecación de cuerpos de agua; establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción de pozos; incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua; considerar al agua como recurso estratégico dada su escasez y considerar a los cuerpos de agua como puente para aves migratorias.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Chihuahua; DUMAC; Universidad Autónoma de Nuevo León; Universidad Autónoma de Cd. Juárez; Bioconservación A.C.

38. LAGO LOS MEXICANOS

Estado(s): Chihuahua

Polígono: Latitud

28°19'48" - 27°58'48" N

Longitud

107°13'48" - 106°50'24" W

Extensión: 884.16 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: lagos Los Mexicanos, San Rafael, charcas temporales

lóticos: ríos Satevó, Bacoichi, arroyos temporales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: Sierra de San José. Suelos tipo Planosol, Feozem, Regosol y Cambisol.

Características varias: clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 10-16°C. Precipitación total anual 400-600 mm.

Principales poblados: La Ciénega de Ojos Azules, Cuauhtémoc

Actividad económica principal: forestal y agropecuaria

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, pastizal natural e inducido. Área de una gran concentración de aves acuáticas migratorias principalmente de anátidos y grullas como *Grus canadensis*, *Chen caerulescens*, *C. rossii* y *Anas diazi* y especies rapaces migratorias como *Aquila chrysaetos*, *Falco femoralis* y *Haliaeetus leucocephalus*. Endemismo de los peces *Codoma ornata*, *Gila nigrescens*, *G. pulchra*, *Notropis chihuahua*, *Pimephales promelas*. Especies amenazadas de peces *Campostoma ornatum*, *Catostomus bernardini*, *Cyprinodon eximius*.

Aspectos económicos: especie comercial de trucha endémica, no descrita; actividad forestal, minera,



agropecuaria y de enervantes.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, desecación y sobreexplotación de mantos freáticos.
- Contaminación: por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas.
- Uso de recursos: pesca de especies nativas como la lobina negra *Micropeterus salmoides* y el bagre de canal *Ictalurus punctatus* e introducidas como la carpa común *Cyprinus carpio*, la mojarra azul *Lepomis macrochirus* y la mojarra gigante *L. megalotis*.

Conservación: preocupa la desecación de lagunas naturales para uso agropecuario, la deforestación y la sobreexplotación de los recursos hidráulicos. Hacen falta inventarios biológicos (grupos poco o no estudiados), monitoreos de los grupos conocidos e introducidos, estudios fisicoquímicos cambiantes del entorno, estudios de las aguas subterráneas y dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat. Se propone frenar planes gubernamentales y privados de desecación de cuerpos de agua; establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción de pozos; incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua; considerar al agua como recurso estratégico dada su escasez y los cuerpos de agua como puente para aves migratorias.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Chihuahua; DUMAC; Universidad Autónoma de Nuevo León; Universidad Autónoma de Cd. Juárez; Bioconservación A.C.

39. CUENCA ALTA DEL RÍO CONCHOS Y RÍO FLORIDO

Estado(s): Chihuahua y Durango

Extensión: 21 139.93 km²

Polígono: Latitud 28°06'36" - 26°03'36" N
Longitud 107°43'48" - 105°15'00" W

Recursos hídricos principales

Iéuticos: presas La Boquilla, Colina, San Miguel, Francisco I. Madero, Torreoncillos, Talamantes, Parral, Canutillos y San Juan, lagos Chancaplea, Las Arenosas, El Gigante, El Milagro, El Remolino y el Rincón

Lóticos: ríos Florido, Conchos, San Pedro, Primero, El Álamo, Chuviscar, Parral, San Juan, Balleza, Nonoava, Matalotes y de Gallos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: entre las sierras Tarahumara, de Las Pampas, de Los Remedios, Las Vírgenes, El Llano y Los Gigantes. Tipos de suelo Regosol, Feozem, Cambisol, Litosol y Xerosol.

Características varias: clima semiseco templado, semiseco semicálido, muy seco semicálido, templado subhúmedo, semifrío subhúmedo. Temperatura media anual 8-18°C. Precipitación total anual 300-1 000 mm.

Principales poblados: Chihuahua, Delicias, Hidalgo del Parral, Cd. Camargo

Actividad económica principal: acuicultura, ganadería, minería y agricultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: pastizal natural huizachal, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, bosques de pino-encino, encino-pino, de encino y vegetación halófila. Fauna característica: de crustáceos *Orconectes (Gremicambarus) virilis* y *Procambarus (Scapulicambarus) clarkii*; de peces *Ameiurus melas*, *Astyanax mexicanus*, *Camptostoma ornatum*, *Cyprinella lutrensis*, *Cyprinodon eximius*, *C. pachycephalus*, *Dionda episcopa*, *Gambusia affinis*, *G. hurtadoi*, *G. senilis*, *Etheostoma australe*, *E. grahami*, *E. pottsi*, *Lepisosteus osseus*, *Lepomis cyanellus*, *L. marginatus*, *Moxostoma austrinum*, *Notropis amabilis*, *Oncorhynchus chrysogaster*, *Pylodictis olivaris*, *Rhinichthys cataractae*. Todas estas especies se encuentran amenazadas, muchas de ellas son indicadoras de aguas limpias. Especies endémicas de peces *Codoma ornata*, *Cyprinella panarcys*, *Cyprinodon macrolepis*, *Gambusia alvarezii*, *Gila nigrescens*, *G. pulchra*, *Notropis braytoni*, *N. chihuahua*, *N. jemezianus*, *Pimephales promelas*.

Aspectos económicos: explotación de roboalo, truchas, pescado blanco, bagre, carpa, charal y tilapia. Actividad forestal, agropecuaria, minera e industrial (maquiladoras). Existen recursos petroleros.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, desecación y sobreexplotación de mantos freáticos.
- Contaminación: cuenca media altamente contaminada por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales urbanas e industriales.
- Uso de recursos: pesca de especies nativas como el bagre de canal *Ictalurus punctatus*, la lobina negra *Micropeterus salmoides* e introducidas como las carpas *Cariodes carpio* y *Cyprinus carpio*, los charales *Chirostoma aculeatum*, *C. consocium*, *C. jordani*, *C. labarcaei*; la sardina molleja *Dorosoma cepedianum*, el pez zebra *Fundulus zebrinus*, el pez sol *Lepomis cyanellus*, la mojarra azul *L. macrochirus*, la mojarra gigante



L. megalotis, el plateadito *Menidia beryllina*, el robalo blanco *Pomoxis annularis*. La introducción de especies exóticas ha puesto en riesgo a numerosos endemismos.

Conservación: preocupa la deforestación, la sobreexplotación de recursos hidráulicos y la contaminación industrial y de agroquímicos. Faltan inventarios biológicos, estudios fisicoquímicos del entorno, estudio de los sistemas subterráneos y de dinámica poblacional sensibles a alteraciones del ambiente. Se proponen planes de manejo integrales y compartidos con las cuencas adyacentes.

Grupos e Instituciones: Universidad Autónoma de Chihuahua; Universidad Autónoma de Nuevo León; Bioconservación A.C.

40. RÍO NAZAS

Estado(s): Durango

Extensión: 35 036.86 km²

Polígono: Latitud 26°32'24" - 23°57'36" N
Longitud 106°18'00" - 103°37'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Lázaro Cárdenas, Francisco Zarco, el Palmito y lago de Santiaguillo

lóticos: ríos San Juan, Ramos, Potreritos, del Oro, Nazas, Santiago, Tepehuanes y Peñón Blanco

Limnología básica: cuenca baja alterada

Geología/Edafología: rodeada por las sierras de Tepehuanes, de la Candela, de las Canoas, Meseta de la Zarca, Bolsón de Mapimí y Valle de San Juan. Suelos tipo Regosol, Litosol, Feozem, Rendzina, Xerosol, Cambisol y Castañozem.

Características varias: climas semiseco semicálido, muy seco semicálido, seco templado, templado subhúmedo, semifrío subhúmedo con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual de 14-22°C. Precipitación total anual de 100-700 mm.

Principales poblados: Victoria de Durango, Gómez Palacios, Sta. María del Oro, Peñón Blanco, Sta. Catarina de Tepehuanes, Torreón, Nuevo Ideal, Canatlán, Santiago Papasquiario

Actividad económica principal: agropecuaria, industrial y acuícola

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: pastizal natural, bosques de pino-encino, encino-pino, tascate, matorral de manzanilla, matorral desértico rosetófilo, matorral crasicale, vegetación acuática, semiacuática y ribereña. Fauna característica: de peces *Astyanax mexicanus*, *Camptostoma ornatum*, *Catostomus plebeius*, *Characodon lateralis*, *Chirostoma mezquital*, *Cyprinella alvarezdellvillari*, *C. lepida*, *Dionda episcopa*, *Etheostoma pottsi*, *Moxostoma austrinum*, *Pantosteus plebeius*. Todas estas especies se encuentran amenazadas. Especies endémicas de peces *Codoma ornata*, *Cyprinella garmani*, *Cyprinodon mooki*, *C. nazas*, *Gila conspersa*, *Gila sp.*, *Ictalurus pricei*, *Ictiobus sp.*, *Notropis chihuahua*, *N. nazas*, *Notropis sp.*, *Stypodon signifer*. Especies extintas: *Characodon garmani*, *Cyprinodon latifasciatus*, *Stypodon signifer*. La zona sirve de refugio para aves migratorias como patos y gansos y de anidación de *Rhynchopsitta pachyrhyncha*.

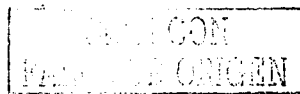
Aspectos económicos: pesca de actividad agropecuaria, industrial y forestal. Recursos termoeléctricos.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, desecación e incendios.
- Contaminación: por actividades agropecuarias, industriales y descargas urbanas.
- Uso de recursos: pesca de especies nativas como la lobina negra *Micropterus salmoides* e introducidas como la carpa dorada *Carassius auratus*, los charales *Chirostoma consocium*, *C. jordani*, *C. labarcae*, *C. sphyraena*, el pez blanco *Chirostoma estor*, la carpa común *Cyprinus carpio*, la mojarra azul *Lepomis macrochirus*, las tilapias *Oreochromis aureus* y *O. mossambicus*. Cacería furtiva de aves acuáticas.

Conservación: preocupa la sobreexplotación de recursos hidráulicos, la deforestación y la contaminación. Hacen falta inventarios biológicos (grupos poco o no estudiados), monitoreos de los grupos conocidos e introducidos, estudios fisicoquímicos cambiantes del entorno, estudios de las aguas subterráneas y dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat. Se propone frenar planes gubernamentales y privados de desecación de cuerpos de agua; establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción de pozos; incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua; considerar al agua como recurso estratégico dada su escasez y a los cuerpos de agua como puente para aves migratorias.

Grupos e Instituciones: Universidad Juárez Autónoma de Durango; Bioconservación A.C.; Centro Interdisciplinario de Desarrollo Integral.



41. CUENCA BAJA DEL RÍO CONCHOS

Estado(s): Chihuahua

Extensión: 3 536.33 km²

Polígono: Latitud 29°55'12" - 29°08'24" N
Longitud 105°10'12" - 104°21'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Rosetilla y Luis L. León

Lóticos: río Conchos, arroyos, humedales, manantiales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: entre las sierras Quemada y Cuchillo Parado. Tipos de suelo Regosol, Litosol, Yermosol y Xerosol.

Características varias: climas tipo semiseco templado, seco templado y seco semifrío con lluvias en verano. Temperaturas media anual de 16-22°C. Precipitación total anual de 200-400 mm.

Principales poblados: Ojinaga, Maclovio Herrera

Actividad económica principal: industrial, minera y agropecuaria

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: pastizal, matorrales desértico micrófilo y rosetófilo. Fauna característica: de peces *Ameiurus melas*, *Astyanax mexicanus*, *Campostoma ornatum*, *Catostomus bernardini*, *Codoma ornata*, *Cyprinella lutrensis*, *Cyprinodon eximius*, *Dionda episcopa*, *Eleotris abacurus*, *Etheostoma australe*, *E. grahami*, *E. pottsi*, *Gambusia affinis*, *G. senilis*, *Ictalurus punctatus*, *Lepisosteus osseus*, *Moxostoma austrinum*, *Notropis amabilis*, *Oncorhynchus chrysogaster*, *Pantosteus plebeius*, *Pimephales promelas*, *Pyloodictis olivaris*, *Rhinichthys cataractae*; todas amenazadas por turbidez, calentamiento y aporte de aguas residuales. Endemismos de peces *Cyprinella panarcys*, *Cyprinodon macrolepis*, *C. pachycephalus*, *Notropis chihuahua*, *N. braytoni*, *N. jemezianus*.

Aspectos económicos: acuicultura de especies comerciales de carpas *Carpiodes carpio* y *Cyprinus carpio*, del bagre *Ictalurus furcatus* y de la tilapia *Oreochromis aureus*. Actividad industrial maquiladora, minera y agropecuaria.

Problemática:

- Modificación del entorno: sobreexplotación del recurso hídrico y represas.

- Contaminación: por agroquímicos, desechos industriales y aguas residuales urbanas.

- Uso de recursos: pesca de especies nativas como la lobina negra *Micropterus salmoides* e introducidas como la carpa dorada *Carassius auratus*, la sardina molleja *Dorosoma cepedianum*, el pez zebra *Fundulus zebrius*, el pez sol *Lepomis cyanellus*, la mojarra azul *L. macrochirus*, la mojarra gigante *L. megalotis* y el plateadito *Menidia beryllina*. La introducción de especies exóticas ha puesto en riesgo a numerosos endemismos.

Conservación: es necesaria la regulación del uso del agua y las descargas urbanas e industriales. Faltan inventarios biológicos, monitoreos del estado actual de la biodiversidad y especies introducidas, estudios fisicoquímicos y sus tendencias, estudios de los sistemas subterráneos y dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del ambiente. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad), considerar el agua como recurso estratégico. Existen problemas de salud y de disponibilidad de agua.

Grupos e Instituciones: Universidad Autónoma de Chihuahua; Bioconservación A.C.; Universidad Autónoma de Cd. Juárez; Universidad Autónoma de Nuevo León.

42. RÍO BRAVO INTERNACIONAL

Estado(s): Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila
y Chihuahua

Extensión: 2 932.62 km²

Polígono: Latitud 31°49'48" - 25°47'24" N
Longitud 106°31'48" - 97°03'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas La Amistad, Falcón, Marte R. Gómez, Anzalduas, el Culebrón

Lóticos: río Bravo



Limnología básica: aguas subterráneas salitrosas

Geología/Edafología: corren a lo largo del río las sierras La Amargosa, El Pino, la Quemada, El Mulato. Tipos de suelo Xerosol, Rigosol, Litosol y Fluvisol.

Características varias: climas muy seco semicálido, muy seco templado, semisecho semicálido y semicálido subhúmedo con lluvias de verano. Temperatura media anual de 16-24°C. Precipitación total anual 100-700 mm. Zona sujeta a nortes y lluvias ciclónicas estacionales. Temperaturas extremas: 38°C vs. 40 cm de nieve.

Principales poblados: Cd. Juárez, Acuña del Río, Piedras Negras, Cd. Camargo, Nuevo Laredo, Reynosa, Matamoros, Nueva Ciudad Guerrero

Actividad económica principal: pesca deportiva y comercial, industria maquiladora, turismo, comercio, agricultura y ganadería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorrales xerófilo, submontano, rosetófilo, mezquital, pastizales, vegetación riparia, vegetación halófila, pastizal halófilo de zacahuistle, pastizales inducido y cultivado. Diversidad de hábitats: reservorios, humedales, isletas, pozas, rápidos, lodazales, arenales y cascadas. Vegetación acuática: *Najas* sp., *Potamogeton* sp. Fauna característica: de crustáceos como el langostino *Macrobrachium acanthurus*, el langostino pequeño *Palaemonetes kadiakensis*, el acocil *Procambarus simulans regiomentanus*; de moluscos las almejas *Anodonta* sp., *Lampsilis* sp., *Quadrula* sp., *Unio* sp.; de peces *Achirus lineatus*, *Agonostomus monticola*, *Albula vulpes*, *Ameiurus melas*, *Anchoa mitchilli*, *A. lyolepis*, *A. hepsetus*, *Anguilla rostrata*, *Aplodinotus grunniens*, *Archosargus probatocephalus*, *Arius felis*, *Astyanax mexicanus*, *Atractosteus spatula*, *Bagre marinus*, *Bairdiella chrysura*, *B. ronchus*, *Brevoortia gunteri*, *Camptostoma anomalum*, *C. ornatum*, *Caranx hippos*, *Catostomus plebeius*, *Centropomus parallelus*, *C. undecimalis*, *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Citharichthys macrops*, *C. spilopterus*, *Cynoscion arenarius*, *Cyprinella lutrensis*, *Cyprinodon eximius*, *C. variegatus*, *Dasyatis sabina*, *Dionda diaboli*, *D. episcopa*, *D. melanops*, *Diplectrum bivittatum*, *D. formosum*, *Dormitator maculatus*, *Dorosoma petenense*, *D. cepedianum*, *Elops saurus*, *Etheostoma grahami*, *E. australe*, *Eucinostomus argenteus*, *Evorthodus lyricus*, *Fundulus grandis*, *Gambusia affinis*, *G. senilis*, *G. speciosa*, *Gerres rhombeus*, *Gobiomorus dormitor*, *Gobionellus oceanicus*, *Ictalurus punctatus*, *I. furcatus*, *I. lupus* spp, *Ictiobus bubalus*, *I. niger*, *Lepisosteus osseus*, *Lepomis cyanellus*, *L. gulosus*, *L. macrochirus*, *L. megalotis*, *Lucania parva*, *Macrhybopsis aestivalis*, *Membras martinica*, *Menidia beryllina*, *Micropogonias undulatus*, *Micropterus salmoides*, *Morone chrysops*, *Moxostoma austrinum*, *M. congestum*, *Mugil cephalus*, *M. curema*, *Notropis amabilis*, *N. buchanani*, *N. stramineus*, *Oncorhynchus clarkii virginialis*, *Pomadoury crocro*, *Percina macrolepis*, *Pimephales vigilax*, *P. promelas*, *Poecilia formosa*, *P. mexicana*, *P. latipinna*, *Pogonias chromis*, *Polydactylus octonemus*, *Pyloodictis olivaris*, *Rhinichthys cataractae* y *Strongylura marina*; de aves *Aythya americana*, *A. valisineria*, *Anser albifrons*, *Chen caerulescens*, *Dendrocygna autumnalis*, *Egretta rufescens*, *Grus canadensis*, *Limosa fedoa*, *Numenius phaeopus*, *Pluvialis squamata*, *Tringa flavipes*, *T. melanoleuca*. Endemismos de plantas *Atriplex matamorenensis*, *Clappia suaedaefolia*, *Manihot walkerae*; del crustáceo *Palaemonetes kadiakensis*; de peces *Cyprinella proserpina*, *C. panarcs*, *C. rutila*, *Cyprinodon macrolepis*, *C. pachycephalus*, *Gambusia senilis*, *Gila modesta*, *G. pulchra*, *Hybognathus amarus*, *Etheostoma australe*, *E. pottsi*, *Etheostoma* sp., *Notropis braytoni*, *N. chihuahua*, *N. jemezianus*, *N. panarcs*, *N. proserpinus*, *N. rutilus*, *N. saladonis*, *Notropis* sp., *Xiphophorus couchianus*. Además, de las especies anteriores que se encuentran amenazadas por desecación, contaminación y alteración de la calidad del agua se menciona también a las plantas *Dyssodia tephroleuca*, *Echinocereus reinchenbachii* var. *fitchii* y *Manfreda longiflora*; los peces *Cycleptus elongatus*, *Notropis orca*, *N. simus*, *Platygobio gracilis* y *Scaphirhynchus platyrhynchus* (probablemente extinta); los reptiles *Apalone spinifera*, *Siren lacertina* y *S. intermedia*; las aves *Charadrius melodus*, *Falco columbarius*, *F. peregrinus* y el mamífero *Castor canadensis*.

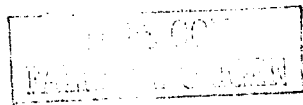
Aspectos económicos: pesca deportiva y comercial. Actividad industrial (maquiladoras), agropecuaria y turística. Recursos petroquímicos e hidráulicos.

Problemática:

- Modificación del entorno: desecación y ensalitramiento. Asentamientos urbanos, actividades agropecuarias y apertura de caminos. Construcción de presas, alteración de la vegetación (causas multifactoriales).

- Contaminación: altos niveles de contaminación industrial (metales pesados), urbana (materia orgánica) y agropecuaria (de todo tipo).

- Uso de recursos: abastecimiento de agua y riego. Especies nativas e introducidas para pesca comercial y deportiva como los bagres *Bagre marinus*, *Ictalurus furcatus*, las carpas *Cariodes carpio*, *Cyprinus carpio*, las mojarras *Gerres rhombeus*, *Lepomis cyanellus*, *L. macrochirus*, *L. megalotis*, los catanes *Lepisosteus oculatus*, *L. osseus*, *Atractosteus spatula*, el plateadito *Menidia beryllina*, la lobina negra *Micropterus salmoides*, la lobina blanca *Morone chrysops*, la lobina rallada *Morone saxatilis*, la tilapia *Oreochromis aureus*, la robaleta *Pomoxis annularis*, el acocil rojo *Procambarus clarkii*, la almejita china, la sardina de quilla y vegetación acuática introducida de *Hydrilla verticillata* y el pasto *Zosterella dubia*. Pesca ilegal, violación de



vedas y tallas mínimas, trampas no selectivas.

Conservación: es necesaria la regulación del uso del agua y las descargas urbanas e industriales así como del establecimiento de plantas de tratamiento de agua. Faltan inventarios biológicos, monitoreos del estado actual de la biodiversidad y especies introducidas, estudios fisicoquímicos y sus tendencias, estudios de los sistemas subterráneos y dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del ambiente. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad), considerar el agua como recurso estratégico (hay escasez) y como áreas de refugio para especies migratorias. Existen problemas de salud y de disponibilidad de agua. Comprende parte del Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Norte; Universidad Autónoma de Nuevo León; Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Hidrogeofísica; Instituto Tecnológico y de Alimentos de Tamaulipas; Bioconservación A.C.

43. RÍO BRAVO - PIEDRAS NEGRAS

Estado(s)	Coahuila	
Polígono:	Latitud	29°18'36" - 28°12'36" N
	Longitud	101°48'36" - 100°34'48" W

Extensión: 8 244.4 km²

Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: ríos San Antonio y San Rodrigo, manantiales, arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: al este del lomerío de Coyotes. Tipo de suelo Xerosol, Rendzina y Castañozem.

Características varias: clima seco muy cálido y semiseco muy cálido con lluvias en verano. Temperatura media anual 20-22°C. Precipitación total anual de 400-600 mm.

Principales poblados: Piedras Negras, Allende, Villa Unión

Actividad económica principal: agropecuaria y pesquera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral submontano, vegetación halófila, pastizal cultivado e inducido. Ictiofauna característica: *Astyanax mexicanus*, *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Cyprinella lutrensis*, *Dionda diaboli*, *Etheostoma grahami*, *Gambusia speciosa*, *Lepomis macrochirus*, *L. megalotis*, *Lepisosteus osseus*, *L. oculatus*, *Moxostoma congestum*, *Notropis amabilis*, *N. braytoni*, *N. stramineus* y *Percina macrolepida*. Endemismo de peces *Cyprinella proserpina* y *Notropis jemezianus*. Todas estas especies son indicadoras de aguas claras y están amenazadas por enturbiamiento y azolve.

Aspectos económicos: actividad pecuaria y agricultura de riego.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación y modificación de la vegetación por sobrepastoreo.
- Contaminación: ninguna
- Uso de recursos: pesca ilegal, agricultura de riego y ganadería. Pesca comercial y deportiva de la lobina negra *Micropterus salmoides*.

Conservación: es necesaria la regulación del uso del agua. Faltan inventarios biológicos, monitoreos del estado actual de la biodiversidad y especies introducidas, estudios fisicoquímicos y sus tendencias, estudios de los sistemas subterráneos y dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del ambiente. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad), considerar el agua como recurso estratégico (hay escasez) y como áreas de paso para especies migratorias.

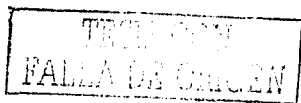
Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Nuevo León; Profauna.

44. EL GUAJE

Estado(s): Chihuahua y Coahuila

Extensión: 14 192.56 km²

Polígono:	Latitud	28°51'36" - 27°13'48" N
	Longitud	104°36'00" - 102°45'00" W



Recursos hídricos principales

lénticos: lagos el Guaje y Jaco, lagos salinos, presas, bordos ganaderos y agrícolas

lóticos: ríos, arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: situada en el llano El Guaje entre las sierras La Concordia, El Caballo, El Pino, La Máquina, Seca, Agua de Mayo y lomeríos (1300 msnm). Suelos tipo Yermosol, Regosol, Zolonchak y Litosol.

Características varias: clima muy seco semicálido y semiseco templado con lluvias en verano. Temperatura media anual de 16-22°C. Precipitación total anual de 100-400 mm y evaporación de 2 500 mm.

Principales poblados: Sta. Elena, Zenzontle, El Caballo

Actividad económica principal: ganadería, producción de sal y cera, extracción de candelilla

Indicadores de calidad de agua: se encuentra relativamente bien conservada

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación halófila, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y mezquital. Vegetación característica de *Larrea tridentata*, *Pleuraphis mutica* y *Prosopis glandulosa*. La mayoría de los organismos no han sido estudiados. Reptiles y mamíferos en riesgo.

Aspectos económicos: actividad minera (explotación de salinas), extracción de candelilla y ganadería.

Problemática:

- Modificación del entorno: sobrepastoreo, erosión, escasa recarga de acuíferos, sobreexplotación del manto freático. Uso de suelos para ganadería, extracción de sal y minería no metálica.

- Contaminación: por aguas residuales industriales y domésticas.

- Uso de recursos: peces en riesgo. Especies de tilapia y ganado bovino introducidos; extracción de candelilla.

Conservación: la zona no se ha estudiado bien, pero es evidente la sobreexplotación de mantos freáticos y la contaminación por aguas residuales. Falta un inventario biológico y conocimiento de la limnología; monitoreo y estado actual de grupos biológicos conocidos; estudio de las aguas subterráneas; dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del entorno. Se recomienda incluir a los organismos en los monitores de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad) y regular los límites máximos de extracción, considerar el agua como recurso estratégico (hay escasez) y como áreas de refugio para especies migratorias. Conservación de suelos y de acuíferos, manejo de microcuencas.

Grupos e instituciones: Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa; Universidad Juárez Autónoma de Durango; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Saltillo; Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo.; Bioconservación A.C.

45. LA INDIA

Estado(s)	Chihuahua, Coahuila y Durango	Extensión: 13 479.5 km ²
Polígono:	Latitud 27°22'48" - 25°34'48" N Longitud 105°10'48" - 103°40'48" W	

Recursos hídricos principales

lénticos: lago salino Palomas, presas, bordos ganaderos y agrícolas

lóticos: río La India y arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: localizado en el Valle la Palangana. Suelos tipo Yermosol, Regosol, Litosol y Xerosol.

Características varias: clima muy seco semicálido y semiseco templado con lluvias en verano. Temperatura media anual de 18-22°C. Precipitación total anual de 200-400 mm y evaporación de 2 500 mm.

Principales poblados: Ceballos, Dgo., Carrillo, Chih.

Actividad económica principal: ganadería, producción de sal y cera, extracción de candelilla, agricultura de riego y temporal

Indicadores de calidad de agua: 50% alterada

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación halófila, vegetación de desierto arenoso, pastizal natural, matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo y mezquital. Vegetación característica de *Agave asperima*, *Atriplex acanthocarpa*, *Hilaria mutica*, *Larrea tridentata*, *Opuntia rastrera*, *Pleuraphis mutica*, *Prosopis glandulosa*, *Malvella leprosa*, *Sporolobus spiciformis*. La mayoría de los organismos no han sido estudiados. Peces, reptiles, aves y mamíferos endémicos en riesgo como el pez *Cyprinodon* sp., las víboras *Crotalus atrox*, *C. scutulatus*, *C. lepidus*, *C. molossus*, *C. viridis*, la tortuga del bolsón *Gopherus flavomarginatus*, las lagartijas *Uma parapygus* y *U. exsul*, el águila real *Aquila chrysaetos*, el aguililla cola



roja *Buteo jamaicensis*, el halcón pálido *Falco mexicanus*, el aguililla rojinegra *Parabuteo unicinctus*, el linco *Lynx rufus*, el venado bura *Odocoileus hemionus*, el puma *Puma concolor* y la zorra norteña *Vulpes macrotis*.

Aspectos económicos: actividad minera (explotación de salinas, dolomita, zinc, cobre y plata) agricultura de riego y temporal y ganadería.

Problemática:

- Modificación del entorno: pérdida de hábitat por desmonte, sobrepastoreo, erosión, escasa recarga de acuíferos, sobreexplotación del manto freático, minas de sal con alto impacto en el medio.

- Contaminación: por aguas residuales industriales y domésticas.

- Uso de recursos: peces en riesgo. Especies de tilapia y ganado bovino introducidos, extracción de candelilla, agricultura de riego y temporal. Extracción de sal y minería no metálica. Cacería ilegal del venado bura.

Conservación: la zona no se ha estudiado bien, pero es evidente la sobreexplotación de mantos freáticos y la contaminación por aguas residuales. Falta un inventario biológico y conocimiento de la limnología; monitoreo y estado actual de grupos biológicos conocidos; estudio de las aguas subterráneas; dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del entorno. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad) y regular los límites máximos de extracción, considerar el agua como recurso estratégico (hay escasez) y como áreas de refugio y alimentación de especies migratorias. Conservación de suelos y de acuíferos, manejo de microcuencas. Comprende parte de la Reserva de la Biosfera Mapimí.

Grupos e instituciones: Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa; Universidad Juárez Autónoma de Durango; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Saltillo; Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango; Bioconservación A.C.

46. EL REY

Estado(s) Coahuila

Extensión: 12 030.68 km²

Polígono: Latitud 27°36'36" - 26°00'36" N
Longitud 103°46'48" - 102°36'00" W

Recursos hídricos principales

Iénticos: lagunas el Rey, la Leche y el Coyote, lagos salinos, presas, bordos ganaderos y agrícolas

Ióticos: arroyos y ríos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: Sierras Mojada, El Rey, San Francisco y Iomeríos. Suelos tipo Yermosol, Regosol, Litosol y Xerosol.

Características varias: clima seco muy cálido, muy seco semicálido, seco templado, semiseco semifrío con lluvias en verano. Temperatura media anual de 18-22 °C. Precipitación total anual de 200-400 mm y evaporación de 2 500 mm.

Principales poblados: La Esmeralda, Laguna el Rey, Avante

Actividad económica principal: ganadería, producción de sal y cera, extracción de candelilla

Indicadores de calidad de agua: muy alterada en la laguna el Rey

Biodiversidad: vegetación de desiertos arenosos y halófila, mezquital, matorrales submontano, desértico rosetófilo y micrófilo. Vegetación característica de *Larrea tridentata*, *Pleuraphis mutica*, *Prosopis glandulosa*, resistentes a la salinidad. La mayoría de los organismos no han sido estudiados. Reptiles, aves y mamíferos endémicos en riesgo como las víboras *Crotalus atrox*, *C. scutalatus*, *C. lepidus*, *C. molossus*, *C. viridis*, las lagartijas *Uma paraphygas* y *U. exsul*, el águila real *Aquila chrysaetos*, el halcón pálido *Falco mexicanus*, el linco *Lynx rufus*, el venado bura *Odocoileus hemionus*, el puma *Puma concolor* y la zorra norteña *Vulpes macrotis*.

Aspectos económicos: actividad minera (explotación de salinas) y ganadera.

Problemática:

- Modificación del entorno: sobrepastoreo, erosión, escasa recarga de acuíferos, sobreexplotación del manto freático, minas de sal con alto impacto en el medio.

- Contaminación: por aguas residuales industriales y domésticas.

- Uso de recursos: peces en riesgo, especies de tilapia y ganado bovino introducidos. Extracción de candelilla y sal.

Conservación: la zona no se ha estudiado bien, pero es evidente la sobreexplotación de mantos freáticos y la contaminación por aguas residuales. Falta un inventario biológico y conocimiento de la limnología;



monitoreo y estado actual de grupos biológicos conocidos; estudio de las aguas subterráneas; dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del entorno. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad) y regular los límites máximos de extracción, considerar el agua como recurso estratégico (hay escasez) y como áreas de refugio para especies migratorias. Conservación de suelos y de acuíferos, manejo de microcuencas.

Grupos e Instituciones: Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa; Universidad Juárez Autónoma de Durango; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Saltillo; Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango; Bioconservación A.C.

47. SIERRA DE SANTA ROSA

Estado(s): Coahuila
Polígono: Latitud
Longitud

28°17'24" - 27°48'36" N
102°27'00" - 101°51'00" W

Extensión: 2 066.2 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: bordos, presas

lóticos: ríos La Babia y Sabinas, arroyos, manantiales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: comprende la sierra de Santa Rosa. Suelos tipo Litosol, Xerosol y Rendzina

Características varias: clima semiseco semicálido y semiseco semifrío con lluvias en verano. Temperatura media anual 16-22 °C. Precipitación total anual 500-700 mm.

Principales poblados: Melchor Múzquiz, Minas de Barroterán, Nueva Rosita, Sabinas

Actividad económica principal: forestal y ganadera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino y encino, matorral desértico rosetófilo, matorral con izotes, matorral submontano, chaparral, pastizal. Fauna característica: de peces *Aplodinotus grunniens*, *Cyathlasoma cyanoguttatum*, *Cyprinella lutrensis*, *Cyprinodon variegatus*, *Dionda diaboli*, *D. melanops*, *Etheostoma grahami*, *Gambusia affinis*, *G. speciosa*, *Ictalurus lupus*, *Ictiobus bubalus*, *Lepomis gulosus*, *L. macrochirus*, *L. megalotis*, *Moxostoma congestum*, *Notropis amabilis*, *N. buchani*, *N. stramineus*, *Pylodictis olivaris*. Endemismo de peces *Notropis jemezanus*, *N. saladonis*, *Prietella phreatophila*, las cuales se encuentran amenazadas por desecamiento; de aves colibrí corona-violeta *Amazilia violiceps*, *Aquila chrysaetos*, *Catharus occidentalis*, *Dendroica chrysoparia*, *Ergaticus ruber*, *Melanotis caerulescens*, *Ridgwayia pinicola*, *Spizella wortheni*, *Toxostoma ocellatum*, *Turdus rufopalliatus*. Especies amenazadas: *Dendroica chrysoparia*, *Vireo atricapillus*.

Aspectos económicos: silvicultura y ganadería

Problemática:

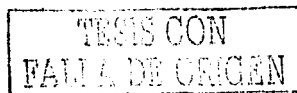
- Modificación del entorno: sobreexplotación del agua superficial y subterránea, construcción de canales; deforestación y sobrepastoreo.

- Contaminación: por aguas residuales domésticas y agrícolas, desechos sólidos urbanos.

- Uso de recursos: pesca de especies nativas e introducidas como la carpa *Cyprinus carpio*, la sardina molleja *Dorosoma cepedianum*, el bagre *Ictalurus punctatus*, el plateadito *Menidia beryllina*, la lobina negra *Micropeterus salmoides*, la tilapia *Oreochromis aureus* y el acocil rojo *Procambarus clarkii*. Caza furtiva. Abastecimiento de agua a zonas urbanas y agrícolas.

Conservación: debe regularse el uso del agua y evitarse la deforestación. Falta un inventario biológico; monitoreo y estado actual de grupos biológicos conocidos; estudio de las aguas subterráneas; dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del entorno; estudios fisicoquímicos. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad), considerar el agua como recurso estratégico.

Grupos e Instituciones: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Saltillo; Profauna; Universidad Autónoma de Nuevo León.



48. CUATRO CIÉNEGAS

Estado(s): Coahuila

Polígono: Latitud

Longitud

27°11'24" - 26°42'36" N

102°48'00" - 101°54'36" W

Extensión: 3 632.6 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: pozos artesianos, ciénegas, lagos-playa, pozas y lagos terminales, lagos Los Fresnos, Santa Tecla, Churince o Grande, San Marcos, La Escobeda, El Tío Cándido, Salada, Orozco, Anteojo, Ferriño, Tío Quintero, Chiqueros, Garabatal, San Pablo, Juan Santos, Los Hundidos, El Mojarral y otras (más de 200 pozas)

lóticos: ríos Cañón, Garabatal, Puente Chiquito, Salado de Los Nadadores, Polilla, Churince o Pasos Bonitos, Positos, Mezquites, Puente Colorado; manantiales El Mojarral Este, Oeste y de En medio; arroyos de tormentas; canales de Julio, de Anteojo, de Orozco, de Nuevo, de la Angostura, de La Polilla, de Pozos, de la Bocerra de Ferriño, de Saca del Fuente, de Escobeda y un complejo sistema de aguas subterráneas

Limnología básica: localizada en el fondo de una cuenca endorréica de intermontaña con más de 700 pozas con características limnológicas variadas. La profundidad de los depósitos varía entre menos de un metro hasta 5 m con un diámetro entre 10-20 m hasta 200 m. La luz solar penetra hasta el fondo, salvo en algunas orillas. Algunos manantiales son termales. La similitud en la calidad del agua sugiere una fuente de agua común o una red subterránea de conductos en donde el agua freática se mezcla antes de salir por los manantiales. El sustrato de los reservorios es homogéneo, compuesto de pedazos de travertino y restos de conchas de coracales; y la capa de sedimentos varía entre menos de un centímetro hasta más de medio metro de profundidad. El sedimento es copropel o de tipo orgánico, constituido por restos de vegetales y animales. Las aguas son duras y contienen gran cantidad de sales de calcio y magnesio; la elevada dureza de las aguas se incrementa a partir de los manantiales (1 100-1 300 mg/l) hasta los ríos (1 500-1 700 mg/L). Los cationes dominantes, en orden de abundancia descendente son calcio, magnesio, sodio y potasio; mientras que los aniones son fuertemente dominados por los sulfatos, carbonatos y cloruros. Presentan una composición química similar, con frecuente saturación o sobresaturación de oxígeno disuelto (hasta 150%) y elevada productividad de plantas acuáticas vasculares (macrofitas). El pH varía desde la neutralidad (7.0-7.2) en los manantiales hasta lo muy básico (8.0-9.7) en lagos terminales en fase de desecación.

Geología/Edafología: topografía accidentada con cañones profundos y extensas planicies, formada por rocas calizas, entre las sierras Menchaca, la Fragua, la Madera, Cristo y San Marcos. Suelos de tipo Regosol, Litosol, Xerosol y Zolonchak.

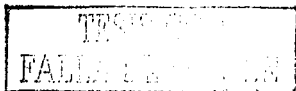
Características varias: climas muy seco semicálido con lluvias escasas todo el año, seco muy cálido, seco templado y semiseco templado, con lluvias en verano y algunas en invierno. Temperatura media anual 16-22°C. Precipitación total anual hasta 400 mm. Elevación 740-3 000 m.

Principales poblados: Cuatro Ciénegas, Candelillas, Villa Frontera, Monclova

Actividad económica principal: yeseras y salineras, turismo, ganadería y acuicultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación halófila, acuática y semiacuática, pastizal, matorral subierme, matorral submontano, chaparral, bosques de pino y roble. La gran diversidad del hábitat, la estabilidad ambiental y el aislamiento geográfico han provocado que la fauna acuática haya desarrollado una radiación adaptativa explosiva y una especiación, resultando en un elevado endemismo. La asociación de *Gypsophilla* spp con especies halófilas han dado lugar a una comunidad vegetal única. Vegetación acuática: nenúfares *Nymphaea ampla*; tularos e juncuales *Juncus torreyi*, *Phragmites australis*, *Scirpus americanus*, *Schoenoplectus maritimus paludosus*, *Typha domingensis*; pastos acuáticos *Ruppia maritima*, *Spartina spartinae*; romerito *Distichlis spicata*. Más de 30 especies endémicas de plantas, todas amenazadas: *Abutilon pinkavae*, *Agave scabra maderensis* *Ancistrocactus brevihamatus*, *Coryphanta* sp., *C. achinus*, *Dyssodia gypsophila*, *Erigeron cuatrociénegensis*, *Euphorbia pinkavana*, *Haploesther robusta*, *Justicia coahuilana*, *Machaeranthera gypsophila*, *M. restiformis*, *Mimosa unipinnata*, *Penstemon henricksonii*, *Phacelia marsh-johnstonii*, *Poliomntha maderensis*, *Sabatia tuberculata*, *Satureja maderensis*, *Sedum nanifolium diminutum* y *Selinocarpus undulatus*. Fauna característica: de moluscos con 5 géneros y 9 especies endémicas, como *Assiminea* sp., *Coahuilix hubbsi*, *C. landyei*, *Cochliopina milleri*, *Drepanotrema* sp., *Durangonella coahuila*, *Ferrisia* sp., *Lymnaea* sp., *Mexipyrgus churinceanus*, *Mexistiobia manantiali*, *Mexithauma quadripaludium*, *Nymphophilus minckleyi*, *N. acarinatus*, *Orygoceras* sp., *Paludiscala caramba*; de crustáceos *Palaemonetes paludosus* y *Procambarus (Pennides) suttkusi*; de anostracos *Artemia* sp. y *Streptocephalus* sp., del copépodo *Cletocampus albuquerquensis*, del ostrácodo *Chlamydotheca* sp., de isópodos *Mexistenasellus coahuila*, *Speocicrolana therydryonis*, *Sphaerolana affinis*, *S. interstitialis*, de anfípodos *Hyalella* sp., *Mexiweckelia coleii* y *Paramexiweckelia particeps*; de peces, la mayoría endémicas y todas amenazadas,



como *Astyanax mexicanus*, *Cichlasoma cyanoguttatum*, *C. minckleyi*, *Cyprinodon atrorus*, *C. bifasciatus*, *Dionda episcopa*, *Etheostoma lugoi*, *Gambusia marshi*, *G. longispinis*, *Ictalurus lupus*, *Lepomis megalotis*, *Lucania interioris*, *Notropis xanthicaria*, *Poecilia mexicana*, *Pylodictis olivaris*, *Xiphophorus gordonii*; de reptiles y anfibios como las culebras de agua *Nerodia erythrogaster* y *N. rhombifer*, la rana *Rana pipiens*, las tortugas *Apalone spinifer*, *Pseudemys scripta*, *Terrapene coahuila*, la lagartija *Scincella lateralis*, la culebra *Thamnophis hammondi*, *Cnemidophorus scalaris pallidus*, *Gerrhonotus lugoi*, *Hylactophyne augusti fuscofemora*; de aves como el pato cucharón *Anas clypeata*, el pato de charreteras *A. platyrhynchos*, la alondra acuática *Anthus spinoletta pacificus*, la garza morena *Ardea herodias*, *Callipepla squamata*, los pescadores *Chloroceryle americana* y *Megaceryle alcyon*, *Gallinago gallinago*, la gallareta *Fulica americana*, los zorzales *Melospiza* spp., el zambullidor pico pinto *Podilymbus podiceps*, los chimbitos *Spizella* spp., y *Zenaida macroura*; de mamíferos como el coyote *Canis latrans*, el tlacuache común *Didelphis marsupialis*, *Lepus californicus*, el coati *Nasua narica nelsoni*, el venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, el mapache *Procyon lotor*, el puma *Puma concolor*, *Sciurus* sp., los conejos *Sylvilagus audubonii* y *S. floridanus* y el oso *Ursus americanus*.

Aspectos económicos: acuicultura, ganadería, agricultura, industria minera (dunas de yeso) y turismo. Algunos ejidos fabrican cera. Recursos estratégicos de gas y petróleo

Problemática:

- Modificación del entorno: algunas pozas han sido destruidas; hay desecación, deforestación y modificación de los cuerpos de agua para uso turístico y construcción de canales para riego y caminos. Sobrepastoreo por caballos y cabras principalmente y quema de pastos para ganadería.

- Contaminación: por la industria minera y actividad humana.

- Uso de recursos: peces, moluscos, crustáceos y reptiles en riesgo. Acuicultura de especies comerciales de bagre *Ictalurus lupus*, de lobina negra *Micropterus salmoides* y de mojarras *Cichlasoma cyanoguttatum*, *C. minckleyi* y *Lepomis megalotis*. Especies introducidas de lirio acuático *Eichhornia crassipes*, el molusco *Thiara tuberculata*, el acocil rojo *Procambarus clarkii*, los reptiles y anfibios como *Bufo marinus*, la serpiente *Drymarchon corais*, la tortuga *Gopherus berlandieri* y la lagartija *Hemidactylus turcicus*. Extracción de madera, leña, cera y fibras. Existe caza furtiva y pesca ilegal.

Conservación: preocupa la sobreexplotación de recursos hidráulicos, la deforestación (pastoreo y quemas), la desecación y la contaminación. Turismo incontrolado y elevada extracción de yeso y sal amenazan la supervivencia de las especies acuáticas. Hacen falta inventarios biológicos (grupos poco o no estudiados), monitores de los grupos conocidos e introducidos, estudios fisicoquímicos cambiantes del entorno, estudios de las aguas subterráneas y dinámica poblacional de especies sensibles a las alteraciones del hábitat. Se propone establecer límites de almacenamiento de agua en presas y extracción en pozas; incluir a los organismos en los monitores de calidad del agua; considerar al agua como recurso estratégico y refugio para especies migratorias. Conservar endemismos. Es considerada Área de Protección de Flora y Fauna desde 1994 y está considerado por la Convención de Ramsar como un sitio único por sus dunas de yeso y su alto grado de endemismos.

Grupos e Instituciones: Universidad Autónoma de Coahuila; Universidad Nacional Autónoma de México; Profauna; Bioconservación A.C.; Instituto Nacional de Ecología; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Saltillo; Universidad Autónoma de Nuevo León; Universidad de Texas - Austin.

49. VALLE HUNDIDO

Estado(s): Coahuila

Extensión: 7 551.24 km²

Polígono: Latitud 26°47'24" - 25°58'48" N
Longitud 103°02'24" - 101°38'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas, lagos salinos, bordos ganaderos y agrícolas

lóticos: arroyos, ríos

Limnología básica: ND

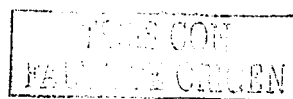
Geología/Edafología: sierras y lomeríos, de topografía muy accidentada por cañones profundos; entre la sierra La Fragua y los valles el Sobaco y Buenavista. Suelos de tipo Regosol, Litosol, Xerosol, Solonetz y Zolonchak.

Características varias: climas muy seco semicálido con lluvias en verano. Temperatura media anual 18-22°C. Precipitación total anual de 100-300 mm; evaporación de 2 500 mm.

Principales poblados: El Venado

Actividad económica principal: ganadería y producción de sal

Indicadores de calidad de agua: se encuentra relativamente bien conservada



Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral subinerme, matorral sarco-crasicaule, matorral desértico micrófilo, vegetación halófila y mezquital. Flora característica de *Hilaria mutica*, *Larrea tridentata*, *Prosopis glandulosa*. La mayoría de los organismos no han sido estudiados. Riqueza de cactáceas, reptiles y mamíferos en riesgo.

Aspectos económicos: actividad minera (explotación de salinas) y ganadería.

Problemática:

- Modificación del entorno: sobrepastoreo, erosión, escasa recarga de acuíferos, sobreexplotación del manto freático.

- Contaminación: por aguas residuales domésticas.

- Uso de recursos: especies de tilapia y ganado bovino introducidos. Caza furtiva y colecta ilegal de cactáceas. Uso de suelos para ganadería y extracción de sal.

Conservación: la zona no se ha estudiado bien, pero es evidente la sobreexplotación de mantos freáticos y la contaminación por aguas residuales. Falta un inventario biológico y conocimiento de la limnología; monitoreo y estado actual de grupos biológicos conocidos; estudio de las aguas subterráneas; dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del entorno. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad) y regular los límites máximos de extracción, considerar el agua como recurso estratégico (hay escasez). Conservación de suelos y de acuíferos, manejo de microcuencas.

Grupos e instituciones: Instituto de Ecología A.C. - Xalapa; Universidad Juárez Autónoma de Durango; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Saltillo; Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Durango; Bioconservación A.C.

50. RÍO SALADO DE LOS NADADORES

Estado(s): Coahuila

Extensión: 9 541.83 km²

Polígono: Latitud 27°36'36" - 26°22'12" N
Longitud 102°00'00" - 100°51'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lago Salinillas, presa Don Martín o Venustiano Carranza

lóticos: ríos Salado de los Nadadores, Candela, Sabinas y Monclova, arroyos Aura, Seco y Pájaros Azules, manantiales

Limnología básica: Presa Don Martín: superficie del embalse 19 800 ha; la presa ha sido impactada por problemas de ensaltramiento, reducción del agua circulante y la introducción de especies exóticas.

Geología/Edafología: entre las sierras La Rata, Pájaros Azules y Hermanas al sur y oeste. Suelos de tipo Regosol, Litosol, Xerosol, Rendzina y Vertisol.

Características varias: clima seco muy cálido con lluvias en verano. Temperatura media anual 20-24°C. Precipitación total anual 300-500 mm.

Principales poblados: Sabinas, Monclova, Villa Juárez

Actividad económica principal: agrícola y minera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral subinerme, matorral submontano, matorral sarco-crasicaule, matorral espinoso, chaparral, mezquital, pastizal inducido y halófilo. Ictiofauna característica: *Aplodinotus grunniens*, *Astyanax mexicanus*, *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Cyprinella rutila*, *C. eximius*, *C. variegatus*, *Dionda diaboli*, *D. episcopa*, *D. melanops*, *Etheostoma grahami*, *Gambusia affinis*, *G. marshi*, *Ictalurus punctatus*, *Lepisosteus osseus*, *Lepomis gulosus*, *L. cyanellus*, *L. macrochirus*, *L. megalotis*, *Lucania parva*, *Macrhybopsis aestivalis*, *Membras martinica*, *Moxostoma congestum*, *Notropis amabilis*, *N. braytoni*, *N. buchanani*, *N. stramineus*, *Percina macrolepidia*, *Pimephales promelas*, *P. vigilax*, *Poecilia latipinna*, *P. mexicana*, *Prietella phreatophila*, *Pylodictis olivaris*. Endemismo de peces *Cyprinella proserpina*, *Cyprinella* sp., *C. xanthicara*, *Cyprinodon alvarezii*, *Notropis jemezianus*, *N. saladonis* y del crustáceo *Procambarus (Pennides) suttkusi*, todos amenazados por desecación (bajo nivel de agua) y escurrimientos agrícolas.

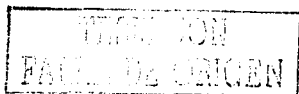
Aspectos económicos: actividad pesquera y agropecuaria. Recursos de gas y carbón.

Problemática:

- Modificación del entorno: sobreexplotación de recursos hídricos.

- Contaminación: por descargas de aguas residuales agropecuarias y urbanas, y desechos sólidos urbanos.

- Uso de recursos: especies introducidas de peces como carpas *Carpoides carpio* y *Cyprinus carpio*, sardinas molleja *Dorosoma cepedianum* y maya *D. petenense*, plateadito *Menidia beryllina*, lobina negra



Micropterus salmoides, lobina blanca *Morone chrysops*, tilapia azul *Oreochromis aureus*, robalo blanco *Pomoxis annularis*; los crustáceos *Macrobrachium carcinus* y *Procambarus clarkii* y el lirio acuático *Eichhornia crassipes*. Uso de explosivos.

Conservación: preocupa la sobreexplotación del recurso hídrico y la deforestación. Falta un inventario biológico, monitoreo y estado actual de grupos biológicos conocidos, estudio de las aguas subterráneas, dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del entorno, estudios fisicoquímicos. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad), considerar el agua como recurso estratégico (hay escasez) y como áreas de refugio y alimentación de especies migratorias.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Nuevo León; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Saltillo; Profaua; Bioconservación, A. C.

51. CAMACHO - GRUÑIDORA

Estado(s): Zacatecas, Durango y San Luis Potosí **Extensión:** 16 976.38 km²

Polígono: Latitud 24°52'48" - 23°00'00" N
 Longitud 102°50'24" - 101°16'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas, bordos ganaderos y agrícolas, lagos salinos

lóticos: río de las Nieves o Grande, arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: situado entre las sierras de Guadalupe, de las Corrientes y Sarteneja, en los Llanos de la Gruñidora; suelos tipo Xerosol, Litosol, Rendcina y Castañozem.

Características varias: clima semiseco templado con lluvias en verano. Temperatura media anual 12-18 °C. Precipitación total anual de 300-400 mm; evaporación de 2 500 mm.

Principales poblados: Camacho, Providencia, Río Grande, Nuevo Mercurio

Actividad económica principal: ganadera, minera y forestal

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación halófila, pastizal natural, matorral crasicauale, nopalera, matorral desértico rosetófilo y mezquital. Flora característica: *Hilaria mutica*, *Larrea tridentata*, *Prosopis glandulosa*. Ictiofauna característica: *Campostoma ornatum*, *Catostomus bernardini*, *Etheostoma grahami*, *Notropis nazas*, *Pantosteus plebeius*. La mayoría de los organismos no han sido estudiados. Peces, reptiles y mamíferos en riesgo.

Aspectos económicos: actividad minera (mercurio, plomo, zinc, fierro, plata, cobre, salinas).

Problemática:

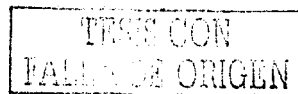
- Modificación del entorno: sobrepastoreo, erosión, escasa recarga de acuíferos, sobreexplotación del manto freático.

- Contaminación: por aguas residuales industriales y domésticas.

- Uso de recursos: Especies de tilapia *Oreochromis aureus*, de pez sol *Lepomis cyanellus* y de mojarra azul *L. macrochirus*. Introducción de ganado bovino.

Conservación: la zona no se ha estudiado bien, pero es evidente la sobreexplotación de mantos freáticos y la contaminación por aguas residuales. Falta un inventario biológico y conocimiento de la limnología; monitoreo y estado actual de grupos biológicos conocidos; estudio de las aguas subterráneas; dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del entorno. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad) y regular los límites máximos de extracción, considerar el agua como recurso estratégico (hay escasez). Conservación de suelos y de acuíferos, manejo de microcuencas.

Grupos e instituciones: Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa; Universidad Juárez Autónoma de Durango; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Saltillo; Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Bermejillo, Dgo.; Bioconservación, A.C.



52. CUMBRES DE MONTERREY

Estado(s): Nuevo León y Coahuila

Extensión: 2 603.06 km²

Polígono: Latitud 25°37'48" - 25°03'36" N
Longitud 100°55'12" - 100°06'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: río Sta. Catarina, manantiales y arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: entre las sierras Las Cuatas y San Antonio. Suelos tipo Litosol, Regosol y Xerosol.

Características varias: climas semiseco templado, templado subhúmedo y húmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 12-18 °C. Precipitación total anual 600-700 mm.

Principales poblados: Monterrey, Garza García, Sta. Catarina

Actividad económica principal: forestal y aprovisionamiento de agua para la Cd. de Monterrey

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral de coníferas, bosques de pino-encino, de pino, de encino, chaparral y pastizal inducido. Flora característica: *Abies* spp., *Abies vejari*, *Agave* sp., *Arbutus* sp., *Cercis canadensis*, *Dasyllirion* sp., *Lippia* sp., *Picea* sp., *Pinus ayacahuite*, *P. cembroides*, *P. greggii*, *P. hartwegii*, *P. pinceana*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, *P. teocote*, *Pseudotsuga flahaultii*, *Quercus fusiformis*, *Q. greggii*, *Q. hipoxantha*, *Q. laeta*, *Q. saltillensis*, *Rhus* sp., *Yuca carerosana*, *Y. filifera*. Fauna característica: de peces *Astyanax mexicanus*, *Campostoma anomalum*, *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Cyprinella lutrensis*, *Etheostoma grahami*, *Gambusia affinis*, *Macrhybopsis aestivalis*, *Notropis amabilis*, *Notropis braytoni*, *N. stramineus*, *Poecilia mexicana*, *Puntius conchonius*, *Xiphophorus couchianus*. Endemismo de peces como *Cyprinella rutila*, *Cyprinodon* spp., *Dionda melanops*, *Moxostoma albidum*; el acocil regiomontano *Procambarus simulans regiomontanus*, indicadores de aguas frescas y abundantes. Todas amenazadas junto con las aves *Accipiter striatus*, *Aquila chrysaetos*, *Circus cyaneus*, *Falco columbarius*, *F. mexicanus*, *F. peregrinus*, *Rhynchopsitta terrii*, *Speotyto cunicularia*, *Spizella wortheni* y los mamíferos *Felis concolor*, *Ursus americanus* por deforestación, urbanización, contaminación y desecación por extracción.

Aspectos económicos: actividad forestal y aprovisionamiento de agua.

Problemática:

- Modificación del entorno: aprovechamiento desmedido de los recursos hídricos, deforestación, desecación, urbanización y construcción de caminos. Explotación forestal y pastoreo.

- Contaminación: alta contaminación urbana, industrial y agropecuaria (agroquímicos).

- Uso de recursos: Especies introducidas de lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia *Tilapia aurea*, espada del sur *Xiphophorus maculatus* y espada de valles *X. variatus*.

Conservación: es necesario un control de descargas industriales, urbanas y agrícolas, la regulación del uso del agua y establecer plantas de tratamiento de agua. Falta un inventario biológico, monitoreo y estado actual de grupos biológicos conocidos; estudio de las aguas subterráneas, dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del entorno y estudios fisicoquímicos. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad) y considerar al agua como un recurso estratégico. Está considerado Parque Nacional Cumbres de Monterrey y la Reserva El Taray.

Grupos e instituciones: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Universidad Autónoma de Nuevo León; Bioconservación A.C.; Universidad de Monterrey; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Saltillo.

53. RÍO SAN JUAN Y RÍO PESQUERÍA

Estado(s): Nuevo León y Tamaulipas

Extensión: 13 724.34 km²

Polígono: Latitud 26°38'24" - 25°26'24" N
Longitud 100°54'00" - 98°56'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Rodrigo Gómez "La Boca" y El Cuchillo

lóticos: ríos San Juan, Pesquería, de la Boca y Álamo, humedales, arroyos Escamilla y La Chueca, aguas subterráneas



Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos de tipo Vertisol, Regosol, Litosol, Castañozem y Feozem.

Características varias: climas semicálido subhúmedo, semiseco muy cálido y semiseco semicálido con lluvias en verano. Temperatura media anual 12-18 °C. Precipitación total anual 400-700 mm.

Principales poblados: Cadereyta de Jiménez, Doctor Coss, Los Herreras, China, Los Ramones, Mier,

Parás

Actividad económica principal: producción de cítricos, ganadería, acuicultura y agricultura de temporal.

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral submontano, mezquital, vegetación de desiertos arenosos y halófila. Vegetación acuática *Alternanthera* sp., *Elacatine* sp., *Eleocharis* sp., *Hydrocotyle* sp., *Myriophyllum* sp., *Najas* sp. y *Potamogeton* sp. Fauna característica de peces *Agonostomus monticola*, *Anchoa mitchilli*, *Angilla rostrata*, *Aplodinotus grunniens*, *Astyanax mexicanus*, *Atractosteus spatula*, *Campostoma anomalum*, *Cichlasoma cyanoguttatum*, *Codoma ornata*, *Cyprinella lutrensis*, *Cyprinodon eximius*, *C. variegatus*, *Dionda diaboli*, *D. episcopa*, *Etheostoma grahami*, *Fundulus grandis*, *Gambusia affinis*, *G. speciosa*, *Gila conspersa*, *Ictalurus lupus*, *I. furcatus*, *I. punctatus*, *Ictiobus bubalus*, *Lepisosteus oculatus*, *L. osseus*, *Lepomis cyanellus*, *L. gulosus*, *L. macrochirus*, *L. megalotis*, *Macrhybopsis aestivalis*, *Membras martinica*, *Moxostoma congestum*, *Notropis amabilis*, *N. braytoni*, *N. buchanani*, *N. stramineus*, *Percina macrolepida*, *Poecilia formosa*, *P. latipinna*, *P. mexicana*, *Pyloodictis olivaris*, *Pimephales vigilax*, *Rhinichthys cataractae*, *Xiphophorus couchianus*. Endemismo de isópodos *Sphaerolana* spp y del crustáceo *Procambarus regiomontanus*; de peces *Cyprinella proserpina*, *C. rutila*, *Dionda melanops*, *Gila modesta*, *Hybognathus amarus*, *Moxostoma albidum*, *Notropis jamezanus*. Todas estas especies amenazadas por pérdida de agua, descargas residuales urbanas e industriales, desforestación y modificación del hábitat. La zona representa un refugio para fauna migratoria; alberga a una comunidad vegetal dominada por *Helietta parvifolia*. Hay puma *Puma concolor* y oso negro *Ursus americanus*.

Aspectos económicos: acuicultura y agricultura; pesca comercial y deportiva en las presas. Hay recursos estratégicos de gas y petróleo.

Problemática:

- Modificación del entorno: construcción de presas y canales.

- Contaminación: alta contaminación por industria, desechos urbanos y actividad agrícola.

- Uso de recursos: acuicultura de especies comerciales de lobina y besugo. Especies introducidas de almejas dulces *Lampsilis* sp. y *Corbicula* sp., acocil rojo *Procambarus clarkii*, carpas dorada *Carassius auratus*, matalote *Carpionodes carpio*, herbívora *Ctenopharyngodon idella*, común *Cyprinus carpio*, mojarrón *Chaenobryttus gulosus*, sardina molleja *D. cepedianum*, sardina maya *Dorosoma petenense*, guayacán común *Gambusia affinis*, bagre *Ictalurus punctatus*, charal escamudo *Membras vagrans*, plateadito *Menidia beryllina*, lobina boca pequeña *Micropterus dolomieu*, lobina negra *M. salmoides*, tilapias *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus*, *Tilapia aurea*, espada del sur *Xiphophorus maculatus*, espada de valles *X. variatus*. Hay violación de vedas y tallas mínimas, uso de explosivos y pesca ilegal. Existen problemas para el control de malezas como la *Hydrilla verticillata*, el lirio acuático *Eichhornia crassipes* y el pasto *Zosterella dubia*.

Conservación: es necesario un control de descargas industriales, urbanas y agrícolas, la regulación del uso del agua y establecer plantas de tratamiento de agua. Falta un inventario biológico; monitoreo y estado actual de grupos biológicos conocidos; estudio de las aguas subterráneas; dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del entorno; estudios fisicoquímicos. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de la calidad del agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad), considerar el agua como un recurso estratégico y como áreas de refugio y alimentación de especies migratorias.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Nuevo León; Tecnológico de Monterrey.

54. VENADO - MOCTEZUMA

Estado(s): San Luis Potosí
Polígono: Latitud 23°25'48" - 22°45'00" N
Longitud 100°49'12" - 100°37'48" W

Extensión: 1 171.9 km²

Recursos hídricos principales

lénticos:

lénticos: manantiales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: situada entre las sierras de Charcas, Moctezuma y Venado. Suelos de tipo Xerosol con alto contenido de yeso o carbonatos.

Características varias: clima seco muy cálido con época de lluvias en verano. Temperaturas media anual 18-20 °C. Precipitación total anual de 300-600 mm.

Principales poblados: Venado y Moctezuma

Actividad económica principal: recursos mineros

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral espinoso, pastizal natural y mezquital. Endemismo del acocil *Procambarus* sp. y del pez *Xenoporphorus captivus exsul*, los cuales viven en zonas poco alteradas y actualmente se encuentran amenazados.

Aspectos económicos: recursos mineros.

Problemática:

- Modificación del entorno: los hábitats acuáticos se han perdido en más de un 90% por desecación, deforestación, sobreexplotación del recurso hídrico.

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: las pocas especies que hay están en riesgo. Especies introducidas de mojarra azul *Lepomis macrochirus*, lobina negra *Micropterus salmoides* y tilapia azul *Oreochromis aureus*.

Conservación: preocupa la desecación de pozos, la sobreexplotación del recurso hídrico y la deforestación. Falta un inventario biológico; monitoreo y estado actual de grupos biológicos conocidos; estudio de las aguas subterráneas; dinámica poblacional de especies sensibles a alteraciones del entorno; estudios fisicoquímicos. Se recomienda incluir a los organismos en los monitoreos de calidad de agua, evaluar los recursos acuáticos en términos de disponibilidad (calidad y cantidad) y considerar el agua como recurso estratégico.

Grupos e instituciones: Centro de Estudio de Zonas Áridas (CREZAS), UACH; Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas, UASLP.

REGIÓN CENTRO

55. LAGOS CRÁTER DE NAYARIT

Estado(s): Nayarit

Extensión: 676.05 km²

Polígono: Latitud 21°36'36" - 21°11'24" N
Longitud 104°45'36" - 104°29'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagos Sta. María, San Pedro y Tepeltitlic

lóticos: manantiales, arroyos

Limnología básica: lagos-cráter alimentados por aguas subterráneas.

Geología/Edafología: situados en la Sierra de San Pedro. Tipos de suelo Regosol, Luvisol y Cambisol.

Características varias: clima semicálido subhúmedo y templado subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 16-26 °C. Precipitación total anual 1 000-1 500 mm.

Principales poblados: Santa María del Oro, San Pedro Lagunitas

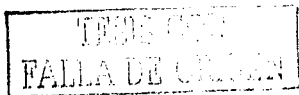
Actividad económica principal: agricultura de temporal, pesca y turismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino, de encino, de pino-encino, selva baja caducifolia, pastizal inducido. Zona bien conservada con lagos-cráter, arroyos y manantiales. Se desconoce el endemismo. Se presume la existencia de especies endémicas y también amenazadas de goodeidos, charales y otras.

Aspectos económicos: pesca deportiva de lobina negra y pesca local de charales. Zona importante para el abastecimiento de agua, acuicultura, agricultura de temporal y turismo.

Problemática: preocupa la introducción de especies exóticas y la sobreextracción de agua. Faltan estudios de las zonas de endemismo, de la limnología y de la biodiversidad total.



- Modificación del entorno: tala y desecación de cuerpos de agua.
- Contaminación: por basura y aguas residuales.
- Uso de recursos: pesca local de charales e introducción de tilapia y lobina negra *Micropterus salmoides* para pesca deportiva; agricultura de temporal.

Conservación: preocupa la falta de conocimientos sobre la flora y fauna acuática, se especula que son zonas de endemismo concentrado y de elevada biodiversidad.

Grupos e instituciones: Universidad de Nayarit; Tecnológicos Pesqueros; Instituto de Geofísica, UNAM.

56. VALLE DE AGUASCALIENTES - RÍO CALVILLO

Estado(s): Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas **Extensión:** 5 046.11 km²
Polígono: Latitud 22°43'48" - 21°32'24" N
 Longitud 102°44'24" - 102°03'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Calles, Jocoqui, Jihuite, Niágara, del Rosario, La Codorniz, La Media Luna, La Dichosa, del Llaverio y El Saucillo, bordos, reservorios, humedales, charcos, manantiales de aguas termales

lóticos: ríos Calvillo, Chicalote, Pabellón, San Francisco, Encarnación, Las Auras, Las Venas, Verde, Lagos, San Juan, Jalostotitlán, San Miguel y Paso Hondo

Limnología básica: aguas subterráneas del acuífero del Valle de Aguascalientes.

Geología/Edafología: rodea a los valles de Aguascalientes y Calvillo, las sierras Fría, del Laurel, de Palomas y una zona de lomeríos y planicies de suaves pendientes. En la mitad norte predominan suelos de zonas áridas Xerosoles; en las montañas del oeste, suelos poco desarrollados Regosoles y Litosoles; en el valle de Aguascalientes, suelos ricos en materia orgánica Vertisoles. Otros tipos de suelo presentes son Luvisol, Planosol, Castañozem, Feozem y Cambisol.

Características varias: clima semiseco semicálido, semiseco semifrío y templado subhúmedo con lluvias en verano y extremoso. Temperatura media anual 16-20°C. Precipitación total anual de 400-700 mm y evaporación de 200 mm.

Principales poblados: Aguascalientes, Jesús María, San Juan de los Lagos, Pabellón de Arteaga, Calvillo (cabecera municipal), Jalostotitlán, Jalpa

Actividad económica principal: agricultura (ajos, chiles, cebolla, frijol), frutales (guayaba, vid), comercio e industria

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: predominan los tulares, matorral subtropical, matorral desértico micrófilo, pastizal inducido, pastizal natural-huizachal, nopalera, chaparal, bosques de encino y de pino. Ictiofauna característica: *Algansea tincella*, *Xenotoca variata*, *Yuriria alta*. Especies endémicas de rotíferos *Brachionus josefinae*, *Keratella mexicana* (ambas especies restringidas a Norteamérica), del cladóceros *Machrothrix mexicana*, del copépodo *Mastigodiptomus montezumae* y del pez *Goodea atripinnis*. Se registra el 10% de las especies de anfibios y reptiles del país. Especies amenazadas: de aves *Anas acuta*, *Aquila chrysaetos*, *Aythya affinis*, *Bubo virginianus*, *Euphilotis neoxenus*, *Parabuteo unicinctus*, *Strix occidentalis*.

Aspectos económicos: Actividad industrial, agrícola, comercial y pesquera. Abastecimiento de agua para uso urbano a partir de acuíferos y para riego de las presas Calles y Jihuite.

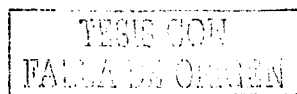
Problemática:

- Modificación del entorno: urbanización creciente, fuerte industrialización y pérdida de suelos, construcción de presas, sobreexplotación de acuíferos.

- Contaminación: la Presa Niágara recibe aguas negras; tiene altas cargas de materia orgánica. Aporte de metales pesados (plomo, mercurio) al acuífero de Aguascalientes. En aguas superficiales (cuerpos de agua) hay descargas importantes de aguas residuales domésticas e industriales.

- Uso de recursos: especies introducidas de venado y de peces como la carpa *Cyprinus carpio*, el charal *Chirostoma jordani*, el bagre de canal *Ictalurus punctatus*, las tilapias *Oreochromis aureus* y *Tilapia aurea*. Especies en riesgo: peces goodéidos y aterínicos

Conservación: la Presa Niágara se encuentra en restauración por eutroficación debido a descargas de materia orgánica. Se requiere control de la contaminación, recuperación del balance hídrico y ahondar en el conocimiento de la biodiversidad. Faltan estudios sobre el aporte de sedimentos, de metales pesados y compuestos orgánicos, así como estudios limnológicos que involucren aspectos físicos, químicos, biológicos, estudios geológicos y dinámicos de los mantos freáticos. Preocupa la sobreexplotación de los mantos freáticos ya que la Cd. de Aguascalientes presenta diversas fracturas geológicas por la extracción inmoderada de éstos. La Sierra Fría es una zona sujeta a conservación ecológica por parte del estado de



Aguascalientes.

Grupos e instituciones: Escuela de Biología, UAA.

57. CABECERA DEL RÍO DE LA LAJA

Estado(s): Guanajuato **Extensión:** 3 476 km²
Polígono: Latitud 21°33'00" - 20°58'12" N
Longitud 101°28'12" - 100°30'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Purísima, Begoña, El Gallinero y La Biznaga, humedales

tóxicos: ríos de la Laja, El Plan y San Juan, arroyos temporales y permanentes

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: zona de sierras y cañadas con mesetas paralelas. Rodeada por las sierras de Guanajuato, del Cubo, de la Media Luna y Gorda. Entre las sierras Gorda y de Guanajuato se extienden las amplias llanuras de Dolores Hidalgo y Allende. Predominan suelos oscuros, ricos en nutrientes y suaves Feozem así como Vertisol y Litosol.

Características varias: Predomina el clima semiseco semifrío y semifrío subhúmedo con lluvias en verano salvo en la sierra de la Media Luna en donde es templado subhúmedo. Temperatura promedio anual 14-18°C. Precipitación total anual 400-800 mm; evaporación 1 000-1 200 mm.

Principales poblados: San Miguel de Allende, Dolores Hidalgo

Actividad económica principal: producción de carbón de encino, agricultura de riego y de temporal, turismo, minería (de beneficio) y cerámica

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de encino, encino-pino, pino, matorral espinoso, nopalera, chaparral, pastizal natural e inducido. Ictiofauna característica de *Algansea tincella*, *Chiostoma aculeatum*, *C. arge*, *C. labarcae*, *Moxostoma austrinum*, *Xenotoca variata*, *Xiphophorus helleri*, *Yuriria alta*. Comunidades de insectos acuáticos, peces, aves acuáticas e hidrófitas en presas. Endemismo de algunas especies de encinos *Quercus* spp; de peces *Allotoca dugesi*, *Chiostoma jordani*, *Goodea atripinnis*, *Notropis calientis*, *Poecilopsis infans*; de anfibios y reptiles *Bufo occidentalis*, *Kinostemon integrum* y *Tamnophis hammondi*. La gobernadora *Larrea tridentata* indicadora de aridez.

Aspectos económicos: actividades forestales, ganaderas, agrícolas, mineras, pesqueras y turísticas.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación; cambio de uso de suelo a agricultura y ganadería; construcción de bordos que causan azolvamiento aunado a la pérdida de suelos; extracción de tierra de hoja de encino.
- Contaminación: en presas por actividades mineras.

Uso de recursos: comercio con especies de *Quercus*. Especies introducidas del crustáceo *Cambarellus* (*Cambarellus montezumae*; de peces como las carpas dorada *Carassius auratus* y común *Cyprinus carpio*, la lobina negra *Micropterus salmoides*, la trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, la tilapia negra *Oreochromis mossambicus*.

Conservación: se recomienda proteger los espacios de agua frecuentados por aves migratorias; cambiar las prácticas de manejo forestal y de suelo para disminuir azolvamientos de cauces de agua; estudiar sistemáticamente la fauna poco conocida del Río de la Laja. Falta conocimiento de la fauna y flora acuáticos, de la susceptibilidad de las especies a la contaminación por actividades mineras y del papel que juega la materia orgánica alóctona.

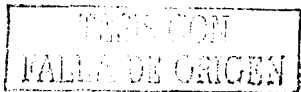
Grupos e instituciones: Instituto de Ecología de Guanajuato, Gobierno de Gto.; Fundación Ecológica de Guanajuato A.C.

58. CHAPALA - CAJITILÁN - SAYULA

Estado(s): Jalisco y Michoacán **Extensión:** 6 150.42 km²
Polígono: Latitud 20°37'12" - 19°34'12" N
Longitud 103°45'36" - 102°28'48" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagos de Chapala, Sayula, Cajitilán, El Molino, San Marcos, Zacoalco, Atoyac, Atotonilco, Zapotitlán, La Magdalena, Camécuaro, presas Guaracha, Poncitlán, Jaripo, Corona y Colesio, Ciénega de



Chapala, humedales, manantiales Los Negritos, La Luz

lóticos: ríos Grande de Santiago, Verde, Jiquilpan, Duero, La Pasión, Huaracha, Lerma y Zula, aguas subterráneas en los valles y en las partes bajas de las cuencas hidrológicas

Limnología básica: área de los lagos: Sayula 4 000 ha. Este lago se encuentra totalmente seco la mayor parte del año por problemas de azolvamiento y balance de agua; San Marcos 3 690 ha. Lago con problemas serios de desecación debidos al azolvamiento y balance de agua; Atotonilco 2 487 ha; Zapolitlán 1 100 ha. Este lago ha perdido tal volumen de agua que ha quedado alguna vez totalmente seco. Recibe las aguas residuales de Cd. Guzmán por lo que sus aguas presentan una alta concentración de materia orgánica y proliferación de malezas acuáticas. Cajititlán: 1 563 ha. Presenta serios problemas de balance de agua, turbidez, alta concentración de materia orgánica, proliferación de malezas acuáticas y una pobre calidad bacteriológica. Chapala: de forma subrectangular elongada, con una superficie de 109 800 ha; con una longitud máxima de 78 a 82 km, una anchura máxima de 20.5 km y una profundidad máxima de 7 m y una media de 4.5 m. El volumen máximo que puede almacenar el lago es de 8 126 Mm³, en un área de 1 150 km². Atenuación de la luz entre 10 y 60 cm; aeración amplia de la columna de agua; contenido de O₂ entre 4 y 9 mg/l.; MO=1.4 a 2 mg/l.; la concentración de fosfatos varía entre 0.35 y 0.40 mg/l, la de sulfatos presenta una distribución relativamente uniforme con variaciones entre 47 y 70 mg/l; la temperatura promedio superficial fluctúa en el año entre 17.8 y 23.8°C y la del fondo entre 17.7 y 23.5°C. Presente dos pequeñas islas en su interior, isla de Alacranes e Isla de Mezcala. Es el lago más grande del país con serios problemas de balance de agua, que ha hecho que su volumen original se haya reducido a menos de la mitad. Los cambios del nivel del lago dependen del río Lerma, del agua de lluvia y la captada por la cuenca que se canaliza al lago a través de los arroyos temporales y manantiales que existen en el interior y en su ribera. Los egresos del agua se originan por la evaporación, la utilización directa de las aguas del lago para uso agropecuario y urbano, y su drenaje natural de excedentes, a través del cauce del río Grande de Santiago. Camécuaro: pequeño lago de aguas cristalinas (ultra-oligotrófico) que empieza a sufrir los efectos de la basura y de las aguas residuales.

Geología/Edafología: la región se encuentra en la provincia fisiográfica de la Faja Volcánica Transmexicana, cinturón montañoso que cruza el centro del país y en donde se encuentran la mayor parte de los lagos naturales de México. Se tienen las siguientes formaciones: la sierra de Tecuán, los lomeríos de La Santa Cruz, de San Nicolás y de San Juan Tecomatlán, la sierra Mezcala, los lomeríos de Ocotlán y Jamay, interrumpiendo estas formaciones se encuentran la Ciénega de Chapala en la región de la Barca, el Valle de Sahuayo, que forma la parte occidental de la Ciénega, las sierras y valles de la ribera sur, comprendiendo las serranías de Tizapán, del Tigre y de Mazamilla y hacia el suroeste la depresión del Sistema de Sayula - San Marcos. Esta provincia posee suelos de tipo residual y transportados, a partir de basaltos del Terciario Superior y de rocas ígneas. Predominan los suelos de tipo Vertisol, Luvisol, Feozem y Litosol en menor proporción y una pequeña fracción de Cambisol.

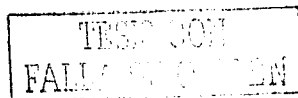
Características varias: El clima en los altos es semiseco cálido. Las partes central y sur del estado gozan de un clima semicálido subhúmedo que en las sierras se torna templado subhúmedo, semifrío subhúmedo y aún frío. Las lluvias se presentan en verano y parte del otoño. Temperatura media anual 6-24 °C. Precipitación total anual de 600-1 200 mm. Altitud 1 500 msnm. Chapala abastece de agua en un 70% a la zona urbana de Guadalajara. El lago de Camécuaro forma parte del Parque Nacional Los Negritos, en una zona geotérmica. Las presas son ambientes artificiales con fines de riego.

Principales poblados: Guadalajara, Chapala, Sahuayo, Jiquilpan, Sayula, Zamora, Atotonilco el Alto, Gómez Farías, Cocula, Cd. Guzmán

Actividad económica principal: agricultura de temporal y humedad (gran parte del suelo destinado a la agricultura como maíz, sorgo, frijol, arroz, cebada, etc.); pesca lacustre (charal, pescado blanco, bagre, carpa, mojarra, rana), avicultura, industria y turismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosque de pino, bosque mesófilo de montaña, selva baja caducifolia, matorral subtropical, matorral desértico micrófilo, vegetación halófila, bosques de pino-encino, de pino, de encino, bosque de galería (ahuehuetes y sauces), pastizal inducido. La vegetación acuática con comunidades de pradera acuática latifolia: *Cyperus*, *Phragmites*, *Scirpus* y *Typha*; pradera acuática micrófila: *Lemna* y *Salvinia*; pradera acuática rosetófila: *Eichhornia*, *Lemna*, *Nymphaea* y *Pistia*; pradera subacuática: *Chara*, *Miriophyllum* y *Potamogeton*. Ictiofauna característica: el género *Chirostoma* se caracteriza por su abundancia, así como las familias Atherinidae (pez blanco y charales), Catostomidae (boquinetes o carpas hociconas), Cyprinidae (carpas nativas, como la acúmara y la popocha), Goodeidae (cheguas y pintollillas) y Petromyzontidae (lampreas); especies como *Algansea tincella*, *Alloophorus robustus*, *Chirostoma aculeatum*, *C. arge*, *C. chapalae*, *C. estor*, *C. humboldtianum*, *C. labarcae*, *C. lucius*, *C. ocotlanae*, *C. promelas*, *C. sphyraena*, *Moxostoma austrinum*, *Skiffia multipunctata*, *Xenotoca variata*, *Xiphophorus helleri*, *Yuriria alta*, *Zoogonecticus quitzeoensis*. Las principales especies de aves acuáticas, las cuales llegan a invernar, son *Anas acuta*, *A. americana*, *A. clypeata*, *A. crecca*, *A. discors*, *Aythya affinis* y *Fulica americana* entre otras.



Endemismos de crustáceos *Procambarus chapalanus*, *P. prolixus* y *Pseudothelphusa* sp.; de peces *Algansea avia*, *A. popoche*, *Chapalichthys encaustus*, *Chirostoma consocium*, *C. jordani*, *Goodea atripinnis*, *G. gracilis*, *Ictalurus dugesi*, *Lampetra gominis*, *L. spadicea*, *Poeciliopsis infans*, *P. presidionis*, *Skiffia bilineata*; de anfibios y reptiles *Rana megapoda*, *R. montezumae*, *R. neovolcanica*; de aves *Atlapetes pileatus*, *A. virenticeps*, *Atthis heloisa*, *Dendrotyx macroura*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Pipilo ocai*. Todas las especies antes mencionadas junto con las aves *Asio stygius*, *Buteo jamaicensis*, *Circus cyaneus*, *Falco mexicanus*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus* y *Myadestes townsendi* se encuentran amenazadas por desecación, contaminación y pérdida del hábitat. Los quironómidos indican alta concentración de materia orgánica, así como los leptocéridos y *Nectopsyche* sp., que además son indicadoras de aguas estancadas.

Aspectos económicos: hay cultivo de tilapia, bagre y carpa; problemas con el lirio acuático *Eichhornia crassipes*. Gran actividad agrícola. En Chapala hay explotación pesquera del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, de pescado blanco *Chirostoma estor*, charales *Chirostoma* spp, carpa común *Cyprinus carpio*, bagres *Ictalurus dugesi*, *I. ochoterenii*, tilapias *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus*. Hay gran actividad agropecuaria en el valle de Zamora y en la Ciénega de Chapala. Existe potencial geotérmico desaprovechado. Gran parte del agua se utiliza para riego y abastecimiento urbano. La industria juega un papel muy importante en la economía de la región.

Problemática:

- Modificación del entorno: las cuencas bajas están muy alteradas por las prácticas agrícolas y los asentamientos humanos, la parte media y alta presentan diversos grados de conservación, siendo éstos mayores a medida que se alejan de los centros urbanos y agrícolas. Los lagos, además de la desecación por extracción, están sumamente degradados por la contaminación y el mal uso del agua. Se encuentra impactado por contaminación de origen doméstico, agrícola e industrial y por asentamientos humanos. El agua proveniente del río Lerma es de volumen variable y de mala calidad; el río Duero pierde calidad al pasar por la ciénega. Desecación, pérdida de suelos y crecimiento urbano en la periferia. Deforestación, construcción de presas y canales de riego. Proliferación de malezas acuáticas.

- Contaminación: por basura, contaminantes provenientes de la zona del Bajío, de la Ciénega de Chapala y de la zona industrial de Toluca y Querétaro. Fuerte impacto proveniente de agroquímicos, aguas residuales y contaminantes industriales.

- Uso de recursos: extracción de agua para riego en la agricultura. Peces godéidos y aterínidos en riesgo. Especies introducidas de carpa dorada *Carassius auratus*, carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella*, carpa *Cyprinus carpio*, lirio acuático *Eichhornia crassipes*, bagre *Ictalurus punctatus*, mojarra azul *Lepomis macrochirus*, lobina negra *Micropterus salmoides*, tilapia negra *Oreochromis mossambicus*, tilapia del Nilo *O. niloticus*, guppy *Poecilia reticulata*. Sobreexplotación de mantos acuíferos. Ausencia de ordenamiento pesquero.

Conservación: los lagos de la cuenca cerrada de Sayula-Atotonilco forman parte de los lagos endorréicos de la Faja Volcánica Transmexicana. En especial estos lagos tienen importancia regional por el uso del agua, y que por la desecación, ponen en riesgo la integridad de la zona. Se requiere garantizar un volumen adecuado del afluente al lago de Chapala, mejorar la calidad del agua y un control adecuado de las malezas acuáticas. Es necesario el ordenamiento de la actividad pesquera en cuanto al número de pescadores, de embarcaciones, artes de pesca, áreas de pesca y días laborables. También se requiere organizar a los prestadores de servicios para cuidar las condiciones ambientales de las playas, establecer acciones de vigilancia y protección a las zonas de anidación y a las aves acuáticas, reptiles y mamíferos de las islas y sus alrededores. Evitar la tala de árboles y la introducción de ganado a ellas. En Jalisco y Michoacán preocupa el uso indiscriminado de agroquímicos en la agricultura y la sobreexplotación de aguas superficiales y mantos acuíferos. El Lago de Camécuaro está considerado Parque Nacional. Sistemáticamente en los lagos de la región se han venido realizando trabajos de investigación, desarrollo tecnológico y control de malezas acuáticas por la Comisión Nacional del Agua, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, el Instituto de Limnología, el Centro de Estudios Limnológicos y el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Rural. Estudios puntuales por el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM y la Universidad Autónoma Metropolitana. Existen estudios preliminares de la zona realizados por el CRIP-Pátzcuaro y la Estación Ecológica de Chapala de manera coordinada con la Universidad de Baylor, Texas. Comprende parte del Parque Nacional Nevado de Colima donde personal del Instituto de Manantlán trabaja en colaboración con la Universidad de Arizona.

Grupos e instituciones: Instituto de Limnología, UdeG; Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Pátzcuaro, INP; Estación Ecológica de Chapala, UAG; Universidad de Baylor, Texas; Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Rural, IPN; Insituto Mexicano de Tecnología del Agua, Depto. de Hidrobiología; Universidad Autónoma Metropolitana; Colegio de Michoacán y Colegio de Jalisco.



59. PRESAS RÍO TURBIO

Estado(s): Guanajuato
Polígono: Latitud 20°54'00" - 20°29'24" N
Longitud 101°58'12" - 101°29'24" W

Extensión: 1 205.59 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: presas de Silva, El Coyote y San Antonio

lóticos: río Turbio

Limnología básica: conductividad mayor a 5 000 µseg. Ambientes lénticos artificiales someros, de meso a eutroficados por ingreso de aguas negras.

Geología/Edafología: La topografía incluye lomeríos suaves y pendientes generales menores al 5%; al sureste la sierra de Pénjamo y al noreste la de Guanajuato. Suelos tipo Feozem, Luvisol, Castofozem y Planosol.

Características varias: Clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Vientos con dirección SE-NO y SO-NE. Temperatura media anual 16-20 °C. Precipitación total anual 600-1 000 mm; evaporación mayor a 1 200 mm.

Principales poblados: Cuerámamo, Manuel Doblado, Francisco del Rincón

Actividad económica principal: agricultura de temporal y de riego; manufacturas menores

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad tipos de vegetación: manchones de tular, pastizal inducido y natural, huizachal, matorral subtropical, matorral crasicauale y bosque de encino. Comunidades de aves acuáticas migratorias y residentes; predominancia de cianofitas en los cuerpos de agua. Ictiofauna característica de *Algansea tincella*, *Alloophorus robustus*, *Chirostoma aculeatum*, *C. arge*, *C. jordani*, *C. labarcae*, *Moxostoma austrinum*, *Skiffia bilineata*, *Xenotoca variata*, *Yuriria alta*. Endemismo de peces *Allotoca dugesi*, *Ictalurus dugesi*, *Goodea atripinnis*, *Notropis callientis*, *Poecilopsis infans*; de reptiles y anfibios *Bufo occidentalis* (Gto. y Qro.), *Kinostemon integrum* (endémica del país), *Rana montezumae*, *Thamnophis* spp; del ave *Anas diazi* (poco conocida). Especies en riesgo de aves como *Anas acuta*, *A. clypeata*, *A. crecca*, *Fulica americana*, *Oxyura jamaicensis*, así como patos y otras se encuentran amenazadas por botulismo y contaminación..

Aspectos económicos: explotación de materiales pétreos, manufacturas menores. Pesquerías del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, de carpa *Cyprinus carpio* y de tilapia *Oreochromis mossambicus*.

Problemática:

- Modificación del entorno: por represamiento, desmonte y sobrepastoreo. Uso indiscriminado para abrevaderos de ganado.

- Contaminación: por aguas residuales, agroquímicos y contaminantes industriales. Altas cargas DQO y DBO.

- Uso de recursos: especies introducidas de carpas dorada *Carassius auratus* y común *Cyprinus carpio*, de tilapias azul *Oreochromis aureus* y negra *O. mossambicus*, del guppy *Poecilia reticulata* y del anfibio *Rana catesbeiana*. Uso del suelo para agricultura de temporal y de riego. El uso de las presas es para riego.

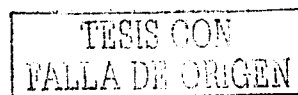
Conservación: la presa El Coyote tiene registros de aves migratorias cuya diversidad ocupa el 2° lugar en Guanajuato. La presa de Silva ya fue escenario de mortalidades masivas de aves acuáticas. Las plantas de tratamientos de agua de las poblaciones de la región operarán hasta después del año 2000. Faltan estrategias sustentables en el manejo y administración del agua. Falta conocimiento sobre el metabolismo de nutrientes, asimilación de metales pesados y agroquímicos, cadenas y redes alimenticias, balances hídricos y flujo de contaminantes.

Grupos e Instituciones: Escuela de Medicina y Veterinaria, Universidad del Bajío (censan aves en Gto.); Maestría en Protección y Conservación Ambiental, Universidad Iberoamericana de León (no hay expertos de planta por políticas de contratación); División de Tecnología Ambiental, Universidad Tecnológica de León (hay personal trabajando con la calidad del agua).

60. ZACAPU

Estado(s): Michoacán
Polígono: Latitud 20°00'36" - 19°52'12" N
Longitud 101°48'00" - 101°36'36" W

Extensión: 216.75 km²



Recursos hídricos principales

lénticos: lago de Zacapu, manantial Bellas Fuentes

lóticos: río Angulo (efluente del lago de Zacapu)

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: en la región dominan las rocas ígneas, principalmente el basalto, con algunas evidencias de andesitas, riolitas y dacitas. Suelos tipo Feozem, Andosoil y Vertisol.

Características varias: actualmente el lago de Zacapu es un reducho de la Ciénega de gran extensión que fue drenada para la agricultura; el cuerpo de agua ha quedado embebido en la mancha urbana de Zacapu. Clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 14-18 °C. Precipitación total anual 800-1 200 mm.

Principales poblados: Zacapu, Chupicuaro

Actividad económica principal: minería (depósito lacustre de diatomita), agricultura de temporal, ganadería, industria textil y comercio

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de encino-pino, de pino, de encino y pastizal inducido. Ictiofauna característica: de *Algansea tincella*, *Alloophorus robustus*, *Chirostoma humboldtianum*, *C. jordani*, *Hubbsina turneri*, *Skiffia multipunctata*, *Xenotoca variata*, *Xiphophorus helleri*, *Yuriria alta*, *Zoogonecticus quitzeoensis*. Endemismo de *Chapalichthys encaustus*, *Goodea atripinnis*, *Poeciliopsis infans*, *Skiffia lermae*. Todas estas especies se encuentran amenazadas por la reducción del hábitat y eutroficación.

Aspectos económicos: hay actividad comercial, agropecuaria e industrial (Celanese). Pesquerías de trucha, carpa, lobina y del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*.

Problemática:

- Modificación del entorno: por deforestación, sobreexplotación de mantos acuíferos para drenes agropecuarios y alta densidad poblacional circundante.

- Contaminación: por aguas residuales de Zacapu, por petróleo y desechos industriales. Alto contenido de materia orgánica e hidrocarburos en el Río Angulo por descargas municipales de Zacapu y Celanese respectivamente. Problemas serios de eutroficación.

- Uso de recursos: Especies introducidas de carpa común *Cyprinus carpio*, lobina negra *Micropterus salmoides*, trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss* y tilapia negra *Oreochromis mossambicus*. Uso de suelo para asentamientos humanos y agropecuario.

Conservación: hay necesidad de reforestar y restaurar la cuenca lacustre, pues ha sido impactada por el establecimiento de drenes agropecuarios que redujeron el lago a un remanente, aunado a una intensa deforestación de la cuenca, azolvamiento deliberado del lago y el englobamiento del lago en la mancha urbana de Zacapu. Existen algunos estudios de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, el CRIP-Pátzcuaro y el IPN, sin embargo no está plenamente identificado el impacto ambiental de Celanese sobre el río Angulo.

Grupos e instituciones: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Pátzcuaro; Instituto Politécnico Nacional.

61. LAGOS CRÁTER DE VALLE DE SANTIAGO

Estado(s): Guanajuato y Michoacán

Extensión: 3 478.03 km²

Polígono: Latitud 20°31'12" - 19°57'36" N
Longitud 101°42'36" - 100°25'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: 7 lagos-cráter: Hoya Rincón de Parangueo, Hoya San Nicolás, Hoya Estrada, Hoya Blanca, Hoya La Cintura, Hoya La Alberca, Hoya Álvarez y Presa Solís

Lóticos: río Lerma

Limnología básica: 7 hoyas o lagos maars de menos de 1 km de diámetro y menos de 10 m de profundidad, con forma de circular a elíptica, en la cuenca del río Lerma-Santiago. Debido a la extracción intensiva, el abatimiento del manto freático es de 0.5 a 2.5 m por año. En la actualidad las hoyas de San Nicolás y la Cintura se encuentran secas. pH elevado entre 9.5 y 9.8; conductividad (K₂₅) de 5-6 mS.cm⁻¹ y de 70 a 80 mS.cm⁻¹ para la Alberca y Rincón de Parangueo, respectivamente. Al parecer se ha presentado un incremento en la salinidad a lo largo del tiempo, lo cual indica que, además de la desecación por sobreexplotación del agua, ha existido un proceso de evaporación importante en los lagos. Se catalogan como lagos sódicos por su composición iónica, predominando los carbonatos y bicarbonatos de sodio. Su reducido volumen los hace muy susceptibles a presentar fluctuaciones amplias de temperatura y oxígeno



disuelto. De acuerdo con su régimen de mezcla pueden ser estratificados por diferencias de salinidad —como Rincón de Parangueo— o bien mezclados —como la Alberca. Son lagos turbios color verde, con reducida penetración de luz y elevada producción primaria. El sedimento del fondo es fino y rico en materia orgánica.

Geología/Edafología: zona de montes y lomeríos de textura media con suelos aluviales y brecha volcánica tipo Háptico y Lúvico. Suelos tipo Vertisol y Feozem.

Características varias: clima semicálido subhúmedo y templado subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 16-20°C. Precipitación total anual 700-1 000 mm.

Principales poblados: Valle de Santiago, Acámbaro

Actividad económica principal: agricultura de riego y temporal, obtención de materiales (grava y arena) para la industria de la construcción.

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral tropical, bosques de pino-encino, de encino-pino, pastizal natural e inducido, tropical caducifolio (remanente). Flora característica: cardos y cactáceas *Opuntia* spp. En relación con fitoplancton, los lagos están dominados por cianobacterias *Actinastrum* sp., *Anabaena* sp., *Arthrospira platensis* y *Oscillatoria* sp. Fauna característica: el copépodo *Diaptomus albuquerqueensis*; los rotíferos *Brachionus inermis* y *Hexarthra polyodonta*; el ciliado *Vorticella* sp.; los dípteros *Chaoborus* sp. y larvas de la mosca alcalina *Ephydra hians*; de peces *Chirosoma arge*, *C. jordani*, *Xenotoca variata*, *Yuriria alta*. Endemismos de peces *Allophorus robustus*, *Chirostoma bartoni*, *Goodia atripinnis*, *Notropis calientis*; los cuales se encuentran amenazados. Debido a que este tipo de habitat es muy peculiar, es muy posible que existan especies acuáticas únicas en México. Las aves acuáticas asociadas a los humedales marginales han visto reducidas sus áreas de alimentación, anidación y crianza.

Aspectos económicos: agricultura, pesca y turismo. Por su vocación natural, los terrenos de San Nicolás y la Cintura son adecuados para la agricultura y el pastoreo, los de la Alberca para el pastoreo y los de Rincón de Parangueo para uso forestal.

Problemática:

- Modificación del entorno: la vegetación natural de la cuenca ha sido prácticamente sustituida por la práctica agrícola de temporal y de riego, por la alta densidad de población y la extracción masiva de leña. La combinación de las alteraciones humanas con épocas de sequía severa han llevado a la degradación o desertificación (erosión y salinización de suelos) generalizada de la cuenca. Preocupa la fuerte deforestación y la sobreexplotación de los mantos freáticos.

- Contaminación: por desechos sólidos (basura), aguas residuales domésticas, (detergentes y blanqueadores) e industriales y agroquímicos.

- Uso de recursos: leña y pesca de especies introducidas del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, de las carpas dorada *Carassius auratus* y común *Cyprinus carpio* y de la tilapia negra *Oreochromis mossambicus*.

Conservación: dada la cercanía de los volcanes cráter con la zona urbana de la ciudad del valle de Santiago, se necesita elaborar un plan de conservación de las hoyas, promoviendo aspectos turísticos y evitando el desarrollo urbano orientado hacia los volcanes-cráter. Se desconoce por completo las características químicas del agua y la biota de los volcanes-cráter.

Grupos e instituciones: Facultad de Estudios Superiores-Iztacala, UNAM

62. PÁTZCUARO Y CUENCAS ENDORRÉICAS CERCANAS

Estado(s): Michoacán y Guanajuato

Extensión: 7 092.87 km²

Polígono: Latitud 20°20'24" - 19°04'48" N
Longitud 101°55'48" - 100°48'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagos de Pátzcuaro, Zirahuén, Cuitzeo, Yuriria, San Gregorio; estanque "Las Condembas" en Opopec; manantiales de Huandacareo, Copándaro, Sta. Rita, San Juan Tarameo, de Araró; presas de Coitintio, Maipaís, Santa Clara, Umécuaro, Wilson, Loma Caliente y Xocoñoles

Lóticos: ríos Grande y Chiquito de Morelia, Lerma, Queréndaro, Tírio, Tiripetío, Charo, San Marcos, Caliente, Frío, San Lucas y Zinapécuaro; arroyos La Palma, Chapultepec, Santa Fé, Quiroga, Ajuno y Huintzio

Limnología básica: Pátzcuaro: área 9000 ha.; vol. 500x10⁶ m³; prof. max. 12.3 m, prof. media 4.9 m; conductividad 800 µmhos/cm; temp. 15-25°C; pH=8.9-9.1; O₂=4-7.3 mg/l; alcalinidad de 10 meq/l; dureza de 125 a 187 mg/l; visibilidad 0.2 a 0.5 m; eutroficado. Por tratarse de una cuenca endorréica el agua que llega al lago proviene únicamente de la precipitación pluvial, las escorrentías superficiales y los manantiales que afloran en su interior; las pérdidas de agua son debidas a la evaporación, transpiración de las plantas y a las



extracciones. El lago cuenta con varias islas La Pacanda, Yunuén, Tecuén, Janitzio, Urandén Morelos, Urandén Morales y Jarácuaro. Cuitzeo: de forma alargada con un área total de 30,000 ha; el volumen medio anual de agua alcanza los 255 Mm³. El volumen de agua promedio por escurrimiento que recibe en un año es de 456 Mm³, y la evaporación es de 766 Mm³; por tanto el déficit lluvia /evaporación es de 310 Mm³; altitud 1 820 msnm. Características: polimítico, conductividad promedio 3050 μ mhos/cm; temp. 20-30°C; pH=8-11.5; visibilidad máxima 15 cm; Salinidad 1.75 o/oo. Las sales predominantes son carbonatos y bicarbonatos, asociados sobre todo al sodio (61.5%) que es muy abundantes en la región; el calcio (8.2%) y el magnesio (13.2%), que se consideran elementos responsables de la dureza del agua, los cuales no son abundantes en el lago, de manera que éste se caracteriza como lago de agua blanda y al mismo tiempo salada. Presenta un tipo de suelo de consistencia débil y cuando están húmedos son tierras pegajosas y plásticas, lo que ocasiona que sean pocopermeables y de drenaje lento. A esta composición se le agrega la gran cantidad de sal (cloruro de sodio), "tequesquite" (mezcla de sulfato y cloruro de sodio), potasa y calizas que son el origen de su salinidad. A este lago llegan los ríos Grande de Morelia y Queréndaro y algunos manantiales pequeños de aguas termales. Recibe las aguas residuales crudas de Morelia que lo convierte a hipetrófico. Posee 11 islas, conocidas como Los Puercos, Tzirio Grande, Tzirio Chico, Las Cuatas, Chanaco, Tecuena, Corandeo, Las Borrás, Los Magueyes, Las Palmas y Huiripitilo. Yuriria: conductividad 200 μ mhos/cm. Zirahuén: área 970 ha; vol. 216x10⁶ m³; conductividad 100 μ mhos/cm; temp. 15-22°C; pH=8; O₂=0.3-7.3 mg/l; alcalinidad=1 meq/l; P total=5-10 μ g/l; clorofila "a"=2 mg/m³ el lago presenta fertilización intermedia y una elevada penetración de luz, por lo que está considerado como oligomesotrófico. En términos de fertilización, se puede predecir una condición de enriquecimiento para la cuenca con una carga de 0.25 g-P/m²/año. La pérdida de agua subterránea es evidente por la desaparición de los veneros en Tembúcharo y la desviación del agua del manantial de San Gregorio para su utilización en la cuenca vecina de Pátzcuaro. El arroyo La Palma: vel. corriente 0.05-5 m³/s. Presa Cointzio: capacidad de 60.7 Mm³. Construida con el propósito de servir para riego, proporcionar agua potable, controlar avenidas y generar energía eléctrica. Presa Malpaís: capacidad de 29.6 Mm³.

Geología/Edafología: zona de origen volcánico, con rocas predominantemente basálticas y andesíticas; pertenecen a la provincia fisiográfica denominada Faja Volcánica Transmexicana. Sus límites son las sierras de Comanja, Ziriate, Tigre, Santa Clara, Tingambato, Nahuatzen, Pichataro y Tarasca. Existen evidencias geológicas y biológicas que demuestran que la cuenca fue en sus orígenes abierta; formando un sistema hidrológico continuo desde el lago Zirahuén, lago de Pátzcuaro y lago de Cuitzeo, para llegar finalmente como tributario al río Lerma. Posteriormente por procesos tectónicos, los lagos quedaron aislados formando su propia cuenca, desde entonces cerrada o endorréica. Los suelos son de varios tipos: Andosol, Luvisol, Litosol, Acrisol, Gleysol, Rankers, Vertisol y Feozem. En su mayoría se trata de suelos jóvenes en proceso de formación y con alta susceptibilidad a la erosión.

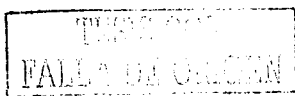
Características varias: Pátzcuaro: clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 14-20 °C Precipitación total anual de 700-1400 mm; evapotranspiración 800 mm. Cuitzeo: clima seco con lluvias en verano, en donde por lo general la evaporación excede a la precipitación. Temperatura entre 14.3-21 °C, con una isoterma de 18 °C. Precipitación entre 5.7-147.5 mm siendo su isoyecta de 600 mm.

Principales poblados: Pátzcuaro, Morelia, Zirahuén, Sta. Clara del Cobre, Opopeo, Quiroga, Queréndaro

Actividad económica principal: forestal, industrial, agrícola de temporal, de riego y de humedad, turismo, ganadería, pesca y manufactura del cobre

Indicadores de calidad de agua: Pátzcuaro y Cuitzeo: eutrófico. Zirahuén: oligo-mesotrófico. Cuitzeo: hipetrófico.

Biodiversidad: Tipos de vegetación: bosques mixtos de pino-encino, de pino, de encino, de oyamel, selva baja caducifolia, pastizales, matorral subtropical, matorral desértico micrófilo, especialmente asociaciones de huizache-mezquite, vegetación halófila, vegetación acuática y subacuática. Existe una gran diversidad de hábitats: lagos, reservorios, cuerpos acuáticos someros, ríos, arroyos, lagos salinos y humedales. En Pátzcuaro, flora característica: *Arbutus xalapensis*, *Clethra mexicana*, *Garrya laurifolia*, de pinos *Pinus lawsonii*, *P. leiophylla*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, de encinos *Quercus candicans*, *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. gentryi*, *Q. laurina*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa*; vegetación acuática: *Bacopa monnieri*, xuturi *Berula erecta*, tripa de pollo *Bidens aurea*, *B. laevis*, bejuquillo *Ceratophyllum demersum*, cuchilla *Cyperus niger*, *C. semiochraceus*, raicilla *Eleocharis montevidensis*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Limnobiium laevigatum*, *Lemna gibba*, zacate *Najas guadalupensis* var. *guadalupensis*, ninfa *Nymphaea mexicana*, navajilla *Oxycaryum cubense*, *Platanthera limosa*, putzuri de hoja ancha *Potamogeton illinoensis*, putzuri delgado *P. pectinatus*, *Ranunculus dichotomus*, platanillo *Sagittaria latifolia*, *S. platyphylla*, *Scirpus californicus*, *S. validus*, flores de agua *Spirodela polyrrhiza*, tule *Typha domingensis*, *T. latifolia*, *Utricularia macrorrhiza*, *Wolffia brasiliensis*, *Wolffiella linguata*; vegetación riparia: *Salix bonplandiana* y *Taxodium mucronatum*. Fauna característica: de peces *Algansea monticola*, *A. tinella*, *Allophorus robustus*, *Allotoca diazi*, *A. meeki*, *A. regalis*, *Chirostoma aculeatum*, *C. arge*, *C. estor*, *C. humboldtianum*, *C. labarcae*, *C. lucius*, *C. sphyraena*, *Hubsbina tumeri*, *Moxostoma austrinum*, *Neophorus diazi*, *Skiffia multipunctata*, *Xenotoca eiseni*, *X. variata*, *Yuriria alta*, *Zoogonecticus quitzeoensis*; de anfibios y reptiles la salamandra o achoque



Ambystoma dumerili. Endemismos de plantas: *Arenaria bourgaei*, *Panicum sucosum*, *Sagittaria macrophylla*; de peces *Algansea lacustris*, *Allotoca dugesi*, *Chirotostoma attenuatum*, *C. bartoni*, *C. charari*, *C. consocium*, *C. estor copandaro*, *C. grandocule*, *C. jordani*, *C. patzcuaro* (posiblemente extinta), *Goodea atripinnis*, *G. gracilis*, *G. luitpoldi*, *Notropis calientis*, *N. salleri*, *Poecilopsis infans*, *Skiffia bilineata*, *S. lermæ*; de aves *Geothlypis speciosa*. Todas estas especies amenazadas por contaminación, desecación de cuerpos acuáticos y extracción de acuíferos junto con las aves *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Atthis heloisa*, *Icterus cucullatus*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Melanotis caerulescens*. En Cuitzeo, flora característica: huizache *Acacia* sp, cazahuate *Ipomoea murucoides*, mezquite *Prosopis* sp., pirul *Schinus molle*; vegetación halófila: checame *Distichlis spicata*, verdolaga *Portulaca oleracea* y romerito *Suaeda nigra*; vegetación acuática: *Ceratophyllum demersum*, *Lemna gibba*, *Polygonum* sp., *Potamogeton illinoensis*, *P. pectinatus*, *Sagittaria latifolia* y *S. macrophylla*, *Oxycaryum cubense*, *Typha angustifolia*, *T. domingensis*. Fauna característica: de crustáceos *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*; de peces *Algansea tinicella*, *Alloophorus robustus*, *Chirotostoma aculeatum*, *Hubbsina turneri*, *Xenotoca variata*; de aves el vencejo frente blanca *Cypseloides storeri*; mamíferos el zorrillo *Conepatus mesoleucus*, el tlacuache *Didelphis virginiana*, la comadreja *Mustela frenata*, el tejón *Nasua narica*, la ardilla de tierra *Spermophilus variegatus*, el conejo *Sylvilagus floridanus* y la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus*. Endemismos de peces *Algansea lacustris*, *Allotoca dugesi*, *Chirotostoma attenuatum*, *C. bartoni*, *C. grandocule*, *C. jordani*, *Goodea atripinnis*, *Poecilopsis infans*; de aves *Geothlypis speciosa*. Los peces *Hubbsina turneri*, *Lampetra spadicea*, *Skiffia bilineata*, *S. lermæ*; la rana *Anas acuta* y las aves *Accipiter striatus*, *Geothlypis speciosa*, *Ixobrychus exilis*, *Vireo nelsoni* se encuentran amenazados por contaminación, desecación de cuerpos de agua y extracción de acuíferos. En Zirahuén, endemismo de *Chirotostoma attenuatum zirahuén* y *C. estor zirahuén* amenazadas por contaminación orgánica. En la presa Cointzo, ictiofauna característica: *Alloophorus robustus*, *Algansea tinicella*, *Hubbsina turneri*, *Neoophorus diazi*, *Skiffia multipunctata*, *Zoogonecticus quitzeoensis*. Endemismos de peces *Allotoca dugesi*, *Poecilopsis infans*, *Skiffia bilineata*, *S. lermæ*. En el lago Yuriria, fauna característica: de peces *Alloophorus robustus*, *Xenotoca variata*, *Yuriria alta*; de aves *Pelecanus erythrorhynchus*. Endemismos de peces *Chirotostoma jordani*, *Goodea atripinnis*, *Notropis salleri*, *Skiffia bilineata*. Especies amenazadas de aves: *Anas americana*, *A. discors*, *Buteo jamaicensis*, *Circus cyaneus*, *Falco peregrinus*, *Geothlypis speciosa*, *Glaucidium brasilianum*, *Icterus cucullatus*, *I. wagleri*, *Myadestes occidentalis*, *M. townsendi*.

Aspectos económicos: pesca artesanal del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, de acúmara *Algansea lacustris*, chegua *Alloophorus robustus*, *Allotoca dugesi*, achoque *Ambystoma dumerili*, trompo o carpa dorada *Carassius auratus*, charal prieto *Chirotostoma attenuatum*, pescado blanco, *C. estor*, charal blanco *C. grandocule*, charal *C. humboldtianum*, charal pinto *C. patzcuaro*, carpa *Cyprinus carpio*, tiro *Goodea atripinnis*, barrigones *Hubbsina turneri*, lobina negra *Micropterus salmoides*, choromú *Neoophorus diazi*, *Neotoca biliniata*, tilapias azul *Oreochromis aureus*, negra *O. mossambicus* y del Nilo *O. niloticus*, *Skiffia lermæ*, *Xenotoca variata*, *Zoogonecticus quitzeoensis*. Existe además la captura de mosco que incluye a un conjunto de crustáceos y larvas de insectos así como a la rana *Anas acuta*. El agua es un recurso estratégico del cual dependen los asentamientos humanos y las actividades antropogénicas regionales, se usa para abastecimiento, riego, acuicultura, ganadería, generación de energía eléctrica, actividades turísticas (lago) y transporte. Extracción de tule y artesanía del empajado. Los principales productos agrícolas incluyen maíz, frijol, avena, janamargo y lenteja. Existe una amplia diversidad de ramas artesanales como tallado de piedra y cantera, alfarería bruñida, textiles elaborados en telares de cintura, sombreros y artículos de palma, petates de tule y chuspata y tallados en madera y laca. En general, el manejo del bosque es extractivo, no existe un manejo silvícola que cuide el recurso. Se estima que de cada 4 m³ de madera que ingresan a los aserraderos de la región, tres son clandestinos.

Problemática:

- Modificación del entorno: cuerpos de agua impactados por altas densidades de población y actividades productivas de la región. Sobreexplotación de mantos acuíferos, desforestación intensiva y construcción de carreteras. Los lagos de Pátzcuaro, Zirahuén (reducto de bosque mesófilo) y Cuitzeo presentan azolvamiento continuo del vaso lacustre y reducción de la cuenca lacustre por aportes de sedimentos, producto de la desforestación y erosión severa de los suelos, desecación del cuerpo de agua y salinización del suelo, presencia de malezas acuáticas así como de descargas de basura, aguas negras, fertilizantes y biocidas.

- Contaminación: por agroquímicos, aguas residuales domésticas y desechos sólidos.

- Uso de recursos: peces nativos (aterinidos y goodéidos), aves (ambistómidos en riesgo). Hay especies introducidas resistentes y de amplia distribución como las carpas dorada *Carassius auratus* y común *Cyprinus carpio*, los charales de Xochimilco *Chirotostoma humboldtianum* y de la Laguna *Chirotostoma lucius*, el lirio acuático *Eichhornia crassipes*, la lobina negra *Micropterus salmoides*, el guppy *Poecilia reticulata*, las tilapias azul *Oreochromis aureus*, negra *O. mossambicus*, del Nilo *O. niloticus* y la cola de espada *Xiphophorus helleri*. No hay observancia de las vedas, manejo inadecuado de la cuenca, sobreexplotación de mantos acuíferos y artes de pesca inadecuadas como chinchorros (red de arrastre), agalleras y atarrayas así como sobreexplotación de las grandes pesquerías. Extracción de tule para artesanía del empajado. El uso de

suelo es forestal y agropecuario. Existe tala clandestina e incendios, los cuales requieren de atención inmediata. Extracción de leña como combustible.

Conservación: son zonas sumamente impactadas por la alta densidad de población humana y por actividades productivas regionales; preocupa la deforestación, erosión y azolvamiento de cuerpos de agua; la introducción de especies exóticas; vertimiento de aguas residuales y sobreexplotación de mantos acuíferos. El bosque mesófilo de montaña en riesgo. Se necesita reforestación, acuicultura de especies nativas para repoblar; tratamiento de aguas residuales y reciclamiento del agua, hacer un saneamiento ambiental (manejo adecuado de los contaminantes) y poner letrinas. Se necesita reducir el uso de la leña como combustible y fomentar el uso de estufas o alternativas más eficientes. Se estima que la mitad del territorio perteneciente a la región del lago de Pátzcuaro presenta un franco proceso de degradación.

Grupos e instituciones: Universidad Nacional Autónoma de México; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Pátzcuaro; Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Existen proyectos de colaboración con la Escuela Nacional Estudios Profesionales - Iztacala, la Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa y otras.

63. LOS AZUFRES

Estado(s): Michoacán

Polígono: Latitud 19°52'12" - 19°11'24" N
Longitud 100°28'12" - 100°12'00" W

Extensión: 1 319.15 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: presas El Bosque, Pucuat, Sabaneta y Mata de Pinos, manantiales

lóticos: ríos Zitácuaro, Hidalgo, arroyos

Limnología básica: 50 μ mhos/cm; temp.13-22°C; pH=7.5; DO=7.0; aguas blandas (2 mg/l Ca⁺⁺).

Geología/Edafología: sierras de Anganguero y Chincua con pendientes abruptas; suelos tipo Andosol, Luvisol, Vertisol y Feozem.

Características varias: clima semicálido subhúmedo, templado subhúmedo y semifrío subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura media anual 8-20°C. Precipitación total anual de 1 000-1 500 mm.

Principales poblados: Anganguero, Cd. Hidalgo, Zitácuaro, Jungapeo de Juárez

Actividad económica principal: agricultura de temporal y de riego, ganadería, forestal, turística y comercial

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de oyamel, de pino, de encino y pastizal inducido. Refugio de la mariposa monarca *Danaus plexipus*; existen reservorios múltiples en el área de los Azufres y el corredor turístico Pucuat-Sabaneta-Mata de Pinos. Fauna característica: de peces *Chirostoma estor*, *Hybopsis boucardi*, *Xiphophorus helleri*; de aves el tecolote *Bubo virginianus*, el zopilote de cabeza roja *Cathartes aura*, el cuervo *Corvus corax* y diversos colibríes; de mamíferos el coyote *Canis latrans*, la comadreja *Mustela frenata*, el venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, los conejos *Sylvilagus* spp y la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus*. Especies endémicas: de aves *Campylorhynchus megalopterus*, *Lampornis margaritae*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Melanotis caerulescens*, *Picoides stricklandi*, *Xenotriccus mexicanus*. Especies amenazadas: de aves *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Xenotriccus mexicanus*.

Aspectos económicos: hay industrias maderera, resinera y turística. Ingresos menores por pesca de trucha. Se cuenta con la geotermia como recurso estratégico. El agua se usa para riego, abastecimiento urbano e industrial y acuicultura. Los acuíferos permiten el cultivo de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss*, que denota aguas limpias y de la lobina negra *Micropterus salmoides*. Pesca del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación intensiva, agricultura intensiva y construcción de caminos.
- Contaminación: desechos sólidos y aguas residuales domésticas.
- Uso de recursos: ecoturismo de la mariposa monarca y pozas geotermiales, actividades maderera y resinera. Uso de suelo forestal. Cacería furtiva. Especies introducidas de carpa *Cyprinus carpio*, tilapias negra *Oreochromis mossambicus* y roja *Tilapia rendalli*.

Conservación: preocupa la deforestación y extracción de resina indiscriminadas en zonas que incluyen áreas naturales protegidas; la mariposa monarca en riesgo por exceso de tala de los bosques. Se propone reforestación (es una zona con vegetación representativa de la Faja Volcánica Transmexicana). Existen estudios preliminares sobre las presas Pucuat, Sabaneta y Mata de Pinos, conducidos por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Pátzcuaro. Las



zonas de refugio de la mariposa monarca están consideradas como Áreas Naturales Protegidas en recategorización. Comprende la Reserva Estatal de la Biosfera Mariposa Monarca.

Grupos e instituciones: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Pátzcuaro; Monarca, A. C.; Instituto Nacional de Ecología- Semarnap.

64. HUMEDALES DE JILOTEPEC - IXTLAHUACA

Estado(s): Edo. de México

Extensión: 1 136.49 km²

Polígono: Latitud 20°06'00" - 19°40'12" N
Longitud 99°51'00" - 99°19'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Danxho, Taxhimay, El Molino, Trinidad Fabela, de Palos, Huaracha, Nadó, San Antonio, Sta. Elena, San Pedro, San Juanico, Tepetitlán, laguna de Huapango, bordos, lagos, manantiales termales

Lóticos: ríos Lerma, el Molino, Ñadó, la Ladera, el Pescado, Coscomate, los Sabios, el Oro, los Arcos y arroyo Zarco

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierra de San Andrés al sur. Suelos de tipo Luvisol, Planosol, Feozem y Andosol.

Características varias: clima templado subhúmedo, semifrío subhúmedo con lluvias en verano y parte del otoño. Temperatura media anual 10-16 °C. Precipitación total anual de 700-1 200 mm.

Principales poblados: Jilotepec de Abasolo, Tepeji de Ocampo, Tula de Allende, Atlacomulco de Fabela, San Felipe del Progreso

Actividad económica principal: acuicultura, ganadería y agricultura de riego y de temporal

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino y pino, pastizal inducido y tular. Diversidad de hábitats: lagos, reservorios, cuerpos acuáticos someros, ríos, humedales. Ictiofauna característica: *Algansea tincella*, *Chirostoma arge*, *C. humboldtianum*, *C. jordani*, *C. labarcae*, *Poecilia mexicana*, *Poeciliopsis gracilis*, *Xenotoca variata*, *Yuriria alta*. Endemismos de peces *Algansea barbata*, *Chirostoma estor*, *Girardinichthys multiradiatus*, *Goodea atripinnis*, *Notropis sallei*, *Skiffia lermae* y el efemeróptero *Lachlania* sp.

Aspectos económicos: actividad agrícola, comercial, ganadera y acuícola.

Problemática:

- Modificación del entorno: sobrepastoreo y tala forestal

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: acuicultura de especies introducidas del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, las carpas herbívora *Ctenopharyngodon idella*, común *Cyprinus carpio* y dorada *Carassius auratus*, la lobina negra *Micropterus salmoides* y especies locales de pupos *Algansea barbata* y *Algansea tincella*, charal *Chirostoma humboldtianum* y pescado blanco *Chirostoma estor*. Reminiscencia cultural del México lacustre en consumo de invertebrados y anfibios por el hombre.

Conservación: se recomienda llevar al cabo programas de recolonización de cuerpos efímeros, estudios sobre productividad primaria y secundaria y sobre patrones de diversidad alfa y beta.

Grupos e instituciones: Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional Estudios Profesionales - Iztacala; Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México; Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares.

65. CABECERA DEL RÍO LERMA

Estado(s): Edo. de México

Extensión: 2 460.13 km²

Polígono: Latitud 19°35'24" - 19°04'12" N
Longitud 99°54'36" - 99°18'36" W

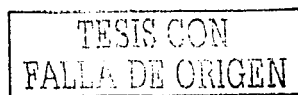
Recursos hídricos principales

lénticos: presas Antonio Alzate e Ignacio Ramírez, ciénega del Lerma, lagos, manantiales

lóticos: río Lerma

Limnología básica: aguas subterráneas del acuífero del valle de Toluca

Geología/Edafología: predomina un suelo rico en materia orgánica y nutrientes Feozem así como de tipo



Andosol, Luvisol y Vertisol.

Características varias: clima templado subhúmedo, semifrío y frío con lluvias en verano y parte del otoño. Temperatura media anual 10-14 °C. La precipitación total anual de 700-1 200 mm.

Principales poblados: Almoloya de Juárez, Xonacatlán, Villa Cuauhtémoc, Toluca, Lerma

Actividad económica principal: agricultura de riego y de temporal (cultivo de maíz) e industrial (metal-mecánica y química)

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de pino, de oyamel, pastizal inducido. Diversidad de hábitats: reservorios, ríos, arroyos y humedales. Vegetación acuática: *Nymphaea gracilis*. Fauna característica: de peces *Algansea tincella*, *Chiostoma humboldtianum*, *Ocyurus chrysurus*; de aves *Anas acuta*, *A. crecca*, *A. clypeata*, *A. cyanoptera*, *A. discors*, *A. strepera*, *Aythya affinis*, *A. americana*, *A. valisineria*, *Gallinago gallinago*. Endemismos del protozoario *Sagittaria deveersa*; de peces *Algansea barbata*, *Chiostoma riojai*, *Goodea atripinnis*, *Notropis sallei*, *Girardinichthys multiradiatus*, *Poeciliopsis infans*; de anfibios *Ambystoma lermaensis*. Las especies de *Algansea* spp, *Ambystoma lermaensis* y *Daphnia pulex*; así como las aves *Geothlypis speciosa*, *Ixobrychus exilis* y *Rallus elegans tenuirostris* se encuentran amenazadas por contaminación del agua y pérdida de hábitat. Las especies de *Ambystoma mexicanum* y *Poecilia reticulata* son especies indicadoras de contaminación.

Aspectos económicos: pesquerías de las especies de *Algansea* spp y *Daphnia pulex*, así como del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*. Hay actividad industrial y agricultura intensiva.

Problemática:

- Modificación del entorno: bastante degradado por causas antropogénicas. Existe deforestación, erosión, desecación de las lagunas de Almoloya del Río y contaminación.

- Contaminación: por aguas residuales domésticas e industriales, agroquímicos y desechos sólidos.

- Uso de recursos: esta zona abastece de agua al D.F. y riega más de 10 mil ha para agricultura. Especies introducidas de carpas dorada *Carassius auratus*, herbívora *Ctenopharyngodon idella* y común *Cyprinus carpio* y del guppy *Poecilia reticulata*. Las faldas del Nevado de Toluca y valle de Toluca con un 80% de uso de suelo agrícola y 20% urbano. Violación de vedas a la cacería de patos migratorios.

Conservación: la principal preocupación es la desecación de las lagunas de Almoloya del Río, nacimiento del río Lerma. En época de secas el río Lerma sólo lleva aguas residuales, lo cual indica la necesidad de tratamiento intensivo de sus aguas.

Grupos e instituciones: Centro Interamericano de Recursos del Agua, UAEM; Ciencias básicas, UAM - Azcapotzalco; Gerencia de Ciencias Ambientales, ININ; Instituto de Geofísica, UNAM.

66. LAGOS CRÁTER DEL NEVADO DE TOLUCA

Estado(s): Edo. de México

Extensión: 927.69 km²

Polígono: Latitud 19°06'36" - 18°48'00" N
Longitud 99°54'36" - 99°28'48" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagos cráter El Sol y La Luna

lóticos: arroyos de montaña y manantiales

Limnología básica: lago alpino tropical El Sol, situado a una altura de más de 2 500 m; con agua muy limpia y de baja mineralización; pH<7; temp. <14°C, con una estratificación ligera que desaparece completamente desde el otoño hasta la primavera del siguiente año; nutrientes escasos; alcalinidad baja; DBO/DQO baja. Las sales predominantes son los sulfatos sin llegar a ser tóxicos. La luz penetra hasta la máxima profundidad de 14 m. No tiene ríos, se trata de una cuenca endorréica, polimíctica, debida a cambios de temperatura extrema del aire entre el día y la noche. El lago es circular, con un área de 24 ha y una profundidad media de seis metros. La precipitación máxima mensual (17.5 mm) coincide con la concentración máxima de clorofila en el agua (3.14 mg /m³), así como con los máximos de nutrientes (nitratos y fosfatos). Existe dominancia de dinoflagelados en el fitoplancton lo que les permite distribuirse óptimamente en la columna de agua y aprovechar los factores ambientales como la luz, la temperatura y la disponibilidad de nutrientes. Los aportes hídricos son debidos a la lluvia en verano, la nieve en invierno y el agua de deshielo en primavera; las pérdidas son debidas exclusivamente a la evaporación.

Geología/Edafología: Embalse alpino ubicado en zona tropical. La cuenca es de roca sólida y está cubierta de grava y arena provenientes de la misma roca. Suelos tipo Regosol y Andosol.

Características varias: clima frío y semifrío húmedo en las faldas del volcán. Temperatura media anual 2-12



°C. Precipitación total anual 1 200-2 000 mm; evaporación de 990 mm.

Principales poblados: Toluca, Agua Blanca, Buenavista, Ojo de Agua

Actividad económica principal: turismo, pesca deportiva, forestal y agrícola

Indicadores de calidad de agua: oligotrófico a ultraoligotrófico

Biodiversidad: tipo de vegetación: pastizal alpino dominado por gramíneas, líquenes y musgos con manchones de bosque de pino-encino, de pino, de oyamel y bosque tropical caducifolio; reservorios exclusivos de fito y zooplancton, típicos de lagos alpinos. En la flora estudiada se han reconocido 91 taxa en total, siendo las clorofitas las de mayor diversidad. Entre las familias más importantes destacan Zygnemataceae, Oedogoniaceae y Chaetomeidia. De los 49 géneros, ocho son nuevos registros para México. La flora de El Sol presenta mayor afinidad de géneros con la andina que con la mexicana, pero a nivel de especies el parecido es mayor con la flora mexicana. En El Sol se observa la dominancia en el fitoplancton de los dinoflagelados *Peridinium lomnickii* y *P. willei* y de la crisolita *Dinobryum cylindricum alpinum*. La fauna de reptiles y mamíferos está constituida por lagartijas, pequeños roedores y periódicamente visitado por *Atlapetes virenticeps*, *Atthis heloisa*, *Campylorhynchus gularis*, *C. megalopterus*, *Catharus occidentalis*, el águila solitaria *Harpyhaliaetus solitarius*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Melanotis caerulescens*, *Toxostoma ocellatum* y *Vireo brevipennis*. Endemismo del crustáceo *Pseudothelphusa granatensis*. Dentro del grupo de los rotíferos están reportados 11 nuevas especies para México: *Aspelta lestes*, *Cephalodella tenuiseta*, *Dicranophorus forcipatus*, *Lecane inopinata*, *L. sulcata*, *Lepadella rhomboides*, *Notommata glyphura*, *Taphrocampa annulosa*, *Testudinella emarginula*, *Trichocerca bidens* y *T. collaris*.

Aspectos económicos: turismo, cultivo y pesca deportiva de trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* introducida en los manantiales. Recarga de acuíferos procedente de los manantiales.

Problemática:

- Modificación del entorno: tala inmoderada y deforestación, erosión, disminución de áreas de captación, fragmentación del hábitat, crecimiento poblacional, pastoreo, abatimiento de manantiales.

- Contaminación: por basura

- Uso de recursos: especie introducida de trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss*. Uso de suelo forestal y agrícola.

Conservación: Se sugiere control de la trucha introducida y definir su impacto sobre la comunidad. Debe controlarse la deforestación y la erosión del entorno. Falta conocimiento sobre biodiversidad y producción de lagos ácidos y alpinos en zonas tropicales. Considerado Parque Nacional.

Grupos e Instituciones: Universidad Autónoma del Estado de México; Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco; Universidad Nacional Autónoma de México.

67. RÍO AMACUZAC - LAGUNAS DE ZEMPOALA

Estado(s): Morelos, Guerrero y Edo. de México

Extensión: 7 924.72 km²

Polígono: Latitud 19°13'12" - 17°53'24" N
Longitud 99°42'36" - 98°37'48" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagos Coatetelco, Miacatlán, Zempoala, Tequesquitengo, el Rodeo y manantiales de aguas termales

lóticos: ríos Amacuzac, Tetecala, Tembembe, San Jerónimo, Tetlama o Yautepec, Jojutla, Chinameca o Cuautla y arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierra del Chichinautzin, Valle de Cuernavaca; predominan los suelos Feozem, que son oscuros, suaves y ricos en materia orgánica y nutrientes, además de Vertisoles, Castañozem, Andosoles y Rendzinas.

Características varias: clima templado subhúmedo, cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo con lluvias en verano y principios de otoño. Temperatura media anual 8-26 °C. Precipitación total anual 800-2 000 mm.

Principales poblados: Cuernavaca, Mazatepec, Tetecala, Jojutla, Zacatepec, Puente de Ixtla, Amacuzac, Coatetelco

Actividad económica principal: comercio, agricultura de riego y de temporal, cultivo de frutales, ganadería y turismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipo de vegetación: bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, de oyamel, de tascate, selva baja caducifolia, pastizal de altura e inducido, matorral xerófilo, vegetación acuática. Fauna

característica: de peces *Astyanax fasciatus*, *Cichlasoma nigrofasciatum*, *Heterandria bimaculata*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis gracilis*, *Xiphophorus helleri*; de aves el colibrí de berilo *Amazilia beryllina*, *Falco sparverius*, el vencejo *Streptoprocne semicollaris*; de mamíferos *Felis concolor azteca*, el gato montés *Lynx rufus*, el zorrillo *Mephitis macroura*, *Nasua nasua*, el venado cola blanca *Odocoileus virginianus* y el conejo *Sylvilagus* spp. Endemismos del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) zempoalensis*; de peces *Cichlasoma istlanum*, *Girardinichthys multiradiatus*, *Hybopsis boucardi*, *Ictalurus balsanus*, *Ilyodon whitei*, *Poeciliopsis balsas*; del anfibio ajolote *Ambystoma zempoalensis*; de aves *Aimophila humeralis*, *Amaurospiza relicta*, *Atlapetes pileatus*, *A. virenticeps*, *Campylorhynchus gularis*, *C. jocosus*, la matraca barrada *C. megalopterus*, *Catharus occidentalis*, *Cynanthus sordidus*, *Dendrotyx macroura*, el chip rojo *Ergaticus ruber*, *Geothlypis nelsoni*, el trepador gorjiblanco *Lepidocolaptes leucogaster*, *Melanerpes chrysogenys*, *M. hypopolius*, *Melospiza kieneri*, el gorrión serrano cachetioscuro *Oriturus superciliosus*, *Ortalis poliocephala*, *Otus seductus*, *Passerina leclancherii*, el carpintero volcánico *Picoides stricklandi*, *Ridgwayia pinicola*, *Streptoprocne semicollaris*, *Toxostoma ocellatum*, *Thryothorus felix*, *Turdus rufopalliatus*, el gorrión serrano *Xenospiza baileyi*, *Xenotriccus mexicanus*; de mamíferos el ratón de los volcanes *Neotomodon alstoni* y el teporingo *Romerolagus diazi*. Todas estas especies se encuentran amenazadas y son indicadoras de alteraciones en el hábitat junto con el gavilán pechirrufo mayor *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Asio flammeus*, *A. stygius*, *Atthis heloisa*, el gran búho cornado *Bubo virginianus*, *Buteo jamaicensis*, *Buteogallus anthracinus*, la codorniz arlequín *Cyrtonix montezumae*, *Dendroica vires*, *Falco peregrinus*, *Glauclidium brasilianum*, *Icterus cucullatus*, *I. wagleri*, *Melanotis caerulescens*, *Otus asio*, *Parabuteo unicinctus*.

Aspectos económicos: industria, acuicultura, agricultura, ganadería y turismo. Pesquería de crustáceos *Cambarellus (Cambarellus) montezumae* y *Macrobrachium rosenbergii*.

Problemática:

- Modificación del entorno: desecación, deforestación, fragmentación del hábitat, construcción de carreteras, crecimiento poblacional, erosión, abatimiento de manantiales, pastoreo y quema.
- Contaminación: por agroquímicos, descargas de ingenios, industrias y aguas residuales.
- Uso de recursos: especies introducidas de carpa *Cyprinus carpio*, mojarra azul *Lepomis macrochirus*, tilapia azul *Oreochromis aureus*, el guppy *Poecilia reticulata* y del crustáceo *Macrobrachium rosenbergii*. Agua para uso agrícola, urbano e industrial. Uso de suelo agrícola, industrial y recreativo (balnearios).

Conservación: preocupa la reducción y fragmentación de hábitats y la introducción de especies exóticas. Es una zona transicional de las regiones Neártica y Neotropical con una gran riqueza florística y faunística. Representa un área importante para el valle de Cuernavaca debido a su gran permeabilidad edáfica, en donde se recargan los mantos acuíferos que surten al valle. Comprende el Parque Nacional Lagunas de Zempoala y el Corredor Biológico Ajusco – Chichinautzin; así como parte del Parque Nacional Volcanes Iztaccíhuatl – Popocatepetl. Comprende también parte del área natural protegida a nivel estatal Sierra de Huautla.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma del Estado de México; Universidad Autónoma de Morelos; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; Instituto de Biología, UNAM; Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco; Instituto Nacional de Ecología.

68. REMANENTES DEL COMPLEJO LACUSTRE DE LA CUENCA DE MÉXICO

Estado(s): D.F. y Edo. de México

Extensión: 2 019.92 km²

Polígono: Latitud 19°54'00" - 19°04'48" N
 Longitud 99°08'24" - 98°45'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos: canales y lagos relictos de Xochimilco y Chalco, lagos de Texcoco y Zumpango, Ciénega de Tláhuac, vasos reguladores y de recreación.

Lóticos: ríos Magdalena, San Buenaventura, San Gregorio, Santiago, Texcoco y Armea, arroyo San Borja. Aguas subterráneas del sistema acuífero del Valle de México.

Limnología básica: gasto del acuífero de 45 m³/s (1996).

Geología/Edafología: los suelos en la cuenca del Valle de México son ricos en materia orgánica y nutrientes tipo Feozem.

Características varias: clima templado subhúmedo y semiseco templado con lluvias en verano. Temperatura media anual 2-12 °C. Precipitación total anual 1 200-2 000 mm.

Principales poblados: zona metropolitana Cd. De México, Zumpango de Ocampo, Texcoco de Mora, Xochimilco, Tláhuac, Cd. Netzahualcoyotl, Chalco. Esta región está delimitada al Sur: Xochimilco, Tláhuac, Chalco. Este: Texcoco y Chiconautla. Oeste: Cd. de México. Norte: Coyotepec, Tizayuca, Los Reyes

Actividad económica principal: 45% de la industria nacional y agricultura intensiva



Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: hay lagos, presas, ríos y arroyos (muy alterados, en proceso de desaparición o remanentes). Vegetación acuática: *Potamogeton* spp, *Myriophyllum* spp, *Utricularia* spp, *Isoetes* spp. Fauna característica: de insectos *Nymphoides fallax*, coleópteros y dípteros (Hidrophilidae, Chironomidae, Sifidae, Ephydriidae); de crustáceos, existen nuevos registros para cladóceros y copépodos así como un nuevo género de cladótero para esta cuenca; de peces *Chirostoma humboldtianum*, *Girardinichthys multiradiatus*, *G. viviparus*; de anfibios *Ambystoma altamirani*, *A. mexicanum*, *A. rivularis*, *A. velasco* (posible extinción) y *Rana tlaloci* (posible extinción). En el lago de Texcoco la diversidad de aves registradas es de 134, de las cuales 74 son de ambientes acuáticos. Las aves que se reproducen son las gargetas *Anas acuta*, *A. americana*, de color café *Anas cyanoptera*, las gargetas de alas azules *Anas discors*, el pato mexicano *Anas platyrhynchos*? *diazii*, *Asio flammeus*, *Buteo jamaicensis*, *Calidris bairdii*, *C. minutilla*, *Circus cyaneus*, *Falco peregrinus*, el pato tepallate *Oxyura jamaicensis*, *Parabuteo unicinctus*, *Phalaropus tricolor*. La Ciénega de Tláhuac las aves características son *Agelaius phoeniceus*, *Anas acuta*, *A. americana*, *A. clypeata*, *A. cyanoptera*, *A. discors*, *Bubulcus ibis*, *Calidris bairdii*, *Egretta alba*, *E. tricolor*, *E. thula*, *Limnodromus scolopaceus*, *Oxyura jamaicensis*, *Plegadis chihi*. Endemismos de las plantas *Nymphaea gracilis* y *Salix bonplandiana*; sin embargo en la actualidad el endemismo es bajo debido a la fuerte alteración de los ecosistemas. La mayoría de estas especies se encuentran amenazadas por pérdida de hábitat, introducción de especies exóticas, sobreexplotación de los recursos hídricos y contaminación por materia orgánica e industrial.

Aspectos económicos: pesquería del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, charales, acociles y carpas; agricultura intensiva e industria. Abasto de agua a la Cd. de México.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, denudación y erosión de suelos, desecación de lagos, pérdida de hábitats terrestres y acuáticos, sobreexplotación y agotamiento de acuíferos y cambios en el patrón hidrológico. Crecimiento urbano sin planificación.

- Contaminación: por influencia de la zona urbana-industrial: metales pesados, nitratos y materia orgánica. Hay 5 sitios de confinamiento de desechos sólidos y sitios clandestinos. Entre 50 y 55 m³/s de aguas residuales domésticas e industriales son exportadas sin tratamiento fuera de la cuenca. Los ríos Tula, Moctezuma y Pánuco reciben aguas residuales y urbanas altamente contaminadas. También existe contaminación por fertilizantes, biocidas, bacterias coliformes totales y coliformes fecales.

- Uso de recursos: especies terrestres y acuáticas amenazadas. Especies introducidas de carpa común *Cyprinus carpio*, charal prieto *Chirostoma attenuatum*, tilapias azul *Oreochromis aureus* y negra *O. mossambicus*, espada de Valles *Xiphophorus variatus*. Se extraen aproximadamente 45 m³/s del sistema acuífero del Valle de México causando hundimientos del terreno. Para complementar el abasto se extrae y bombea agua de los ríos Lerma y Cutzmalá, afectando cuencas externas.

Conservación: gran parte de los endemismos han desaparecido, así que se recomienda censar y conservar a los que aún existen. Hay conocimiento de los cuerpos de agua superficiales; el aspecto de aguas subterráneas requiere de mayores estudios en cuanto a su funcionamiento y en cuanto a las extracciones de acuíferos se hacen a pesar de las consecuencias. Existe información gubernamental no disponible para el público. Los sistemas naturales están desarticulados aunque quedan microambientes relictos y en algunos vasos reguladores se conservan especies de aves migratorias.

Grupos e instituciones: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Biología, Instituto de Ecología, Instituto de Ingeniería, Fac. Ciencias, Instituto de Geofísica, UNAM; Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa y Xochimilco; Comisión Nacional del Agua, Lab. San Bernabé, SEMARNAP; Departamento del Distrito Federal, Lab. Central de la DGCOH; Instituto Politécnico Nacional.

69. LLANOS DE APAN

Estado(s): Hidalgo y Tlaxcala

Polígono: Latitud 20°04'48" - 19°27'00" N
Longitud 98°38'24" - 98°12'36" W

Extensión: 2 184.83 km²

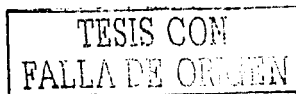
Recursos hídricos principales

lénticos: lagos-cráter de Apan, Jalene, Atoche, Tecocomulco y San Antonio de Atocha
lóticos: ríos San Miguel, Tecocomulco y Papalote, arroyos Columpio y Tízar

Limnología básica: área: 4.5 ha aproximadamente.

Geología/Edafología: suelos tipo Regosol, Feozem y Cambisol.

Características varias: clima templado subhúmedo y semiseco templado con lluvias en verano. Temperatura media anual 12-14 °C. Precipitación total anual 600-700 mm.



Principales poblados: Apan, Cd. Sahagún, Tepeapulco, Calpulalpan

Actividad económica principal: industrial y agrícola

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino, de encino, de pino-encino, matorral crasicaule, nopalera y pastizal inducido; comunidades de macrofitas. Ictiofauna característica de *Girardinichthys viviparus* y *Heterandria jonesi*, las cuales se encuentran amenazadas junto con las aves *Anas acuta*, *A. americana*, *A. discors*, *A. fulvigula*, *Aythya affinis*, *Buteo jamaicensis*, *Circus cyaneus*.

Aspectos económicos: industria pesada (siderurgia, maquinaria, equipo y material de transporte). Pesquerías del charale *Chirostoma jordani*, de la carpa *Cyprinus carpio* y del pez espada de Valles *Xiphophorus variatus*.

Problemática:

- Modificación del entorno: lagos de la Faja Volcánica Transmexicana muy afectados por urbanización, agricultura e industria.

- Contaminación: urbana e industrial

- Uso de recursos: especies introducidas de carpa *Cyprinus carpio* y *Xiphophorus variatus*.

Conservación: a pesar de ser pequeños, los lagos cráter son importantes por las aguas subterráneas y el conocimiento de los mantos freáticos. La biodiversidad acuática es desconocida pero debe tener fauna íctica característica. La zona no ha sido evaluada.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Hidalgo

70. CUENCA ORIENTAL

Estado(s): Puebla, Tlaxcala y Veracruz

Extensión: 4 958.60 km²

Polígono: Latitud 19°42'00" - 18°57'00" N
Longitud 98°02'24" - 97°09'00" W

Recursos hídricos principales

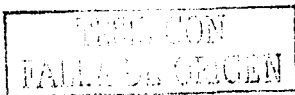
lénticos: lagos Totolango, Alchichica, San Luis Atexcac, La Preciosa, Aljojuca, San Miguel Tecuítlapa, Quechulac, Totolcingo y Ovando, pantanos de Tepeyahualco y presas

lóticos: ríos permanentes e intermitentes La Caldera, Xonecuila, Quetzalapa, Piedra Grande, arroyos temporales, manantiales El Carmen, Vicencio, Ojo de Agua, Lara Grajales. Gran cantidad de aguas subterráneas.

Limnología básica: salinidades: 1.2-14 gr/l; pH=8-9; O₂=0-6.5 mg/l; temperatura anual promedio entre 12.8-14.4°C; precipitación anual promedio entre 425-656 mm; conductividad entre 850 y 13 000 μ mhos/cm a 25°C; El análisis del agua de los lagos señala una elevada concentración de aniones y cationes, lo que permite dividirlos en dos grupos: los salinos formado por los lagos de Alchichica y Atexcac y los diluidos formado por los lagos restantes. De manera general se puede definir al agua de los lagos como alcalina, con alta concentración de cloruros y bicarbonatos, y una concentración variable de sodio y magnesio. El sedimento de todos los lagos es de textura arenosa y lodosa, con baja concentración de nutrientes. Se les considera lagos quimiomíticos y monomíticos templados. Estos cuerpos de agua corresponden con diastremas o maars y se les incluye dentro del tipo 11 de la clasificación de Hutchinson (1975). En la actualidad los lagos de Tepeyahualco y Totolcingo son lagos terminales. Las características morfométricas de los principales lagos son las siguientes:

Lagos-cráter	Área superficial (km ²)	Volumen (m ³ X 10 ⁶)	Profundidad máxima (m)
Alchichica	1.81	69.9	64.6
La Preciosa	0.78	16.2	45.5
Quechulac	0.50	10.9	40.0
Aljojuca	0.44	11.6	50.6
Atexcac	0.29	6.1	39.1
Tecuítlapa	0.26	0.35	2.5

Geología/Edafología: se trata de una cuenca endorréica, aproximadamente 4 982 km², localizada en el sureste del Altiplano Mexicano; situada entre la Faja Volcánica Transmexicana y el sureste de la Sierra Madre Oriental. Comprende los llanos de San Juan y San Andrés. Predominan suelos con sustrato calizo tipo



Rendzina además de Regosol, Litosol, Feozem, Andosol y Cambisol. Tiene contacto con zonas tropicales húmedas al este y templadas al norte y al oeste.

Características varias: clima templado subhúmedo y semiseco templado con lluvias en verano. Temperatura media anual 12-16 °C. Precipitación total anual 400-800 mm. Elevación mayor a 2 300 msnm.

Principales poblados: El Carmen, Tlax., Perote, Ver., Oriental, Pue.

Actividad económica principal: agricultura, ganadería e industria de la construcción (yesos).

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral xerófilo, bosques de pino (*Pinus*), de encino (*Quercus*), de pino-encino, de oyamel, matorral de coníferas (*Juniperus*), matorral con isotes (*Yucca*), vegetación halófila, pastizal natural; comunidades de peces, anfibios, invertebrados (hemípteros, crustáceos y anélidos). Flora característica: *Abies religiosa*, *Pinus hartwegii*, *P. moctezumae*. El lago de Alchichica presenta características ecológicas únicas con un alto grado de endemismos y fisiográficas particulares debido a la presencia de depósitos estromatolíticos producidos por intensa actividad biogénica. La intervención de las algas en esas formaciones es remarkable y las diferencias morfológicas aparentes están ligadas a la presencia de especies diferentes. Las especies dominantes que integran estos estromatolitos son nuevas para la ciencia y el principal rasgo fisiográfico del lago es el estromatolito tipo esponjoso constituido por *Enthophysalis atrata*, *Enthophysalis* sp., *Calothrix* cf. *parletina* y *Calothrix* sp. y el estromatolito tipo columnar constituido por *Enthophysalis lithophyla* y *Nitzschia* sp. Sobre esta cama de estromatolitos, en partes profundas del lago se desarrolla una comunidad abundante de *Cladophora* con un alto grado de epitismo de cianoprocariontes (también especies nuevas) *Chamaesiphon halophilus*, *Heteroleibleinia profunda*, *Mantellum rubrum* y *Xenococcus candelariae*. También se han encontrado en fitoplancton, 23 géneros agrupados en tres divisiones: crisofita con catorce géneros, cianofita con cinco y clorofita con cuatro. Las especies dominantes a lo largo del año son *Agmenellum* sp., *Amphora* sp., *Chaetoceros similis*, *Coccinodiscus* sp., *Cyclotella striata*, *Nodularia spumigana*, *Stephanodiscus niagarae* y *Synechocystis* sp. En cuanto a la flora acuática, las especies mejor representadas en los lagos cráter son los hidrófitos enraizados emergentes *Eleocharis montevidensis*, *Juncus andicola*, *J. mexicanus*, *Phragmites australis*, *Scirpus californicus* y *Typha domingensis*; los hidrófitos enraizados sumergidos *Cyperus laevigatus*, *Potamogeton pectinatus* y *Ruppia maritima* y el hidrófito libremente flotador *Lemna gibba*. La mayoría de estas especies son indicadoras de condiciones extremas caracterizadas por las altas concentraciones iónicas del agua y el pobre contenido de nutrientes. Endemismo del anfibio *Ambystoma subsalsum* y de peces como *Evarra bustamantei*, *E. eigenmanni*, *E. tlahuacensis*, *Poblana alchichica alchichica*, *P. alchichica squamata*, *Poblana ferdebueni*, *P. letholepis*. Estas especies junto con *Chirotostoma* sp., y *Heterandria jonesi* se encuentran amenazados por desecación e introducción de especies exóticas y se caracterizan por presentar distribución restringida. Endemismos: de aves *Atlapetes pileatus*, *Catharus occidentalis*, *Ergaticus ruber*, *Oriturus superciliosus*. Especies amenazadas: de aves *Buteo jamaicensis* y *Circus cyaneus*.

Aspectos económicos: las pesquerías de ateriñidos (charales), ciprínidos, ajolotes, acociles y del crustáceo *Cambarellus (Cambarellus) montezumae* han sido mermadas por problemas de desecamiento del lago Totolcingo. Agricultura de temporal y de riego, acuicultura y captación de agua. Recursos de energía geotérmica.

Problemática:

- Modificación del entorno: vegetación original removida para agricultura, tala forestal, pastoreo, quema, construcción de carreteras, desecamiento y sobreexplotación de agua para uso urbano. Problemas de erosión hídrica y eólica, así como de salinización de los suelos y del agua.

- Contaminación: por basura, detergentes y agroquímicos.

- Uso de recursos: especies introducidas de carpas dorada *Carassius auratus* y común *Cyprinus carpio* y de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*.

Conservación: la región tiene un alto impacto debido a la agricultura y al pastoreo intenso, la explotación de acuíferos y el cultivo de peces exóticos. Comprende parte del Parque Nacional La Malinche.

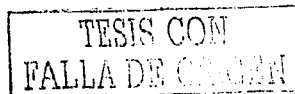
Grupos e Instituciones: Escuela Nacional de Estudios Profesionales – Iztacala, Facultad de Estudios Superiores - Zaragoza, Instituto de Geofísica, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Facultad de ciencias, UNAM.

REGIÓN GOLFO DE MÉXICO

71. RÍO SAN FERNANDO

Estado(s):	Tamaulipas
Polígono:	Latitud 24°59'24" - 23°57'00" N
	Longitud 98°45'36" - 97°38'24" W

Extensión: 4 540.55 km²



Recursos hídricos principales

lénticos: lagos de la Nacha y La Piedra, estuarios, humedales

lóticos: río San Fernando o Conchos, arroyos

Limnología básica: área: 15 640 km²; escurrimiento virgen: 756 Mm³; hay influencia salina; alta concentración de nutrientes.

Geología/Edafología: zona de llanuras con suelos profundos y fértiles tipo Vertisol, Castañozem, Rendzina, Xerosol, Zolonchak y Gleysol.

Características varias: clima semiseco muy cálido, semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año. Temperatura media anual de 22-24 °C. Precipitación total anual de 600-700 mm.

Principales poblados: San Fernando, Méndez

Actividad económica principal: industria, pesquera, agrícola y ganadera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral submontano, pastizal inducido, halófilo y cultivado, mezquital, vegetación halófila. Flora característica: *Acacia berlandierii*, *Cordia boissieri*, *Heliota parviflora*, *Quercus cambye*, *Q. opaca*, *Q. prinsel*, *Q. rysophylla*. Alta diversidad de crustáceos. Ictiofauna característica: *Cyprinodon bobmilleri*, *C. eximius*, *C. variegatus*, *Eleotris abacurus*, *Ictalurus punctatus*, *Ictiobus niger*, *I. bubalus*, *Poecilia mexicana*, *Pylodictis olivaris*. Especies amenazadas: de aves *Accipiter cooperii*, *A. striatus*, *Amazona oratrix*, *A. viridigenalis*, *Asio flammeus*, *Bubo virginianus*, *Buteo albicaudatus*, *B. jamaicensis*, *B. nitidus*, *Buteogallus anthracinus*, *Charadrius montanus*, *Falco femoralis*, *Glaucidium brasilianum*, el bolsero de Audubon *Icterus graduacauda*, *Myadestes townsendi*, *Otus asio*, *Regulus calendula*, *Strix occidentalis*, *S. virgata*. La cabecera de la cuenca está menos alterada y posiblemente la diversidad es alta. Constituye el límite norte de la región Neotropical; hacia la desembocadura hay un sistema lagunar estuarino asociado a laguna Madre el cual es límite de distribución del reptil *Siren intermedia*. Se presenta la colonia de anidación más importante de *Zenaidura macroura*.

Aspectos económicos: producción pesquera, industrial (empacadoras y maquiladoras), agrícola (sorgo, henequén, cártamo, cítricos y soya principalmente) y ganadera (ganado bovino y caprino). Existe el petróleo como recurso estratégico. El agua se usa para riego, abastecimiento a municipios y acuicultura. Minería (zinc, dolomita, cobre y plata).

Problemática:

- Modificación del entorno: los suelos son salinos y se incrementa la salinización por riego intenso (amenaza potencial) y agotamiento del agua. Alteración en los cuerpos acuáticos por la presencia de *Hydrilla verticillata* (maleza acuática).

- Contaminación: por aguas residuales, desechos sólidos y agroquímicos. Concentración media de DBO y DQO en las partes bajas.

- Uso de recursos: especies introducidas de bagre e *Hydrilla verticillata*. Se pesca carpa, matalote, bagre, catán, lobina, lisa y rana. La zona estuarina es área de crianza de crustáceos y moluscos. Uso de suelo agrícola.

Conservación: necesidad de conservar y conocer la diversidad de la cabecera de la cuenca; vigilar el manejo del cultivo de cítricos por lixiviación de agroquímicos; control en la introducción de especies exóticas. Falta un inventario de especies nativas y estudios sobre la carga de nutrientes y problemas de eutroficación.

Grupos e instituciones: Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Instituto de Ecología y Alimentos, UAT - Cd. Victoria; Instituto Tecnológico de Cd. Victoria; Universidad del Noreste - Tampico; Facultad de Biología, UANL.

72. RÍO TAMESÍ

Estado(s): Tamaulipas

Extensión: 15 735.2 km²

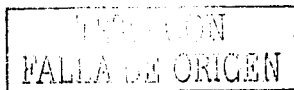
Polígono: Latitud 23°57'36" - 22°12'36" N
Longitud 99°51'36" - 98°10'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagos Tortugas, Altamira, de Chairel y de la Culebra, humedales, cenotes

lóticos: ríos Tamesí, Sabinas, Mante y Guayalejo, arroyos de las Ánimas, Tantoán, Naranjo y Naranjal

Limnología básica: ND



Geología/Edafología: comprende sierras plegadas y sierras complejas como las sierras Sta. Clara, los Nogales, Tamalave y Cucharas. Suelos tipo Rendzina, Cambisol, Vertisol y Litosol.

Características varias: clima cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 22-26 °C. Precipitación total anual de 700-1200 mm.

Principales poblados: Gómez Farfás, Cd. Mante, Altamira, Jaumave.

Actividad económica principal: ingenios azucareros, agricultura de riego y de temporal, ganadería y termoeléctrica.

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: tular-popal, manglar, palmar, selva mediana superrennifolia, selva baja caducifolia, bosques de pino-encino, de encino, mesófilo de montaña, matorral xerófilo, pastizal inducido y cultivado. Muchas especies tropicales de plantas tienen en esta región su límite norte; existe además, una mezcla fascinante de especies neotropicales y boreales templadas. Flora característica: *Abutilon procerum*, *Acalypha tamaulipasensis*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Carpinus caroliniana*, *Cedrela mexicana*, *Cercis canadensis* var. *mexicana*, *Clethra pringlei*, *Comarostaphylis sharpii*, *Croton niveus*, *Ebanopsis illexcaule*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Fagus mexicana*, *Leucaena pulverulenta*, *Liquidambar styraciflua*, *Louteridium tamaulipense*, *Macromeria alba*, *Magnolia tamaulipana*, *Mirandaceltis monoica*, *Omphalodes richardsonii*, *Ostrya virginiana*, *Phoebe tampicensis*, *Pinus patula*, *P. pseudostrubus*, *P. teocote*, *Podocarpus reichei*, *Prosopis juliflora*, *Quercus affinis*, *Q. crassifolia*, *Q. chrysophylla*, *Q. germana*, *Q. sartorii*, *Q. xalapensis* y *Verbesina richardsonii*. Ficolora característica de las lagunas y cenotes: Clorophyta: *Cladophora* sp., *Closterium aceroseum*, *C. ehrenbergii*, *Cosmarium cynthia*, *C. granatum*, *C. reniforme*, *C. trupinii*, *Pediastrum duplex* var. *duplex*, *P. tetras*, *Scenedesmus abundans*, *S. acuminatus*, *S. quadricauda*, *Spirogyra* spp; Cyanophyta: *Anabaena* sp., *Chroococcus turgidus*, *Gomphosphaeria aponina*, *Merismopedia elegans*, *M. minima*, *Oscillatoria* spp, *Synechocystis aquatilis*; Euglenophyta: *Euglena spirogyra*, *Phacus curvicauda*, *Trachelomonas armata*, *T. hispida*, *T. volvocina*; Chromophyta: *Coccinodiscus* sp., *Cymbella* sp., *Fragilaria crotonensis*, *Fragilaria* sp., *Liomophora* sp., *Pinnularia gibba*, *Pinnularia* sp., *Synedra ulna*, *Surirella* sp. Fauna característica: de peces *Agonostomus monticola*, *Awaous tajásica*, *Cyprinodon eximius*, *Eleotris abacurus*, *E. pisonis*, *Gambusia aurata*, *Gobionellus atripinnis*, *G. boleosoma*, *Heterandria jonesi*, *Ictalurus furcatus*, *I. punctatus*, *Ictiobus bubalus*, *Ophisternon aenigmaticum*, *Poecilia formosa*, *P. latipinna* (límite sur de distribución), *P. mexicana*, *Pylodictis olivaris*, *Xiphophorus montezumae*, *X. nezahualcoyotl*; de aves *Anas clypeata*, *A. cyanoptera*, *A. discors*, *Anser albifrons*, *Crax rubra*, *Dendrocygna autumnalis*, *Himantopus mexicanus*, *Oxyura dominica*, *Penélope purpurascens*. Especies endémicas de crustáceos *Palaemonetes hobbsi*, *P. kadiakensis*, *P. mexicanus*, *Procambarus (Ortmannicus) acutus* y *Procambarus (Ortmannicus) acutus cuevachicae*; de peces *Cichlasoma pantostictum*, *Dionda erimyzonops*, *Notropis tropicus*, *Poecilia latipunctata*; de aves *Amazona viridigenalis*, *Aratinga holochlora*, *Corvus imparatus*, *Geothlypis flavovelata*, *Piculus aurogenus*, *Rhodothraupis celaeno*. Especies amenazadas de peces *Cyprinodon eximius*, *Poecilia latipunctata*; del reptil *Kinosternon herrerai*; de aves *Amazona oratrix*, *A. viridigenalis*, *Ara militaris*, *Aratinga holochlora*, *Bubo virginianus*, *Buteo jamaicensis*, *B. magnirostris*, *Buteogallus urubitinga*, *Crax rubra*, *Falco femoralis*, *F. peregrinus*, *Geothlypis flavovelata*, *Icterus cucullatus*, *Otus asio*, *Penelope purpurascens*, *Rhynchopsitta terrisi*; de mamíferos el coyote *Canis latrans*, el jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el gato montes *Lynx rufus*, la nutria *Lutra longicaudis annectens*, el jaguar *Panthera onca*, la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus*, el oso negro *Ursus americanus*, otros mamíferos de menor talla como el cacomiltle *Bassariscus astutus*, el tlacuache *Didelphis virginiana*, el cabeza de viejo *Eira barbara*, la comadreja *Mustela frenata*, el coatí *Nasua narica nelsoni*, el mapache *Procyon lotor*, los zorritos *Conepatus leuconotus*, *Mephitis macroura* y *Spilogale putorius*, los roedores *Cryptotis mexicana*, *Orthogeomys hispidus*, *Peromyscus ochraventer* y *Reithrodontomys megalotis*. La planta *Acrostichum* sp. es indicadora de alteración.

Aspectos económicos: actividad industrial, agropecuaria, pesquera y de transporte. Hay pesca deportiva. Uso del agua para riego, acuicultura y abastecimiento urbano e industrial. Pesca del crustáceo *Macrobrachium acanthurus*.

Problemática: violación de vedas pesqueras y tallas mínimas; extracción excesiva de agua.

- Modificación del entorno: tala no planeada, extracción de agua, desecación, desforestación, formación de canales, construcción de caminos.

- Contaminación: por agroquímicos, aguas residuales domésticas e industriales, descargas termales y salobres.

- Uso de recursos: Nutrias, sábalos y crustáceos en riesgo. Especies introducidas de plantas acuáticas *Eichhornia crassipes* e *Hydrilla verticillata* ampliamente distribuidas y de la tilapia *Oreochromis mossambicus*. Se han registrado florecimientos de organismos zooplanctónicos.

Conservación: preocupa la degradación del sistema como parte de la Reserva de la Biosfera El Cielo, para lo cual deben ejecutarse planes de manejo; la desecación y sobreexplotación en humedales debe detenerse pues soporta a varias comunidades además de ser una fuente de abastecimiento de recursos alimenticios. No hay un estudio continuo e integral de la zona; no se da un seguimiento de la información que se adquiere,

ni existen apoyos para integrar la información existente entre instituciones, dependencias y ONG. Faltan inventarios de flora y fauna acuática y terrestre.

Grupos e instituciones: Universidad del Noreste; Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP; UAT, Instituto de Ecología y Alimentos, UAT – Cd. Victoria; Instituto Tecnológico de Cd. Victoria; Instituto de Biología, UNAM.

73. CENOTES DE ALDAMA

Estado(s): Tamaulipas

Extensión: 5 014.28 km²

Polígono: Latitud 23°22'48" - 22°16'48" N
Longitud 98°26'24" - 97°45'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos: cenotes, lagos, reservorios

lóticos: río el Tigre y arroyos.

Limnología básica: Aguas subterráneas hidrotermales sulfurosas.

Geología/Edafología: suelos salinos tipo Feozem y Vertisol. Minerales de kalenita y montmorillonita.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 22-26 °C. Precipitación total anual de 800-1200 mm.

Principales poblados: Aldama

Actividad económica principal: ganadería y agricultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de coníferas y encinos, selva baja caducifolia, matorral espinoso, encinar tropical y pastizal halófilo y cultivado. Por la integridad del ecosistema, la biota de estos ambientes puede estar bien representada. Endemismo del crustáceo *Procambarus (Ortmannicus) acutus cuevachiae* y del pez *Prietella lundbergi*. Especies amenazadas de tortugas y ranas; de aves *Amazona oratrix*, *A. viridigenalis*, *Aratinga holochlora*, *Bubo virginianus*, *Buteo jamaicensis*, *B. magnirostris*, *Otus asio*.

Aspectos económicos: acuicultura, actividad ganadera y agrícola, servicios de abastecimiento de agua y riego; industria (empacadoras y rastro).

Problemática:

- Modificación del entorno: formación de canales, desecación y modificación de la vegetación para agricultura.

- Contaminación: por agroquímicos, desechos sólidos y aguas residuales

- Uso de recursos: uso de suelo agropecuario en la planicie y para acuicultura.

Conservación: preocupa el incremento de la actividad turística (buceo); se desconoce el sistema de manera integral, pero por su poca alteración conviene conservarlo. Faltan estudios en el área, listas de especies y estudios ecológicos.

Grupos e instituciones: Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad del Noreste Instituto de Ecología y Alimentos, UAT – Cd. Victoria; Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP; Instituto de Biología, UNAM; Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey – Campus Monterrey; Universidad Autónoma de Tamaulipas.

74. LAGO DE LA MEDIA LUNA

Estado(s): San Luis Potosí

Extensión: 1 293.51 km²

Polígono: Latitud 22°12'36" - 21°46'48" N
Longitud 100°17'24" - 99°43'12" W

Recursos hídricos principales

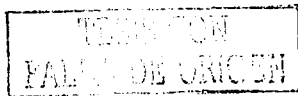
lénticos: lago de La Media Luna

lóticos: río Verde, arroyos, canales para riego

Limnología básica: aguas subterráneas importantes que alimentan a los lagos por medios freáticos y manantiales sin contaminación.

Geología/Edafología: Se caracteriza por presentar rocas sedimentarias; suelos con sustrato calizo tipo Rendzina, Vertisol, Fluvisol, Feozem, Xerosol y Litosol.

Características varias: clima semiseco semicálido con lluvias en verano. Temperatura media anual de 20-22



°C. Precipitación total anual de 500-700 mm.

Principales poblados: El Refugio, Río Verde

Actividad económica principal: agricultura de riego y de temporal, ganadería moderada y ecoturismo

Indicadores de calidad de agua: oligotrófico

Biodiversidad: tipos de vegetación: matorral submontano, mezquital, matorral desértico micrófilo, comunidades de hidrófitas, algas litorales litofíticas, perifiton. Ictiofauna característica: *Ataeniobius toweri*, *Dionda dichroma*, *Gambusia regani*, *Poecilia latipunctata*, *P. mexicana*. Endemismo de crustáceos *Palaemonetes lindsayi*, *Procambarus (ortmannicus) xilitlae*, *Procambarus (Pennides) robertii*; de peces *Cichlasoma bartoni*, *C. labridens*, *Cichlasoma* sp., *C. steindachneri*, *Cualac tessellatus*, *Dionda mandibularis*, *Ictalurus mexicanus*. Todas estas especies amenazadas por presión antropogénica y por especies introducidas, especialmente los crustáceos y peces endémicos.

Aspectos económicos: pesquería de langostinos. Área poco desarrollada con actividades agrícolas de baja intensidad; riego de importancia local a nivel regional y ecoturismo en la laguna, sitio muy visitado como balneario y para bucear.

Problemática:

- Modificación del entorno: turismo excesivo, utilización de la laguna como balneario, sobrepastoreo.
- Contaminación: por basura, agroquímicos y fertilizantes.
- Uso de recursos: especies introducidas de tilapia.

Conservación: se requiere de un control de la destrucción física del hábitat por uso turístico, así como del monitoreo de los aportes de agroquímicos y fertilizantes de los alrededores. Faltan monitoreos de la calidad del agua e inventarios faunísticos (invertebrados) y florísticos (plantas y algas).

Grupos e instituciones: Universidad del Noreste - Tampico.

75. CONFLUENCIA DE LAS HUASTECAS

Estado(s): Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro

Extensión: 27 404.85 km²

Polígono: Latitud 22°16'48" - 20°19'48" N
Longitud 101°21'00" - 98°01'12" W

Recursos hídricos principales

Iéuticos: presa Zimapán, lagos Meztitlán y Molango

Ióticos: ríos Santa María, Bagres, Jalpan, de las Albercas, Naranjo, Mesillas, Tamuín o Pánuco, Grande de Meztitlán, San Pedro, Gallinas, Tampaón, Choy, Moctezuma, Ojo Frío, Tempoal o Calabazo, Tulancingo, Hondo, Amajac, del Hule, Axtla y Matlapa, arroyos, manantiales, cascadas, aguas hidrotermales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: rodeado por las sierras Alaquines, Jalpan, Tanchipa, Huayacocotla, Zimapán, los Mármoles y Pachuca. Zona característica por su origen kárstico y su inaccesibilidad; existe una gran variedad de suelos tipo Regosol, Vertisol, Litosol, Rendzina y Cambisol.

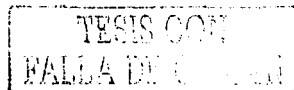
Características varias: clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, templado subhúmedo y cálido subhúmedo con lluvias en verano y principios de otoño. Temperatura media anual de 12-26 °C. Precipitación total anual de 700-3000 mm.

Principales poblados: Cd. Valles, Zimapán, Tamazunchale, Huejutla, Chicaltepec, Tlanchinol, Jacala, Meztitlan, Molango

Actividad económica principal: cultivo de cítricos, caña de azúcar, café, ganadería, agricultura de subsistencia, de temporal y de riego, silvicultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de pino, de encino, mesófilo de montaña, selva alta y mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, pastizal cultivado, inducido y natural, comunidades algales (litorales epilíticas), vegetación riparia. Alta diversidad de hábitats: lagos, reservorios, ríos, arroyos, cavernas y ríos subterráneos; así como de invertebrados, anfibios, algas y plantas vasculares. Flora característica: *Acacia farnesiana*, *Adiantum tricholepis*, *Bromelia pinguin*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Chamaedorea radicalis*, *Croton ciliatoglandulifer*, *C. niveus*, *Guazuma ulmifolia*, *Karwinskia humboldtiana*, *Lantana camara*, *Lysiloma divaricata*, *L. microphylla*, *Mirandaceltis monoica*, *Pinus patula*, *Quercus oleoides*, *Sabal mexicana*, *Setaria geniculata*, turberas de *Sphagnum*, *Wimmeria concolor*, *Zanthoxylum lagara*. Fauna característica: de peces *Algansea tinicella*, *Astyanax jordani*, *A. mexicanus*, *Ataeniobius toweri*, *Awaous tajasica*, *Cichlasoma steindachneri*, *Cyprinella lutrensis*, *Dorosoma petenense*,



Eleotris abacurus, *E. pisonis*, *Fundulus grandis*, *Gambusia affinis*, *G. panuco*, *G. rachowi*, *G. regani*, *G. vittata*, *Gobionellus atripinnis*, *G. boleosoma*, *Heterandria bimaculata*, *H. jonesi*, *Ictalurus australis*, *I. furcatus*, *I. punctatus*, *Ictiobus bubalus*, *I. labiosus*, *Ophisternon aenigmaticum*, *Poecilia formosa*, *P. latipinna*, *P. mexicana*, *Poecilopsis gracilis*, *Pygodictis olivaris*, *Xenoporphus captivus*, *Xenotoca variata*, *Xiphophorus birchmanni*, *X. continens*, *X. cortezi*, *X. malinche*, *X. montezumae*, *X. multilineatus*, *X. nezahualcoyotl*, *X. nigrensis*, *X. pygmaeus*, *X. variatus*; de aves el loro de frente roja *Amazona autumnalis*, *A. viridigenalis*, *Crax rubra*, *Dendrotyx barbatus*, *Penelope purpurascens*; de mamíferos *Chaetodipus lineatus*, *Dipodomys nelsoni*, *Neotoma goldmani*, *Odocoileus virginianus*, *Peromyscus furvus*, *P. melanophrys*, *Corynorhinus mexicanus*, *Rhogeessa alleni*, *Sciurus alleni*, *Syrrhaptes floridanus*, *Pecari tajacu*. Especies endémicas de crustáceos *Palaemonetes mexicanus*, *Procambarus (Ortmannicus) acutus cuevachicae*, *Procambarus (Ortmannicus) ortmanii*, *Procambarus (Ortmannicus) villalobosi*, *Procambarus (Ortmannicus) xilitlae*, *Procambarus (Scapullicambarus) strenthi*, *Troglomexicanus huastecae*, *T. perezfarfanta* y *T. Tamaulipenses*; de peces *Cichlasoma bartoni*, *C. cyanoguttatum*, *C. labridens*, *Cualac tessellatus*, *Dionda catostomops*, *D. dichroma*, *D. erimyzonops*, *D. ipni*, *D. mandibularis*, *D. rasconis*, *Heterandria sp.*, *Ictalurus mexicanus*, *Notropis calientis*, *N. salei*, *N. tropicus*, *Poecilia latipunctata*; de aves *Atlapetes pileatus*, *Atthis heloisa*, *Campylorhynchus gularis*, *C. megalopterus*, el cuervito mexicano *Corvus imparatus*, *Cyanolyca nana*, *Dendrotyx barbatus*, *Melanotis caerulescens*, *Rhodothraupis celsaena*. Especies amenazadas: de plantas *Beaucarnea inermis*, *Brahea dulcis*, *Ceratozamia kuesteriana*, *Chamaedorea radicalis*, *Cupressus benthamii*, *Dion edule*, *Diospyros riojae*, *Encyclia mariae*, *E. cochleata*, *Harpalyce arborescens*, *Isochilus unilateralis*, *Lycaste aromatica*, *Stanhopea tigrina*, *Taxus globosa*, *Tillandsia ionantha* y *Zamia fischeri*; de peces *Ataeniobius toweri*, *Cyprinodon eximius*, *Dionda dichroma*, *Gambusia affinis*, *Goodea gracilis*, *Ictalurus australis*, *I. mexicanus*; de reptiles víbora de cascabel *Crotalus molossus*; de aves el loro de cabeza roja *Amazona viridigenalis*, la guacamaya verde *Ara militaris*, la garza morena *Ardea herodias*, *Atlapetes pileatus*, *Aulacorhynchus prasinus*, *Crax rubra*, *Cyanolyca nana*, *Dactylortyx thoracicus*, *Dendrotyx barbatus*, *Penelope purpurascens*, *Pionus senilis*; de mamíferos los murciélagos *Choeronycteris mexicana* y *Leptonycteris curasoae yerbabuena*, la musaraña *Cryptotis mexicana*, la tusa *Dipodomys phillipsii*, el yaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el metoro *Microtus quasiater*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor*, la ardilla *Sciurus oculatus*. Especies indicadoras: El alga cianofita *Nostoc mucorum* indicadora de altas concentraciones de manganeso, los hílidos indicadores de calidad del agua. En S.L.P. la influencia de aguas termales se refleja en la presencia de algas indicadoras de aguas limpias *Dichotomosyphon tuberosum* (cianofita) y la especie endémica *Basidiocladia sp.* Se ha encontrado *Cladophora sterrocladia* como único reporte para América. Último sitio de acidación y refugio de la única colonia remanente de guacamayas verdes *Ara militaris* en el Estado de Querétaro.

Aspectos económicos: actividad cementera y minera (gran extracción y yacimientos de manganeso), ganadería (ganado ovino, bovino, porcino y caprino), silvicultura (pino, oyamel y encino) y turística. Pesquería de crustáceos *Cambarellus (Cambarellus) montezumae*, *Macrobrachium acanthurus* y *M. carcinus*.

Problemática:

- Modificación del entorno: las zonas bien conservadas son de difícil acceso. Hay tala inmoderada y sobreexplotación del manto freático por la fábrica de refrescos Pepsi.
- Contaminación: por manganeso, mercurio, coliformes, derivados del beneficio del café (alta DBO).
- Uso de recursos: hay sobreexplotación de acuíferos que limitan la recarga de mantos freáticos para el abastecimiento de agua industrial, urbana y presas. Algunos manejos inadecuados por parte de ingenios azucareros. Reforestación con especies exóticas de *Eucalyptus* spp. Cacería furtiva. Actividades asociadas a la minería y yacimientos de petroleros.

Conservación: se requiere controlar al ecoturismo y a la embotelladora Pepsi. Se recomienda la conservación de las zonas que todavía no han sido alteradas. Falta conocimiento limnológico y concretar las prioridades y necesidades de la zona. Comprende la Reserva de la Biosfera Sierra de Abra Tanchipa y el Parque Nacional Sierra de los Mármoles.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de San Luis Potosí; Universidad del Noreste; Fac. de Ciencias, UNAM.

76. RÍO TECOLUTLA

Estado(s): Veracruz y Puebla

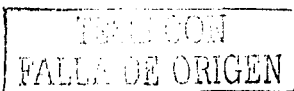
Polígono: Latitud 20°28'48" - 19°27'36" N
Longitud 98°14'24" - 96°57'00" W

Extensión: 7 950.05 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: presa Necaxa, estuario, laguna costera, marismas

lóticos: ríos Tecolutla, Necaxa, Laxaxalpa, Apulco y Tejocotal, arroyos



Limnología básica: ND

Geología/Edafología: Rodeada por las sierras de Huachinango al este y Zacapoaxtla al sur; suelos pobres, poco profundos con pendientes pronunciadas tipo Regosol, Luvisol, Feozem, Vertisol y Cambisol.

Características varias: clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano y todo el año en la parte alta de la cuenca; cálido húmedo y subhúmedo con abundantes lluvias en verano y todo el año en la cuenca baja. Temperatura media anual de 14-26 °C. Precipitación total anual de 1 200 hasta más de 4 000 mm; evaporación de 1 064-1 420 mm.

Principales poblados: Cuetzalan, Zacapoaxtla, Zapotitlán, Huauchinango, Tajín, Tecuntepec, El Espinal, Papantla, Gutiérrez Zamora, Tecolutla, Cazonos, Coatzintla, Chumatlán, Poza Rica

Actividad económica principal: agricultura, ganadería, pesca y turismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de pino, de encino, bosque mesófilo de montaña en la cuenca alta; selva mediana subperennifolia, sabana, manglar, vegetación halófila y palmar en la cuenca baja. Alta diversidad de hábitats terrestres y acuáticos, con diferentes grados de degradación a lo largo de la cuenca. Flora característica: *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Coccoloba barbadensis*, *Croton punctatus*, *Diphysa robinoides*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ipomoea imperati*, *Palafoxia lindanii*, *Panicum repens*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sporobolus virginicus*. Fauna característica: de peces *Astyanax fasciatus*, *Cathorops aguadulce*, *Gambusia rachowi*, *Gobiomorus dormitor*, *Ictiobus bubalus*; de aves *Ajaja ajaja*, *Eudocimus albus*, *Casmerodius albus*, *Mycteria americana*, *Egretta thula*. Endemismo del pez *Heterandria* sp.; de crustáceos *Procambarus (Ortmannicus) gonopodocristatus*, *Procambarus (Ortmannicus) villalobosi*, *Procambarus (Paracambarus) ortmanii*, *Procambarus (Paracambarus) paradoxus*, *Procambarus (Villalobosus) cuetzalanae*, *Procambarus (Villalobosus) erichsoni*, *Procambarus (Villalobosus) hortonhobbsi*, *Procambarus (Villalobosus) xochitlanae* y *Procambarus (Villalobosus) zihuatlensis*; del ave *Campylorhynchus gularis*. Especies amenazadas: de peces *Gambusia affinis*, *Ictalurus australis*; de aves *Accipiter striatus*, *Aulacorhynchus prasinus*, *Ciccaba virgata*, *Cyanolyca cucullata*.

Aspectos económicos: pesquerías de ostión, peces y crustáceos *Macrobrachium acanthurus* y *M. carcinus*; actividad turística; agricultura de temporal y cultivos de vainilla, café, pimienta y cítricos. Presencia de recursos estratégicos como petróleo. Abastecimiento de agua para riego y uso urbano

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, modificación de la vegetación excepto en cañadas, ganadería extensiva, pérdida de suelos por deslave, desecación de ríos y mantos freáticos. Monocultivo de maíz y manejo inadecuado del suelo.

- Contaminación: por agroquímicos que afectan el cultivo de la vainilla. Coliformes en las cuenca baja y media.

- Uso de recursos: existen recursos gaseros, abastecimiento de agua y riego.

Conservación: preocupa la tala inmoderada en la cuenca alta y se requiere de un control de coliformes en la cuenca media y baja. Se considera uno de los ríos mejor conservados de Veracruz. Faltan conocimientos generales de la zona.

Grupos e instituciones: Universidad Veracruzana - Tuxpan; Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; Instituto de Ecología A.C. - Xalapa; Fac. de Ciencias, UNAM.

77. RÍO LA ANTIGUA

Estado(s): Veracruz

Polígono: Latitud 19°13'12" - 18°51'00" N
Longitud 97°16'12" - 95°55'12" W

Extensión: 2 326.43 km²

Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: ríos La Antigua, Jalcomulco y Sta. María

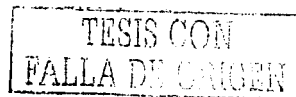
Limnología básica: intrusión salina cerca de la costa.

Geología/Edafología: suelos de tipo Feozem, Vertisol, Rendzina y Luvisol.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, cálido húmedo y semicálido húmedo con lluvias abundantes todo el año, templado húmedo y semifrío húmedo con lluvias todo el año. Temperatura media anual de 18-26 °C. Precipitación total anual de 1 500-2 500 mm.

Principales poblados: Jalcomulco, La Antigua, Tuzampán, Xico, Teocelo

Actividad económica principal: agrícola y ganadera



Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosque de pino-encino, bosque mesófilo, selva baja caducifolia, vegetación riparia, pastizal inducido y cultivado. Cañadas con comunidades ecotonales bien conservadas y cuencas cortas que recorren diferentes pisos altitudinales en espacios pequeños; cuenca alta y baja degradada por desforestación y contaminación. Zona serrana con arroyos y manantiales. Flora característica: *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Coccoloba barbadensis*, *Croton punctatus*, *Diphysa robinoides*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ipomoea imperati*, *Palafoxia lindenii*, *Panicum repens*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sporobolus virginicus*. Ictiofauna característica: *Astyanax fasciatus*, *Cathorops aguadulce*, *Ictiobus bubalus*. Endemismo del anfibio *Anotheca spinosa* y del pez *Heterandria* sp. Especies amenazadas: de peces *Gambusia affinis* y *Priapella bonita*. Esta última y los hilidos en especial, se encuentran amenazadas por contaminación; son especies raras y se reproducen en cuerpos de agua limpia (indicadoras de integridad). Se conoce poco la biodiversidad de esta región.

Aspectos económicos: Pesquería de los langostinos *Macrobrachium acanthurus* y *M. carcinus*; cultivos de café y caña de azúcar y agricultura de temporal.

Problemática:

- Modificación del entorno: zona alta y baja degradada por desforestación y contaminación. Actividades agrícolas inadecuadas en laderas.

- Contaminación: por agroquímicos, residuos domésticos e industriales, desechos por beneficio del café.

- Uso de recursos: El agua se usa para abastecimiento urbano y riego. Especie introducida de trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* en la cuenca alta.

Conservación: se requiere conservación de las cañadas en la cuenca alta y media; conocer la diversidad de organismos acuáticos (flora y fauna); controlar la tala ilegal de pinos; controlar la contaminación del río por residuos domésticos e industriales. Faltan inventarios de especies nativas; estudios de las características fisicoquímicas del agua en las distintas zonas de la cuenca y balance hidrológico (gasto-extracción).

Grupos e instituciones: Instituto de Ecología A.C. - Xalapa; Fac. Biología. UV.

78. PRESA MIGUEL ALEMÁN - CERRO DE ORO

Estado(s): Oaxaca

Extensión: 4 299.36 km²

Polígono: Latitud 18°43'12" - 18°03'00" N
Longitud 97°04'48" - 96°14'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: presas Cerro de Oro o Miguel de la Madrid Hurtado y Temascal o Miguel Alemán

lóticos: ríos Tonto, Usila, Petlapa y Sto. Domingo, arroyos de alta pendiente

Limnología básica: Cerro de Oro: 22 000 ha y Temascal: 47 800 ha; ambas con 13 380 Mm³ (están unidas). En los últimos años las presas se han transformado de oligotróficas a eutróficas, con aumento en la liberación de nutrientes y estratificación térmica de sus aguas; temp. 24-30 °C; oxígeno de fondo menos de 2 mg/l y de superficie hasta 10 mg/l; agua alcalina moderadamente dura, con predominio de bicarbonatos.

Geología/Edafología: se encuentra rodeada por las sierras de Zongolica, de Juárez y Tuxtepec y la vertiente del Golfo. Pertenece a la cuenca del Papaloapan. Suelos tipo Vertisol, Feozem, Luvisol, Rendzina, Acrisol y Cambisol.

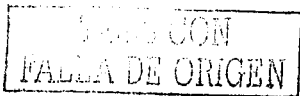
Características varias: clima cálido húmedo y semicálido húmedo con lluvias abundantes en verano y semicálido húmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 18-26 °C. Precipitación total anual de 1 500-4 500 mm.

Principales poblados: Temascal, Cd. Alemán, Tuxtepec, San Lucas Ojitlán

Actividad económica principal: pesca, agricultura y recolección de barbasco

Indicadores de calidad de agua: eutrófica

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, bosque de pino-encino, de encino-pino, de pino, bosque mesófilo de montaña, acahuales, matorral xerófilo, pastizal cultivado y vegetación riparia. Diversidad de hábitats: reservorios, humedales, ríos, pantanos. Comunidades de abundantes macrofitas acuáticas y helechos arborecentes. Fauna característica: de peces *Astyanax fasciatus*, *Belonox belizanus*, *Cichlasoma salvini*, *Dorosoma anale*, *D. petenense*, *Gambusia yucatana*, *Heterandria bimaculata*, *Poecilia mexicana*, *P. sphenops*, *Poeciliopsis gracilis*, *Priapella bonita*, *Rhamdia guatemalensis*; de aves *Anhinga anhinga*, *Ardea alba*, *Charadrius vociferus*, *Dendrocygna autumnalis*, *D. bicolor*, *Egretta thula*, *E. caerulea*, *Podilymbus podiceps*, *Tachybaptus dominicus*. Endemismo de crustáceos *Alpheopsis stygicola* (habita en cuevas), *Disparithelphusa pecki*, *Neopalaemon nahuatlus*, *Procambarus (Austrocambarus) oaxacae*, *Pseudothelphusa granatensis* y



Stygothephusa lopezbornienti; de peces *Cichlasoma callolepis*, *C. fenestratum*, *C. nebuliferum*, *Notropis moralesi*; de aves *Aimophila notosticta*, *Cyanolyca nana*, *Hylorchilus sumichrasti*. Especies amenazadas: de plantas la cicada *Dioon spinulosum* amenazada por explotación comercial; de aves *Amazona oratrix*, *Anas acuta*, *A. americana*, *A. discors*, *Basileuterus culicivorus*, *Buteo magnirostris*, *B. nitidus*, *Crax rubra*, *Campylopterus curvipennis*, *Cyanolyca nana*, *Dendroica chrysoparia*, *Electron carinatum*, *Hylorchilus sumichrasti*, *Leucopternis albicollis*, *Pulsatrix perspicillata*, *Trogon violaceus*. Aumento en las poblaciones del pato buzo *Phalacrocorax brasilianus* debido a las condiciones creadas con el embalse.

Aspectos económicos: producción pesquera aproximada: 700 tons./año. Agricultura y ganadería. Hay generación de energía eléctrica, control de avenidas y agua para riego en la cuenca baja del Papaloapan.

Problemática:

- Modificación del entorno: El desmonte de la superficie circundante por actividad humana origina aportes de sedimentos hacia el vaso de las presas, azolvándolas. La acumulación y descomposición de la materia orgánica sumergida ha provocado la eutroficación del sistema y la consiguiente proliferación de macrofitas acuáticas e insectos dañinos para el hombre. Los ríos tributarios a las presas se caracterizan por su riqueza fótica, sin embargo, al ser represadas sus aguas, se han visto mermadas las poblaciones de peces debido al cambio de condiciones de lóaticas a lénticas. Así, algunas especies de peces y crustáceos que tienen hábitos reproductivos migratorios vieron afectado drásticamente su ciclo de vida al no poder franquear la cortina de la presa.

- Contaminación: por basura, aguas residuales domésticas, fertilizantes y pesticidas, descargas termales por la hidroeléctrica.

- Uso de recursos: ictiofauna nativa en riesgo (mojarra morro, bagre, jolote, tenguayaca). Importante producción de especies introducidas de tilapia y carpa. Explotación de 42 especies de peces, entre ellos el pepesca *Astyanax fasciatus*, el picudito *Belonoxox belizanus*, las mojarras de San Domingo *Cichlasoma callolepis*, de la Lana *C. fenestratum*, del Papaloapan *C. nebuliferum*, de Santa Isabel *C. salvini*, paleta *C. synspilum*, del sureste *C. urophthalmus*, tenguayaca *Petenia splendida*, la carpa común *Cyprinus carpio*, las sardinias del Papaloapan *Dorosoma anale* y Maya *D. petenense*, el guayacon yucateco *Gambusia yucatana*, el guatopote manchado *Heterandria bimaculata*, la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, los toportes del Atlántico *Poecilia mexicana* y mexicano *P. sphenops*, el guatopote jarocho *Poeciliopsis gracilis*, el juil descolorido *Rhamdia guatemalensis*, camarones, jaibas, alacranes de agua y los crustáceos *Macrobrachium acanthochirus* y *M. acanthurus*. Violación de vedas y tallas mínimas. Agricultura de subsistencia (principalmente maíz) en suelos poco aptos para su desarrollo. La tala e inundación del vaso significaron una pérdida en la variedad de especies forestales aprovechables que tienen valor de uso y valor de cambio para la cultura chinanteca, como de especies importantes para la caza y la recolección.

Conservación: se requiere evaluar la importancia de los reservorios como refugio de fauna silvestre, especialmente aves acuáticas; considerar la importancia de la producción de especies nativas vs. especies introducidas. No hay estudios recientes formales de las comunidades de invertebrados y plancton, ni del comportamiento hidrológico de los embalses y su influencia sobre la biota circundante y sus endemismos. Planeación de alternativas o directrices productivas pesqueras.

Grupos e instituciones: Universidad Veracruzana; Centro Interdisciplinario de Desarrollo Integral - Oaxaca; Delegación de Pesca, SEMARNAP; Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias, UNAM; SERBO.

79. HUMEDALES DEL PAPALOAPAN, SAN VICENTE Y SAN JUAN

Estado(s): Veracruz

Polígono: Latitud 18°47'24" - 17°40'12" N
Longitud 96°07'48" - 95°05'24" W

Extensión: 8 186.98 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: laguna de Alvarado, Buen País y Camaronera

lóaticos: Sistema Papaloapan: ríos Papaloapan, San Juan Evangelista, San Vicente, San Agustín y Blanco.

Limnología básica: gasto de 39 175 Mm³

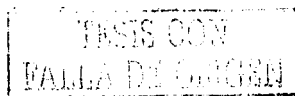
Geología/Edafología: suelo profundo, rico en materia orgánica y muy fértil de tipo Vertisol y Feozem; en las áreas inundables un suelo alcalino Gleysol, Regosol y Cambisol.

Características varias: cálido húmedo con lluvias en verano y principios de otoño y cálido húmedo con lluvias todo el año. Temperatura media anual de 24-28 °C. Precipitación total anual de 1 200-2 500 mm.

Principales poblados: Tlacotalpan, Cosamaloapan, San Nicolás, Carlos A. Carrillo, Amatitlán

Actividad económica principal: ganadería, agricultura y pesca

Indicadores de calidad de agua: ND



Biodiversidad: tipos de vegetación: sabana, manglar, popal, tular, palmar, selva baja perennifolia inundable, matorral espinoso inundable, vegetación acuática, pastizal cultivado y natural. Varias comunidades acuáticas de hidrófitas emergentes, palmares (palma de agua) y tasitales (palmar bajo inundable). Alta diversidad de hábitats acuáticos: ríos, meandros, humedales, lagunas y pantanos. Alta producción primaria y secundaria. Flora característica: manglares de *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, *Acacia farnesiana*, *A. sphaerocephala*, *Acoelorrhaphe wrightii*, *Acrocomia mexicana*, *Annona glabra*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Calophyllum antillarum*, *Calyptanthus millspaughii*, *C. perlaevigata*, *Cephalanthus occidentalis*, *Maclura tinctoria*, *Chrysobalanus icaco*, *Coccoloba barbadensis*, *Dalbergia brownnei*, *Diospyros digna*, *D. verae-crucis*, *Ficus cotinifolia*, *F. padifolia*, *Gliricidia sepium*, *Lonchocarpus heptaphyllus*, *Nectandra coriacea*, *Pithecellobium dulce*, *Randia aculeata*. Fauna característica: de peces *Arius melanopus*, *Astyanax fasciatus*, *Atherinella sallei*, *Belonesox belizanus*, *Cathorops aguadulce*, *Centropomus parallelus*, *Cichlasoma aureum*, *C. nebuliferum*, *C. salvini*, *Dormitator maculatus*, *Dorosoma anale*, *Eleotris pisonis*, *Gambusia rachowi*, *Gobiomorus dormitor*, *Guavina guavina*, *Hyphessobrycon compressus*, *Ictalurus australis*, *Ictiobus bubalus*, *I. meridionalis*, *Ophistemon aenigmaticum*, *Rivulus tenuis*, *Sicydium gymnogaster*, *Strongylura hubbsi*; de aves *Anas acuta*, *Busarellus nigricollis*, *Buteogallus anthracinus*, *B. urubitinga*, *Pelecanus erythrorhynchus*, *P. occidentalis*, *Rostrhamus sociabilis*, *Tyrannus forficatus*, *T. tyrannus*, *Zenaida asiatica clara*. Endemismo del crustáceo *Lobithelphusa mexicana*; de peces *Atherinella lisa*, *A. marvelae*, *A. sallei*, *Cichlasoma bulleri*, *C. elliotti*, *Heterandria* sp., *Notropis moralesi*, *Rivulus robustus*; de reptiles las tortugas acuáticas; de aves *Aimophila notosticta*, *Cyanolyca nana*, *Hylorchilus sumichrasti*. Especies amenazadas de peces *Agonostomus monticola*, *Priapella bonita*; de reptiles *Claudius angustatus*, *Dermatemys mawii* (indicadora de aguas claras), *Kinostemon acutum* y *Staurotypus tiporcatuus* por pesca immoderada; de aves *Amazona oratrix*, *Cathartes burrovianus*, *Charadrius melodus*, *Cyanolyca nana*, *Dendroica chrysoparia*, *Electron carinatum*, *Falco peregrinus*, *Ixobrychus exilis*, *Rostrhamus sociabilis*. Especies indicadoras: *Mimosa pigra* (indicadora de alteración).

Aspectos económicos: pesquerías de langostinos *Macrobrachium acanthurus*, *M. carcinus*; industria azucarera y papelera, producción de miel y agropecuaria. Recursos energéticos: petróleo.

Problemática:

- Modificación del entorno: construcción de carreteras, relleno de áreas inundables y modificación de la vegetación por actividades agrícolas (cultivo de caña).

- Contaminación: por actividad petrolera y desechos de la industria azucarera (ingenio San Cristóbal) y papelera, desechos industriales y urbanos.

- Uso de recursos: violación de vedas y tallas mínimas. Uso de suelo agrícola y ganadero.

Conservación: se requiere tratar los efluentes de ingenios, vigilar las actividades agrícolas, sobre todo con respecto a la desecación de áreas inundables. Falta conocimiento de la diversidad en el área de humedales y ambientes lóticos.

Grupos e instituciones: Universidad Veracruzana; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Biología, Fac. de Ciencias, UNAM; Escuela Nacional de Estudios Profesionales - Iztacala; Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa.

80. LOS TUXTLAS

Estado(s): Veracruz

Extensión: 3 484.34 km²

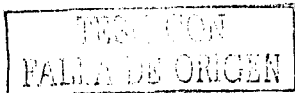
Polígono: Latitud 18°42'36" - 18°03'00" N
Longitud 95°25'48" - 94°34'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagos de Catemaco, La Escondida, El Zacatal, La Encantada, lagunas de Sontecomapa y del Ostión, lago cráter de San Martín

Lóticos: ríos Grande de San Andrés, de La Palma, Salto de Eyipantla, arroyos Agrío y Coyame y manantiales de aguas carbonatadas

Limnología básica: El lago de Catemaco forma parte de la cuenca del río Papaloapan a una altitud de 333.5 m.s.n.m.; se trata de un lago de forma casi cuadrangular con una superficie de 7 254 ha, un volumen de 551.52 Mm³ y una profundidad máxima de 11 m y una media de 7.6 m; los sedimentos predominantes son las arcillas en la parte central del lago y los limos arcillosos y las arenas gravosas en la riberas; conductividad: 140-170 µmS cm⁻¹; pH=8 a 9, lo que significa tasas elevadas de producción primaria o grandes aportes de carbonatos procedentes de los manantiales; temperatura promedio anual 24.1°C en la superficie; presenta circulación constante, con oxígeno disuelto en toda la columna de agua y concentraciones bajas o moderadas de dióxido de carbono en el fondo; las aguas son de tipo bicarbonatado, moderadas en calcio y relativamente ricas en magnesio; los cloruros son elevados (10 a 13 mg/l); las aguas se clasifican como



blandas, los contenidos de amonio, nitratos y nitritos son reducidos y los fosfatos altos, que lo cubierten en un ambiente eutrófico; la penetración de luz varía entre 0.53 y 2 m de profundidad. Presenta una isla Agalteepec. **Geología/Edafología:** Volcán de San Martín Tuxtla, Sierra de los Tuxtlas y Sierra de Santa Marta; en las estribaciones de la Sierra de los Tuxtlas predominan los suelos lateríticos, ricos en arcilla Luvisol y Acrisol y en la llanura costera predominan suelos profundos en materia orgánica y muy fértiles Vertisol, Feozem y Litosol.

Características varias: clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano; cálido húmedo con lluvias todo el año y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 18-26 °C. Precipitación total anual 2 000-4 500 mm; de noviembre a enero vientos del norte y el resto del año los del noreste.

Principales poblados: Catemaco, San Andrés, Santiago, Sontecomapan, Pajapan

Actividad económica principal: agropecuaria, pesquera, turística e industrial

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta y baja perennifolia, selva mediana (manchones), bosque mesófilo de montaña y de pino, pequeñas zonas inundables de sabana, pastizal inducido y cultivado, selva baja inundable, manglar, popal, tular, vegetación acuática y subacuática. Alta diversidad de hábitats: lagos, arroyos, cascadas, humedales, lagunas y ríos. Flora característica: destacan la gran diversidad de especies de las familias Orchidaceae y Asteraceae; manglares *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, *Aceolorrhapha wrightii*, *Annona glabra*, *Calophyllum antillarum*, *Calyptanthus millspaughii*, *C. perlaevigata*, *Carpinus caroliniana*, *Cecropia obtusifolia*, *Cephalanthus occidentalis*, *Chrysobalanus icaco*, *Dalbergia brownnei*, *Dialium guineense*, *Diospyros digyna*, *Ficus colubrinae*, *F. cotinifolia*, *F. insipida*, *F. obtusifolia*, *F. padifolia*, *Heliconia appendiculata*, *Hibiscus tiliaceus*, *Liquidambar styraciflua*, *Lonchocarpus heptaphyllus*, *Maxillaria nagelii* (rara), *Nectandra* spp., *Pachira aquatica*, *Randia aculeata*, *Thrinax radiata*; de fitoplancton *Chroococcus* sp., *Lyngbya* sp., *Spirulina princeps*. Fauna característica: de copépodos *Diaptomus albuquerqueensis*, *Eucyclops agilis*, *Halicyclops* sp., de peces *Atherinella ammophila*, *A. marvelae*, *Cichlasoma aureum*, *Heterandria bimaculata*, *Ophisternon aenigmaticum*, *Rhamdia guatemalensis*, *Rivulus tenuis*; de reptiles y anfibios la tortuga pochitoque negra *Kinosternon acutum*, la corallillo *Micrurus* sp., la serpiente mano de metate *Porthidium olmece*; de aves *Agamia agami*, el rascador *Atlapetes brunneinucha apertus*, *Cairina moschata*, el colibrí *Campylopterus excellens*, la tangarita *Chlorospingus ophthalmicus*, *Claravis mondetoura*, *Crax rubra*, *Falco deiroleucus*, la paloma *Geotrygon carrikeri*, *Penelope purpurascens*; de mamíferos el armadillo *Dasyops novemcinctus*, el murciélago blanco *Diclidurus albus*, el ratón tiacuache *Marmosa mexicana*, el pecarí de labios blancos *Tayassu pecari*. Endemismos de las plantas *Alfaroa mexicana* y *Juglans olanchana*; de moluscos *Pomacea patula* y de la almeja nativa de agua dulce perteneciente a la familia *Unionidae*; de crustáceos *Lobithelphusa mexicana*, *Procambarus (Austrocambarus) vazquezae*, *Procambarus (Austrocambarus) zapoapensis*, *Pseudothelphusa parabelliana* y *Smalleyus tricristatus*; de peces el pepesca de Catemaco *Bramocharax (Catemaco) caballeroi*, las mojarras de la Lana *Cichlasoma fenestratum* y de Almoloja *C. regani*, la sardina *Dorosoma (Signalosa) c.f. mexicana*, el guatopote *Heterandria* n. sp., el topote de Catemaco *Poecilia catemacensis*, el guatopote blanco *Poeciliopsis catemaco*, el guayacán Olmece *Priapella olmeceae*, la espada de Catemaco *Xiphophorus milleri*, el cola larga *Xiphophorus* n. sp.; de aves *Campylopterus excellens* y *Geotrygon carrikeri*. Especies amenazadas: de plantas como *Bletia purpurea*, *Chamaedorea metallica*, *Chysis limminghei*, *C. bractescens*, *Cojoba guatemalensis*, *Dichaea graminoides*, *Encyclia baculus*, *Inga* sp., *Mormodes tuxtliensis*, *Talauma mexicana*; de reptiles y anfibios la nauyaca *Agkistrodon bilineatus taylori*, la boa *Boa constrictor*, la iguana *Iguana iguana* y la tortuga *Kinosternon acutum*; de aves como el loro de cabeza amarilla *Amazona oratrix*, la totolaca *Aramus guarana*, la tucaneta *Aulacorhynchus prasinus*, la tórtola obscura *Claravis mondetoura*, la cotinga *Cotinga amabilis*, el hocofaisán *Crax rubra*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, el cholín cojitote *Penelope purpurascens*, el perico real *Pionopsitta haematotis*, el tucancillo collarero *Pteroglossus torquatus*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, el águila ventrablanca *Spizaetus melanoleucus*, el águila elegante *S. ornatus*, el águila tirana *S. tyrannus*, la lechuza *Tyto alba*; de mamíferos como el mono aullador *Alouatta palliata*, el mono araña *Ateles geoffroyi*, el tiacuachillo dorado *Caluromys derbianus*, el grísón *Galictis vittata*, el jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, la nutria *Lutra longicaudis*, el jaguar *Panthera onca*, el mapache *Procyon lotor*, el oso hormiguero *Tamandua mexicana*, el tapir *Tapirus bairdii*. Todas estas especies, así como los reptiles dulceacuícolas, moluscos y crustáceos se encuentran amenazados por sobreexplotación y alteración de su hábitat. Especies indicadoras: la planta *Mimosa pigra* es indicadora de alteración, el alga *Cylindrospermopsis catemaco*, de distribución restringida, es indicadora de cambios en la concentración de nutrientes y las tortugas son indicadoras de aguas claras. Los estudios sobre plancton demostraron que en el zooplancton, los crustáceos dominan la comunidad durante todo el año y en el fitoplancton el 95% del total de los individuos analizados correspondieron a las cianofitas. Los datos preliminares de la estructura de la comunidad bentónica sugieren una baja diversidad, destacando los gusanos oligoquetos de los géneros *Lumbriculus* y *Tubifex*, seguidos por el molusco *Pomacea patula catemacensis* (tegologo), un coleóptero del género *Limnius* y una larva del díptero *Pentaneura*. Especies extirpadas de la región: la guacamaya roja *Ara*

macaco, el águila arpía *Harpia harpyja* y el zopilote rey *Sarcoramphus papa*.

Aspectos económicos: pesquerías de peces *Bramocharax caballeroi*, *Dorosoma petenense*, *Oreochromis aureus*, del molusco *Pomacea patula*, de crustáceos *Macrobrachium acanthurus* y *M. carcinus*, almejas, macuil y acociles en el lago de Catemaco; almejas, jaiba, ostión y peces en las lagunas del Ostión y Sontecomapa. Hay actividad ganadera extensiva, pesquera, agrícola, turística e industrial (fábricas de refresco Catemaco y Coyame). La producción pesquera del Lago de Catemaco ascendió a 1 800 toneladas anuales. La Hidroeléctrica de Chilapan produce energía eléctrica, regula el volumen del lago y controla las inundaciones. Actividad petroquímica en la laguna del Ostión.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, fragmentación del hábitat, erosión de los suelos, presión demográfica y marginación, azolvamiento y eutroficación de cuerpos de agua. Construcción de caminos y carreteras.

- Contaminación: el lago de Catemaco contaminado por bacterias coliformes, fósforo, materia orgánica, sulfuro de hidrógeno, agroquímicos y aguas residuales. La laguna del Ostión contaminada por metales pesados (Zn, Cd, Pb), hidrocarburos y coliformes. Proliferación del lirio acuático en las zonas de los arrollos Agrío y Coyame.

- Uso de recursos: peces, reptiles, moluscos, crustáceos y algas en riesgo, especies introducidas de tilapia azul *Oreochromis aureus*. No hay vedas ni tallas mínimas establecidas; se utilizan artes de pesca no permitidas. Extracción ilegal de madera, flora y fauna. Cacería furtiva. Uso de suelo agrícola y ganadero. Los monos introducidos a la isla de Catemaco, el macaco *Macaca arctoides*, pertenecen a una especie originaria del sureste de Asia.

Conservación: se requiere un control de la tala de vegetación natural de la cuenca, del uso de herbicidas y fertilizantes, del proceso de azolvamiento y eutroficación de las lagunas; conservar y restaurar el corredor que va del cráter del volcán San Martín Pajapan hasta la laguna del Ostión. Hay muchos lagos pequeños y arroyos, de los que se desconocen características hidrológicas y biodiversidad. Se recomienda establecer procesos de tratamiento y depuración de las aguas. Es preciso instrumentar programas de investigación multidisciplinaria, tendientes a obtener un conocimiento adecuado de los mecanismos que regulan la estructura y el funcionamiento del ecosistema, así como una evaluación del estado de conservación de los recursos naturales y su seguimiento. Desconocimiento de la diversidad acuática y endemismos. Comprende la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas recientemente decretada.

Grupos e instituciones: Facultad Ciencias e Instituto de Biología, UNAM; Instituto de Ecología, A.C. - Xalapa; Universidad Veracruzana; Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa.

81. CUENCA MEDIA Y ALTA DEL RÍO COATZACOALCOS

Estado(s): Veracruz y Oaxaca

Extensión: 11 039.11 km²

Polígono: Latitud 17°42'00" - 16°37'48" N
Longitud 95°43'48" - 94°10'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: zona inundable de la cuenca media

lóticos: ríos Coatzacoalcos, Jaltepec y Sarabia, arroyos, pequeños manantiales

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierra Atravesada; suelos lateríticos arcillosos Acrisol y Luvisol y en la planicie Gleysol, Cambisol, Vertisol y Nitosol.

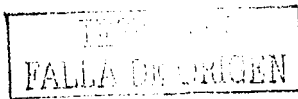
Características varias: clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 24-26 °C. Precipitación total anual 1 500-2 500 mm.

Principales poblados: Jesús Carranza, Matías Romero, Ramos Millán, Hidalgotitlán

Actividad económica principal: ganadería, industria lechera, pesca y cafetales

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación riparia, tular y popal en zonas inundables (cuenca media), bosques mesófilo de montaña, de pino y de pino-encino en partes altas, selva alta perennifolia y mediana subperennifolia en lomeríos y zonas de acahual en pastizales abandonados y pastizal cultivado. Ictiofauna característica: *Astyanax fasciatus*, *Awaous tajásica*, *Belonesox belizanus*, *Cathorops aguadulca*, *Centropomus undecimalis*, *Cichlasoma bulleri*, *C. ellioti*, *C. guttulatam*, *C. robertsoni*, *C. salvini*, *C. urophthalmus*, *Diapteris mexicanus*, *Eleotris pisonis*, *Gambusia rachowi*, *Gobionellus boleosoma*, *Guavina guavina*, *Hyphessobrycon compressus*, *Hyporhamphus mexicanus*, *Ictiobus bubalus*, *I. meridionalis*, *Poecilia*



sphenops, *Poeciliopsis fasciata*, *Priapella intermedia*, *Profundulus punctatus*, *Rivulus tenuis*, *Sicydium gymnogaster*, *Strongylura hubbsi*. Endemismo de los peces *Atherinella sallei*, *A. schultzi*, *Cichlasoma callolepis*, *C. regani*, *Heterandria* sp. y *Rivulus robustus*, todas amenazadas junto con *Xiphophorus clemenciae* y *Priapella intermedia* por contaminación térmica y sólidos en suspensión; de reptiles las tortugas de agua dulce de la cuenca media amenazadas por contaminación; de aves *Campylopterus excellens* y *Hylorchilus navai*, ambas incluídas en alguna categoría de riesgo.

Aspectos económicos: pesquerías de acamaya y del robalo *Centropomus undecimalis*. Actividad agrícola, ganadera, petrolera (petróleo, gas y azufre en la cuenca baja), de transporte e industrial.

Problemática:

- Modificación del entorno: bien conservadas las zonas de difícil acceso, otras partes son desmontadas para cultivo. Relleno de áreas inundables (cuenca media), deforestación (cuenca alta), modificación de la vegetación natural y azolvamiento de ríos. Construcción de carreteras. Zona de pocos asentamientos y de recuperación, después de impactos por transformaciones ambientales.

- Contaminación: por agroquímicos y aguas residuales.

- Uso de recursos: sembradíos de marihuana. Agua para abastecimiento. Especies introducidas de tilapia (invasión en todos los cuerpos de agua). Uso del suelo para ganadería (cuenca media).

Conservación: se requiere conservar las zonas de selva alta y mediana; controlar los procesos de azolvamiento en ríos. Se desconocen especies acuáticas.

Grupos e instituciones: Universidad Veracruzana; Instituto de Ecología, A.C. – Xalapa; Pronatura – Veracruz; Facultad de Ciencias e Instituto de Biología, UNAM.

82. CUENCA MEDIA Y ALTA DEL RÍO UXPANAPA

Estado(s): Veracruz y Oaxaca

Extensión: 2 979.63 km²

Polígono: Latitud 17°47'24" - 16°59'24" N
Longitud 94°19'12" - 93°43'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos: pozas y humedales

lóticos: ríos Uxpanapa y Nanchital, manantiales y arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: colinda con los Chimalapas. Tipos de suelo Regosol, Acrisol y Nitosol.

Características varias: clima cálido húmedo y semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano. Temperatura media anual 22-26 °C. Precipitación total anual 2 000-3500 mm.

Principales poblados: Ragal Cal y Maya (Cabecera), El Chichón, Filisola

Actividad económica principal: pesca, ganadería y agricultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta y mediana perennifolia, bosques mesófilo de montaña, de pino y de pino-encino, vegetación riparia y pastizal natural, inducido y cultivado. Diversidad de hábitats: arroyos, ríos, humedales, manantiales, pozas. Ictiofauna característica: *Astyanax fasciatus*, *Gambusia rachowi*, *Poecilia sphenops*, *Rivulus tenuis*. Elevado índice de endemismos como el crustáceo *Lobithalphusa mexicana*; el pez *Cichlasoma regani*; las aves *Campylopterus excellens* e *Hylorchilus navai*. Hábitat de numerosas especies en peligro de extinción como las cicadáceas *Ceratozamia* spp; las aves como el hocofaisán *Campylopterus excellens*, *Crax rubra*, *Hylorchilus navai*, la pava cojolita *Penelope purpurascens*, el quetzal *Pharomachrus mocinno*, el tucancillo collarajo *Pteroglossus torquatus*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*, el águila tirana *Spizaetus tyrannus*; los mamíferos primates como el mono aullador *Alouatta palliata* y el mono araña *Ateles geoffroyi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor*, el tapir *Tapirus bairdii*.

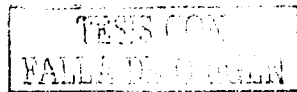
Aspectos económicos: pesquerías de langostino, robalo y otros. Ganadería y agricultura. Petroquímica y transporte. Hay domos salinos y recursos de azufre en la cuenca baja (Jaltipan y Hidalgotitlán).

Problemática:

- Modificación del entorno: hábitats bien conservados en la cuenca alta (cañadas). Deforestación, modificación de la vegetación natural, azolvamiento de cuerpos acuáticos, extracción alta de agua y construcción de carreteras.

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: pesca, ganadería y agricultura. En la parte baja de la cuenca se extraen grandes cantidades de agua para la petroquímica La Cangrejera. Explotación de sal y azufre. Uso de suelo para



ganadería y cultivos.

Conservación: faltan conocimientos generales de la cuenca, se desconocen hábitats y especies acuáticas.

Grupos e instituciones: Universidad Veracruzana; Instituto de Ecología, A.C. – Xalapa; Pronatura – Veracruz; Facultad de Ciencias e Instituto de Biología, UNAM.

83. CABECERA DEL RÍO TONALÁ

Estado(s): Veracruz, Tabasco y Chiapas

Extensión: 3 196.09 km²

Polígono: Latitud 17°51'00" - 17°13'12" N
Longitud 94°06'36" - 93°27'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos:

Iótics: río Tonalá y afluentes Tancochapa o Pedregal, Xocuapan, Zanapa, el Blasillo y el Chicozapote, arroyos, manantiales

Limnología básica: escurrimiento promedio 587 Mm³.

Geología/Edafología: ND

Características varias: clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y lluvias todo el año. Temperatura media anual 24-28 °C. Precipitación total anual 2 000-3 000 mm.

Principales poblados: Las Choapas, 5 de Mayo, Carlos A. Madrazo, Monte de Oro

Actividad económica principal: ganadería y agricultura de temporal y de subsistencia; actividad petrolera en la parte baja de la cuenca media

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación riparia, selva alta perennifolia, tular, sabana, pastizal natural y cultivado. Comunidades de árboles riparios con formas sumergidas (snags), crustáceos, anfibios, reptiles e hidrofítas. Ictiofauna característica: *Astyanax fasciatus*, *Cathorops aguadulce*, *Cichlasoma helleri*, *C. meeki*, *C. octofasciatum*, *C. urophthalmus*, *Gobionellus boleosoma*, *Guavina guavina*, *Ictiobus meridionalis*, *Poecilia mexicana*, *P. petenensis*, *P. sphenops*, *Profundulus punctatus*, *Rhamdia laticauda*, *Rivulus tenuis*, *Scyrdium gymnogaster*. Endemismos del crustáceo *Lobithelphusa mexicana*. Especies amenazadas: de peces *Strongylura hubbsi* por contaminantes; de reptiles *Chelydra serpentina*, *Crocodylus moreleti*, *Dermatemys mawii*, *Dermochelys coriacea*, *Kinosternon integrum*, *K. leucostomum*, *Rana brownorum*, *Staurotypus triporcatus* y *Trachemys scripta* por modificación del hábitat. El pez *Batrachoides goldmani* indicador de altas concentraciones de hidrocarburos.

Aspectos económicos: pesquerías de robalo, mojarra, lenguayaca, tilapia y mojarras. Actividad petrolera en la cuenca media y baja. No hay hidroeléctricas.

Problemática:

- Modificación del entorno: integridad en la cuenca alta con cierta alteración por deforestación y con un decremento gradual hasta la cuenca media.

- Contaminación: por agroquímicos, sólidos en suspensión y coliformes en la cuenca media.

- Uso de recursos: peces nativos de la región y especies introducidas de tilapia.

Conservación: se recomienda monitoreo y control de las alteraciones en la cuenca alta y de las actividades agrícolas y petroleras en la cuenca media. Biota acuática desconocida (invertebrados y plancton) especialmente en la cuenca alta. Faltan planes de manejo y conservación.

Grupos e instituciones: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Biología, Fac. de Ciencias, UNAM; Proyecto Universidad Nacional Autónoma de México - PEMEX; Centro Interdisciplinario de Desarrollo Integral - Oaxaca.

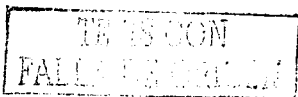
REGIÓN SURESTE

84. CHIMALAPAS

Estado(s): Oaxaca y Chiapas

Extensión: 1 705.39 km²

Polígono: Latitud 17°00'36" - 16°28'12" N
Longitud 94°15'00" - 93°42'36" W



Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: ríos Cintalapa, Encajonado, la Venta, Negro, los Pericos, ríos subterráneos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos poco desarrollados Litosol, Regosol, Cambisol, Luvisol y Rendzina.

Características varias: clima cálido húmedo y semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo con lluvias en verano, templado con lluvias casi todo el año. Temperatura media anual 18-26 °C. Precipitación total anual 1000-2500 mm.

Principales poblados: Cintalapa de Figueroa, San Juan, Benito Juárez, Los Pericos, Sta. María Chimalapa

Actividad económica principal: forestal y ganadera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia, bosques mesófilo de montaña, de pino, de encino, de encino-pino, pastizal inducido, selva baja caducifolia y espinosa, vegetación riparia, acahual, sabana y pastizal natural. Flora característica: tzutcamay *Carpinus caroliniana*, baqueta *Chaetoptelea mexicana*, coshosté *Clothra suaveolens*, espadaña *Dioon spinulosum*, bejuco madre selva *Gelsemium sempervirens*, bosques de liquidámbar *Liquidambar styraciflua*, biznaga *Melocactus ruestii*, tepescohuite *Mimosa tenuiflora*, cera vegetal *Myrica mexicana*, chiquinib *Quercus acatenangensis*, tzajalchit o chícharro *Q. corrugata*, cantulán colorado *Q. oocarpa*. Fauna característica: de peces *Astyanax aeneus*, *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis gracilis*, *Profundulus labialis*, *P. punctatus*, *Rhamdia guatemalensis*; alta riqueza de mamíferos, aves, anfibios y reptiles. Elevado índice de endemismos en general. Especies amenazadas: hábitat de numerosas especies en peligro de extinción como las plantas cicadáceas *Ceratozamia* spp y palma *Chamaedora* spp; las aves *Amazona farinosa*, *Crax rubra*, *Electron carinatum*, *Harpyhaliaetus solitarius*, *Mycteria americana*, *Penelopina nigra*, *Pharomachrus mocinno*, *Psarocolius wagleri*; los mamíferos primates como el mono aullador *Alouatta palliata* y el mono araña *Ateles geoffroyi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Fuma concolor* y el tapir *Tapirus bairdii*.

Aspectos económicos: actividad forestal, ganadera y cultivos ilegales. Pesquería del crustáceo *Macrobrachium americanum*.

Problemática:

- Modificación del entorno: fuerte deforestación y construcción de carreteras.
- Contaminación: ND
- Uso de recursos: silvicultura. Conflictos sociales por tenencia de la tierra.

Conservación: preocupa la deforestación en uno de los principales reservorios de diversidad biológica en el país.

Grupos e instituciones: Instituto de Biología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geología, Instituto de Geografía, UNAM; Comisión Nacional del Agua, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAP; Universidad Autónoma de Chiapas.

85. MALPASO - PICHUCALCO

Estado(s): Chiapas

Extensión: 3 734.93 km²

Polígono: Latitud 17°37'45" - 16°46'12" N
Longitud 93°58'48" - 93°03'00" W

Recursos hídricos principales

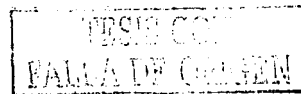
lénticos: presa Raudales de Malpaso o Netzahualcoyotl, zonas inundables

lóticos: ríos de la Venta, Grande o Grijalva, de la Sierra y Pichucalco

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: se caracteriza por la presencia de rocas sedimentarias solubles (calizas, dolomías, calizas margas, lutitas y areniscas). Los suelos más frecuentes son los Luvisoles, Regosoles y Feozem en los microvalles o planicies, las Rendzinas sobre las laderas y los Litosoles y Acrisoles sobre las cimas de las colinas o elevaciones menores.

Características varias: Representa uno de los últimos relictos de vegetación tropical en nuestro país. Clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, cálido subhúmedo y semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 22-28 °C. Precipitación total anual 1500-3500 mm; estación húmeda bien



marcada de mayo a septiembre

Principales poblados: Raudales de Malpaso, Malpaso, Tecpatlán, Emilio Rabasa

Actividad económica principal: agricultura de temporal y subsistencia (maíz, frutales y café), ganadería extensiva y estacional

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia, selva mediana superperennifolia y selva baja caducifolia, bosques mesófilo de montaña, de pino y de encino, vegetación riparia, pastizal natural, inducido y cultivado, palmar. Flora característica: alta riqueza de plantas como el quebracho *Acacia pennatula*, *Albizia plurijuga*, el lombricero *Andira inermis*, las palmas espinosas *tzin-tzun Astrocaryum mexicanum* y chapaya *Hexopetion mexicanum*, el jaguacte *Bactris baculifera*, la majagua *Belotia mexicana*, el palo de cuesa *Bernoullia flammæa*, el canacoite *Bravaisia integerrima*, el ramón *Brosimum alicastrum*, el palo mulato *Bursera simaruba*, el quequeshte de puerco *Calathea insignis*, el chombo *C. lutea*, *Calycophyllum candidissimum*, la leche maría *Calophyllum antillanum*, el guarumbo *Cecropia schreberiana*, el cedro *Cedrela mexicana*, el cedro rojo *C. odorata*, la ceiba *Ceiba pentandra*, la baqueta *Chaetoptelea mexicana*, la palma *Chamaedorea tepejilote*, el carnero *Coccoloba cozumelensis*, la palma de escoba *Cryosophila argentea*, *Dendropanax arboreus*, el guapaque *Dialium guineense*, la cabeza de brujo *Dioscorea bartlettii*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus glabrata*, los amates *Ficus* spp, el guano de talís *Geonoma chiesbreghtiana*, el cedrillo *Guarea glabra*, el tapón de pumpeo *Guettarda combsii*, el tanay *Heliconia bihai*, la jabilla *Hura polyandra*, el bitzé *Inga punctata*, el cuajinicuil *I. vera spuria*, el tempesquite *Laetia thamnia*, el gusano *Lonchocarpus hondurensis*, la chaparla *L. longipedicellatus*, el ashicamá *L. minimiflorus*, el bejuco espinoso *Machaerium marginatum*, *Maclura tinctoria*, el chicozapote *Manilkara zapota*, *Mirandaceltis monoica*, el zapote de agua *Pachira aquatica*, la pimienta gorda *Pimenta dioica*, el coralillo *Pithecelobium arboreum*, el tatacú *Platanus chiapensis*, el hormiguillo *Platymiscium dimorphandrum*, el masamorro *Poulsenia armata*, el llorasangre *Pterocarpus rohrii*, el molinillo *Quararibea funebris*, la palma sin espinas cola de gallo *Reinhardtia gracillor*, *Salix bonplandiana*, el sauce *S. humboldtiana*, los corozales de *Scheelea liebmannii* y *S. lundellii*, *Sideroxylum capiri*, el jobo *Spondias mombin*, el castaño *Sterculia mexicana*, la caoba *Swietenia macrophylla*, *Tabebuia rosea*, el ramón colorado *Trophis racemosa*, el palo baqueta *Ulmus mexicana*, el tinco *Vatairea lundellii*, la hoja menuda *Wimmeria bartlettii*, el alacrán *Zanthoxylum* sp., el huesito *Zinowiewia integerrima*. Fauna característica: de artrópodos como *Archaeoprepona* spp, *Calligo uvanus*, las mariposas *Morpho* spp, el escarabajo *Strategus jurgurtha*; de aves migratorias y residentes como el hocofaisán *Crax rubra*, el saltaparedes selvático cuervo *Hylorchilus* sp., el gavilán nevado *Leucopternis albicollis*, el águila pescadora *Pandion haliaetus*, el tuacancillo collarero *Pteroglossus torquatus*, el tuacán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus* y cuatro especies de pericos. Elevado índice de endemismos en plantas la orquídea *Encylistia hastata*; en crustáceos *Potamocarcinus aspoekorum*, *Rodriguezia villalobosi* y *Tehuana lamothæi*; en reptiles la salamandra *Bolitoglossa platydictyla*, la serpiente *Bothrops schlegelii*, la lagartija *Lepidophyma lipetzi*; en aves el chingucú *Hylorchilus navai*. Especies amenazadas: hábitat de numerosas especies en peligro de extinción de plantas como las cicadáceas *Ceratozamia* spp, *Chamaedorea* spp., *Lycaste aromatica*, *Maxillaria tenuifolia*, *Talauma mexicana*, *Valeriana* sp.; de anfibios y reptiles como *Agalychnis moreletti*, *Anotheca spinosa*, el cocodrilo de río *Crocodylus acutus*, *Smilisca cyanosticta*; de aves como *Abeillia abeillei*, *Accipiter striatus*, el rascadorcito piquinaranja *Arremon aurantiostris*, *Aulacorhynchus prasinus*, *Buteo magnirostris*, *B. nitidus*, el tinamú jamuey *Crypturellus boucardi*, el picogruoso negro *Cyanocompsa cyanoides*, *Dactylortyx thoracicus*, *Dendroica chrysoparia*, *Falco rufigularis*, el águila arpia *Harpia harpyja*, *Hylorchilus navai*, la paloma suelera cabecigris *Leptotila plumbeiceps*, el búho orejiblanco *Lophostrix cristata*, la pava cojolita *Penelope purpurascens*, *Penelopina nigra*, el quetzal *Pharomachrus mocinno*, *Psarocolius montezuma*, *P. wagleri*, *Ramphastos sulfuratus*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*, el águila tirana *Spizaetus tyrannus*, *Xenops minutus*; de mamíferos como los primates mono aullador *Alouatta palliata* y moño araña *Ateles geoffroyi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, la nutria *Lutra longicaudis*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor*, el tapir *Tapirus bairdii* y el pecarí de labios blancos *Tayassu pecari*.

Aspectos económicos: ganadería extensiva, cultivos de café, anfibios y reptiles utilizados como alimento y comercializados como carne, pieles y otros derivados. Tráfico ilegal de animales y plantas tropicales. Actividad forestal. Pesquería de crustáceos *Macrobrachium americanum* y *M. carcinus*.

Problemática:

- Modificación del entorno: Existe un incremento considerable de áreas desmontadas y perturbadas, erosión, así como fragmentación de hábitats para poteros y agricultura. Apertura de carreteras federales que impiden la continuidad entre las masas forestales.

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: energía hidroeléctrica de la presa Malpaso. Agricultura, ganadería extensiva, utilización de anfibios y reptiles para carne, pieles y huevos. Cacería furtiva y tráfico ilegal de animales y plantas tropicales como orquídeas, la palma real xiate y el perico *Aratinga cunicularis*. Especies maderables de interés comercial como la caoba y el cedro tropical, el barbasco *Dioscorea composita* y la vainilla *Vanilla planifolia*. Especies introducidas de mojaras *Oreochromis mossambicus* y *Tilapia rendalli*.



Conservación: Se requieren estudios biológicos básicos de flora y fauna terrestre y acuática. Se necesita una mayor vigilancia y control por parte de las autoridades en relación con la cacería furtiva y el comercio ilegal de especies. Urge que se realice de manera conjunta entre las autoridades estatales y federales y la población local una estrategia de reordenamiento territorial basado en un plan de manejo que permita orientar las actividades productivas y mantener la zona sin menoscabo de las necesidades humanas. Comprende la Reserva especial de la Biosfera Selva El Ocote.

Grupos e Instituciones: Instituto de Biología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geología, Instituto de Geografía, UNAM; Comisión Nacional del Agua, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAP; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Universidad Autónoma de Chiapas; Instituto de Historia Natural de Chiapas.

86. LA SEPULTURA - SUCHIAPA

Estado(s): Chiapas
Polígono: Latitud 16°44'22" - 16°10'48" N
Longitud 93°43'48" - 92°54'00" W

Extensión: 2 396.77 km²

Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: río Suchiapa y arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: entre la depresión Central de Chiapas y la Sierra Madre de Chiapas. Zonas montañosas húmedas sobre rocas metamórficas. Suelos tipo Regosol, Vertisol, Rendzina, Cambisol y Litosol. **Características varias:** clima cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo y templado húmedo todos con lluvias en verano e influencia climática tanto del Pacífico como del Golfo. Temperatura media anual 16-24 °C. Precipitación total anual 1200-3000 mm.

Principales poblados: Suchiapa, Benito Juárez

Actividad económica principal: forestal y ganadería extensiva

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de pino, mesófilo de montaña, selva baja caducifolia, selva baja espinosa caducifolia, selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, pastizal inducido, pinares sabanoides y chaparral de niebla. Flora característica: alta diversidad de plantas caracterizadas por la presencia de plumajil *Alvaradoa amorphoides*, pie de venado *Bauhinia divaricata*, palo mulato *Bursara simaruba*, lantá *Ceiba aesculifolia*, palo colorado *Clethra matudai*, tepeguaje *Cojoba arborea*, cinco negritos *Comocladia engleriana*, *Dioon merolae*, amate *Ficus glabrata*, matapalo *F. obtusifolia*, fresno *Fraxinus uhdei*, ashiqueté *F. purpusii*, tincul *Gyrocarpus mocinnoi*, brazil *Haemotoxylum brasiletto*, citeito *Hasseltia guatemalensis*, aguajpó *Heliocarpus reticulatus*, cuajinicuil *Inga vera spuria*, órgano *Lemnaireocereus griseus*, otoposte *Licania arborea*, manchones de liquidámbar *Liquidambar styraciflua*, chaperla *Lonchocarpus guatemalensis*, guayabillo *Matudaea trinervia*, encinos *Quercus acatenangensis*, *Q. brachystachys*, *Q. conspersa*, *Q. corrugata*, *Q. peduncularis*, *Q. pilicaulis*, pinos *Pinus oocarpa*, *P. pseudostrobus*, barbasco *Psidium psicipula*, peine *Sloanea ampla*, castaño *Sterculia mexicana*, sabino *Taxodium mucronatum*, naranjito *Ziziphus sonorensis*. Endemismos de cicadáceas *Dioon merolae*, *Ceratozamia matudae*, orquídeas *Calea megacephala*, leguminosas; del crustáceo *Procambarus (Austrocambarus) sbordonii*; de peces *Cichlasoma grammodes* y *C. hartwegi*; de anfibios, de aves *Campylorhynchus chiapensis* y *Passerina rositae* y mamíferos. Especies amenazadas: de plantas bromeliáceas, orquídeas y la cicadácea *Ceratozamia matudae*; de aves como *Aspatha gularis*, *Dendroica chrysoparia*, *Harpyhaliaetus solitarius*, el pavón *Oreophaps derbianus*, el quetzal *Pharomachrus mocinno*, *Passerina rositae*, *Pionus senilis*, *Sarcoramphus papa*; de mamíferos el jaguar *Panthera onca* y el tapir *Tapirus bairdii*.

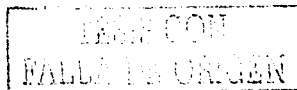
Aspectos económicos: actividad forestal, ganadería extensiva y cultivos ilícitos.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación de los ambientes naturales y altas tasas de erosión.
- Contaminación: no existen fuentes de contaminación importante.
- Uso de recursos: abastecimiento urbano de agua y madera.

Conservación: no se conoce la biodiversidad ni su distribución. Faltan estudios de la calidad y cantidad del agua, así como del arrastre de sólidos suspendidos. Comprende parte de la Reserva de la Biosfera La Sepultura.

Grupos e Instituciones: Instituto de Biología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de



Geología, Instituto de Geografía, UNAM; Comisión Nacional del Agua, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAP; Universidad Autónoma de Chiapas.

87. MOTOZINTLA

Estado(s): Chiapas
Polígono: Latitud 15°57'36" - 15°25'12" N
Longitud 92°49'48" - 91°59'24" W

Extensión: 2 587.12 km²

Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: ríos San Miguel y Chicomuselo

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: sierra del Soconusco y parte de la falla Polochic-Montagua la cual es el contacto entre la placa del caribe y la de cocos. Suelos tipo Andosol, Acrisol, Regosol, Litosol y Feozem.

Características varias: clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano en las partes altas y semicálido húmedo, cálido húmedo y subhúmedo, todos con abundantes lluvias en verano. Temperatura promedio anual 14-24 °C. Precipitación total anual 1000 a más de 3000 mm.

Principales poblados: Motozintla de Mendoza, Ojo de Agua, Ixtepec, Chicomucelo, Frontera Comalapa

Actividad económica principal: agricultura de temporal

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de pino, de encino, selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia y pastizal inducido. Flora característica: coyol *Acrocomia mexicana*, lombricero *Andira inermis*, peine *Apeiba tibourbou*, jocotillo *Astronium graveolens*, mesté *Baccharis vaccinioides*, mulato *Bursera simaruba*, canelo *Calycophyllum candidissimum*, pomposhuti *Cochlospermum vitifolium*, guanacaste *Enterolobium cyclocarpum*, higo *Ficus cookii*, brazil *Haemotoxylum brasiletto*, guapinol *Hymenaea courbaril*, jabilla *Hura polyandra*, granadillo *Lafoensia puniceaefolia*, totoposte *Licania arborea*, matabuey *Lonchocarpus rugosus*, algodoncillo *Luehea candida*, bosques de tatacuí *Platanus chiapensis* y de álamos *Populus arizonica*, pinos *Pinus* spp, corazón bonito *Poeppigia procera*, tzin *Pteridium aquilinum*, chiquinib *Quercus acatenangensis*. Endemismos de cactáceas y crustáceos *Creaseria morleyi*, *Epithelphusa chiapensis* y *Typhlatya pearsei*.

Aspectos económicos: agricultura de temporal.

Problemática:

- Modificación del entorno: tala inmoderada y deforestación.
- Contaminación: ND
- Uso de recursos: saqueo de plantas.

Conservación: Se necesitan inventarios florísticos y faunísticos, así como planes de conservación para especies endémicas.

Grupos e Instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; Universidad Autónoma de Chiapas.

88. COMITÁN – LAGUNAS DE MONTEBELLO

Estado(s): Chiapas
Polígono: Latitud 16°40'48" - 16°04'12" N
Longitud 92°24'36" - 91°36'00" W

Extensión: 2 300.69 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas de Montebello

Lóticos: río Grande de Comitán y arroyos

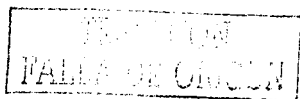
Limnología básica: ND

Geología/Edafología: situada al este de la Meseta de Chiapas. Suelos de tipo Litosol, Luvisol y Vertisol.

Características varias: clima semicálido subhúmedo y semicálido húmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 16-22 °C. Precipitación total anual 1000 a más de 3000 mm.

Principales poblados: Comitán de Domínguez, La Trinitaria

Actividad económica principal: ganadería extensiva, turismo y silvicultura



Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia y subperennifolia, bosques de pino-encino-liquidámbar, de pino, de encino, mesófilo de montaña y matorral crasicale. Flora característica: *tzutcamay Carpinus caroliniana*, *coshosté Clethra suaveolens*, ciprés nuculpat *Cupressus lindleyi*, salté *Dodonaea viscosa*, palo negro *Garrya laurifolia*, bejuco madre selva *Gelsemium sempervirens*, palo granizo *Harpalyce formosa goldmanii*, palo blanco *Ilex bicolor*, los cipreses comunes *Juniperus comitana* y *J. gamboana*, la orquídea flor de Candelaria o tanal *Laelia superbiens*, los bosques de liquidámbar *Liquidambar styraciflua*, membrillito *Malacomeles denticulata*, cera vegetal *Myrica mexicana*, cabo de luc *Nyssa sylvatica*, los pinos *Pinus hartwegii*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *P. tenuifolia*, *P. teocote*, los encinares de tzacul blanco *Quercus candicans*, de roble *Q. conspersa*, de chicharro *Q. corrugata*, de cantulán colorado *Q. oocarpa*, de roble yashtë *Q. peduncularis*, *Q. polymorpha*, *Q. sebifera*, pajulul *Rhus schiedeana*, achioté *Sloanea castanaecarpa*, *Ternstroemia tepezapote*, molcol *Ximenia americana*, shajlam *Xylosma flexuosum*. Ictiofauna característica: *Astyanax aeneus*, *Salmo gairdneri*. Endemismo de crustáceos *Cryphiops luscus*, *Phrygiopilus montebelloensis*, *Procambarus (Austrocambarus) sbordonii*, *Tehuana lamothei* y *Typhlopseudothelphusa mociñoi* que habitan en grutas; de peces *Cichlasoma* sp., *Poeciliopsis* sp. y *Profundulus candalarius*. Especies amenazadas: esta zona es donde se encuentra la mayor concentración de orquídeas; de reptiles *Chelydra serpentina*, *Dermatemys mawii*, *Staurotypus triporcatus* y *Trachemys scripta*, de aves *Accipiter chionogaster*, *Aramus guarauna*, *Aspasia gularis*, *Atthis ellioti*, *Aulacorhynchus prasinus*, *Buteogallus anthracinus*, *Cyanolyca cucullata*, *C. pumilo*, *Penelopina nigra*, *Pionus senilis*, *Pharomachrus mocinno*; todas amenazadas por modificación del hábitat.

Aspectos económicos: actividad forestal, ganadería extensiva y turismo.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, fragmentación del hábitat.

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: extracción de leña y madera para construcción. Especies introducidas de lobina negra *Micropterus salmoides* y trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss*.

Conservación: preocupa la deforestación. Comprende el Parque Nacional Lagunas de Montebello y el Parque Natural Ejido Tziscaco.

Grupos e instituciones: Instituto de Biología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geología, Instituto de Geografía, UNAM; Comisión Nacional del Agua, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAP; Universidad Autónoma de Chiapas; Instituto Nacional de Antropología e Historia; El Colegio de la Frontera Sur.

89. RÍO TULIJÁ - ALTOS DE CHIAPAS

Estado(s): Chiapas y Tabasco

Extensión: 4 183.53km²

Polígono: Latitud 17°57'36" - 17°00'00" N
Longitud 92°49'12" - 92°03'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: cascada de Agua Azul

lóticos: ríos Tulijá, Encanto y Rascón

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: al sur la sierra Norte de Chiapas. Suelos de tipo Luvisol, Nitosol, Gleysol, Acrisol, Rendzina y Regosol.

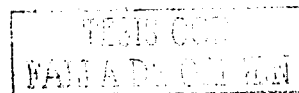
Características varias: clima templado húmedo, cálido húmedo, semicálido húmedo con lluvias todo el año y cálido húmedo con abundante lluvias en verano. Temperatura media anual 18-28°C. Precipitación total anual 2000-4500 mm.

Principales poblados: Bachajón, Salto de Agua, Macuspana, Hidalgo, Palenque

Actividad económica principal: agrícola, ganadera, forestal y turismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia, selva mediana subcaducifolia, bosques mesófilo de montaña, de pino-encino-liquidámbar, de pino, de encino, vegetación riparia, popal, sabana, pastizal cultivado, inducido y natural. Flora característica: cuerillo *Ampelocera hottlei*, guacirán *Balizia leucocalyx*, corcho colorado *Belotia mexicana*, *Calocarpum mammosum*, patastillo *Christiana africana*, chaxchum *Cupania auriculata*, guapaque *Dialium guineense*, mirasol *Didymopanax morototoni*, copó *Ficus rubiginosa*, amates *Ficus* spp, calaguaste *Guarea chichon*, tempesquite *Laetia thamnia*, *Lonchocarpus* sp., canishté *Lucuma campechiana*, cacaté *Oecopetalum mexicanum*, masamorro *Poulsenia armata*, encinos *Quercus*



corrugata, *Q. glaucescens*, roble *Q. oleoides*, cantulán colorado *Q. oocarpa*, tzajalchit *Q. skinneri*, palmas corozales *Scheelea liebmannii* y *S. lundellii*, pazaque *Simarouba glauca*, achiote *Sloanea castanaeocarpa*, chacté *Sweetia panamensis*, caoba *Swietenia macrophylla*, guayacán *Tabebuia guayacan*, *T. palmeri*, palo de brujo *Vochysia hondurensis*, capulín *Xylopia frutescens*. Fauna característica: de aves la guacamaya roja *Ara macao*, el momolo garganta azul *Aspatha gularis*, *Atthis ellioti*, el tucancillo verde *Aulacorhynchus prasinus*, *Bubo virginianus*, *Crax rubra*, *Cyanolyca cucullata*, *Dactylortyx thoracicus*, el troglodita selvático *Henricorhina leucosticta*, el pajuil *Penelopina nigra*, el quetzal *Pharomachrus mocinno*, el ucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, todas amenazadas; de mamíferos los murciélagos *Carollia subrufa*, *Dermanura tolteca*, *Myotis elegans* y *M. fortidens*, el ratón tlacuache *Marmosa mexicana*, el jaguar *Panthera onca*, el tapir *Tapirus bairdii*. Gran diversidad de lepidópteros, anfibios, reptiles y aves. Endemismo de plantas *Encyclia* sp. y *Laelia bella*; de crustáceos *Cryphiops villalobosi*, *Odontothelphusa lacandona*, *O. palenquensis*, *O. toninae*, *Phrygiopilus yoshibensis*; de peces *Astyanax armandoi* y *Poecilia sulphuraria*, especies raras con poblaciones pequeñas.

Aspectos económicos: actividad agrícola, ganadera, forestal y turística.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación; fragmentación del hábitat debido al incremento de la población humana.

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: extracción de orquídeas y bromeliáceas; utilización de madera carbón y leña; uso forestal (maderables y no maderables); extracción de agua urbana e industrial. Cambio de uso de suelo para ganadería extensiva.

Conservación: se requiere de la protección a los sitios de endemismo, mayor vigilancia y soluciones a los conflictos sociales. Comprende la Reserva Especial de la Biosfera Cascada de Agua Azul.

Grupos e instituciones: Instituto de Biología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geología, Instituto de Geografía, UNAM; Comisión Nacional del Agua, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAP; Universidad Autónoma de Chiapas; Pronatura-Chiapas, A.C.

90. LAGUNA DE TÉRMINOS - PANTANOS DE CENTLA

Estado(s): Tabasco y Campeche

Extensión: 12 681.5 km²

Polígono: Latitud 18°56'24" - 17°48'00" N
Longitud 93°12'36" - 90°57'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: sistema lagunar estuarino de Términos, Pom, Atasta, Panlao, del Corte y San Carlos; lagunas El Viento, San Pedrito, Pajalar Primero, Pajalar Segundo, Sargazal, Tronconada, Cometa, Encantadita, San Isidro, Larga, El Quemado, Los Ídolos, Tacual, Guana, Paquial, Corcovado, La Puerta, Clara, Pastal y Puerto Escondido, humedales, pantanos permanentes y temporales, cuerpos acuáticos someros, estuarios

lóticos: cuenca baja de los ríos Grijalva y Usumacinta, ríos San Pedro, San Pablo, Palizada, Candelaria, Chumpán, Las Cruces, Las Piñas, Mamantel y tributarios

Limnología básica: representa uno de los humedales más extensos de Mesoamérica. El delta del Usumacinta-Grijalva es una gran llanura de origen aluvial, sustentada en una cuenca estructural de roca sedimentaria. Los Pantanos de Centla contienen algunos sistemas morfológicos representativos de las tierras bajas de Tabasco: llanura fluvial, llanura palustre y lagunar de agua dulce, llanura de cordón litoral clasificada en alto inundable y bajo inundable y llanura lagunar costera. Esta zona representa el aporte hídrico más importante en México, del continente hacia la costa y finalmente a la Sonda de Campeche. Comprende alrededor de 110 cuerpos de agua dulce epicontinentales permanentes y temporales.

Geología/Edafología: planicie con lomeríos y pequeñas depresiones formadas por depósitos de aluvión. Suelos inundables tipo Gleysol y Solonchak además de Vertisoles y Fluvisoles.

Características varias: clima cálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 26-28°C. Precipitación total anual 1200-2000 mm.

Principales poblados: Cd. del Carmen, Puerto Real, La Aguada, Atasta, Frontera, Palizada, Sabancuy

Actividad económica principal: pesquera, petrolera, ganadera, agrícola y acuícola

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia y subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja perennifolia, popal, tular, carrizal, matorral espinoso inundable, matorral inerme inundable, palmar

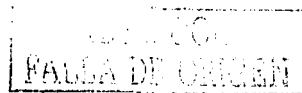


inundable, pastizal natural y cultivado, sabana, palmar inundable, vegetación acuática y subacuática. Tipos de hábitats: dunas, pantanos, esteros, manglares, marismas, espejos de agua dulce y salobre, islas fluviales. Alta riqueza específica de insectos, moluscos, algas, reptiles, fanerógamas, aves y mamíferos. Flora característica: manglares negro *Avicennia germinans*, blanco *Aguncularia racemosa*, rojo *Rhizophora mangle* y botoncillo *Conocarpus erectus*; palmas altas de tasiste *Acoelorrhaphes wrightii*, helecho *Acrostichum aureum*, *Albizia guachapele*, *Andira galeottiana*, el amarillo *Annona glabra*, el jaguacete *Bactris baculifera*, *B. balanoidea*, el julube *Bravaisia integrerrima*, el julubal *B. tubiflora*, el pucté *Bucida buceras*, *Cabomba palaeformis*, la leche maría *Calophyllum antillarum*, *Cameraria latifolia*, *Cephalanthus occidentalis*, *Ceratophyllum demersum*, el sibal *Cladium jamaicense*, *C. mariscus*, el musté *Clerodendrum ligustrinum*, el tocoi *Coccoloba barbadensis*, *Crescentia cajete*, *Curatella americana*, el chintul *Cyperus articulatus*, el molinillo *C. giganteus*, el mucal *Dalbergia brownii*, *D. glabra*, *Eleocharis cellulosa*, *Echinochloa holciformis*, *E. polystachya*, *Echinodorus grandiflorus*, *Eichhornia azurea*, *E. heterosperma*, *Eugenia lundellii*, *Ficus obtusifolia*, el tinto *Haematoxylum campechianum*, *Hampea trilobata*, el tanay *Heliconia latispatha*, *Heteranthera limosa*, *H. reniformis*, la majagua *Hibiscus tiliaceus*, *Hyperbaena winzerlingii*, *Inga vera spuria*, *Leersia hexandra*, la lechuga de pantano *Lomna minor*, *Limnocharis flava*, *L. laforestii*, *Lonchocarpus hondurensis*, *Luziola spruceana*, *L. subintegra*, el sibil *Malvaviscus* sp., *Manilkara zapota*, el chechén *Metopium brownii*, el zarzal *Mimosa pigra*, *Najas marina*, *Nelumbo lutea*, *Neptunia oleracea*, flor de niña *Nymphæa ampla*, *Paspalum fluitans*, el carrizal *Phragmites australis*, *Pistia stratiotes*, *Pontederia sagittata*, *Potamogeton foliosus*, *Roystonea regia*, *Ruppia maritima*, vegetación riparia de palmares de guano *Sabal mexicana*, *Salix humboldtiana*, *Sagittaria intermedia*, *S. lancifolia lancifolia*, *Salvinia auriculata*, *S. minima*, *Scheelea liebmannii*, *Tabebuia rosea*, la hojilla *Thalia geniculata*, *Thrinax radiata*, los tules *Typha domingensis*, *T. latifolia*, *Utricularia foliosa*, *U. gibba*, *Vallisneria americana*, *Zosterella dubia*. Entre las especies consideradas como raras se encuentran *Aeschynomene deamii*, *Aniseia cernua*, *Bacopa lacertosa*, *B. salzmännii*, *Bambusa longifolia*, *Brasenia schreberi*, *Ceratophyllum muricatum*, *Drosera capillaris*, *Enhydra sessilifolia*, *Gymnocoronis latifolia*, *Ipomoea asarifolia*, *Justicia magniflora*, *J. refulgens*, *Ludwigia helminthorrhiza*, *L. repens*, *L. torulosa*, *Marsilea crotophora*, *Nymphæa amazonum*, *N. jamesoniana*, *Phyllanthus fluitans*, *P. stipulatus*, *Ruellia brittoniana*, *Sphenoclea zeylanica*, *Utricularia guyanensis*, *U. hispida*, *U. hydrocarpa*, *U. inflata*, *U. juncea*, *U. purpurea*, *U. radiata*, *U. resupinata*. Fauna característica de peces: *Anguila rostrata*, *Belonesox belizanus*, *Dorosoma anale*, *Gambusia echeagarayi*, *G. sexradiata*, *Ictalurus meridionalis*, *Lepisosteus tropicus*, *Poecilia mexicana*, *P. petenensis*, *Rivulus tenuis*, *Xiphophorus helleri*, *X. maculatus*. Endemismo de plantas *Amaranthus greggii*, *Citharexylum allephirum*, *Justicia lindeniana*; de peces *Cichlasoma soccolofi*, *Priapella compressa*, *Xiphophorus alvarezii*; de anfibios y reptiles *Anolis barkeri*, *A. cozumelae*, *A. quercorum*, *A. ustus*, *Bolitoglossa yucatanica*, *Eleutherodactylus laticeps*, *Laemantus serratus*, *Rana brownorum*, *Sceloporus chrysostictus*, *S. lundellii*, *S. serrifer*, *S. teapensis*; de mamíferos *Heteromys gaumeri*, *Microtus quasiater*, *Peromyscus yucatanicus*, *Sciurus aureogaster*. Especies amenazadas de plantas *Bletia purpurea*, *Bravaisia integrerrima* *B. tubiflora*, *Laelia anceps*, *Utricularia guyanensis*, *U. hydrocarpa*, *U. juncea*, *U. radiata* y *U. resupinata*; de reptiles *Agkistrodon bilineatus*, la boa *Boa constrictor*, el cocodrilo *Crocodylus moreletii*, *Ctenosaura similis*, la tortuga blanca *Dermatemys mawii*, la iguana verde *Iguana iguana*, *Micruroides euryxanthus*; de aves el loro yucateco *Amazona xantholora*, *Anas acuta*, *A. discors*, *Anhinga anhinga*, carao *Aramus guarana*, *Aratinga nana*, garzón blanco *Ardea herodias occidentalis*, garza tigre del tular *Botaurus pinnatus*, aguillilla canela *Busarellus nigricollis*, *Buteo brachyurus*, *B. magnirostris*, *Buteogallus anthracinus*, aguillilla negra *B. urubitinga*, pato real *Cairina moschata*, aura sabanera *Cathartes burrovianus*, *Crax rubra*, *Elaenoides forficatus*, halcón esmerejón *Falco columbarius*, halcón fajado *F. femoralis*, halcón peregrino *F. peregrinus*, *F. ruficularis*, *Glaucidium brasilianum*, el bolsoero yucateco *Icterus auratus*, el bolsoero cuculado *I. cucullatus*, cigüeña jabirú *Jabiru mycteria*, *Leptotila rufaxilla*, cigüeña americana *Mycteria americana*, *Ortalis vetula*, *Oxyura dominica*, *Pandion haliaetus*, pelicano pardo *Pelecanus occidentalis*, *Penelope purpurascens*, *Ploncus senilis*, milano caracolero *Rostrhamus sociabilis*, *Sarcorhamphus papa*, el chipe encapuchado *Wilsonia citrina*; de mamíferos el tepescuintle *Agouti paca*, el mono aullador *Alouatta palliata*, el mono araña *Ateles geoffroyi vellerosus*, *A. geoffroyi yucatanensis*, *Caluromys derbianus*, el puercoespín *Coendou mexicanus*, el jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, *Mazama americana*, el jaguar *Panthera onca*, el jabalí *Pecari tajacu*, *Philander opossum*, el manatí *Trichechus manatus*. Especies indicadoras del grado de conservación del ambiente: los mangles rojo, blanco y negro, camarones, robal, manafes, cocodrilos, caimanes, tortugas marinas; el tule *Typha domingensis* indicadora de ausencia de fertilizantes. Zona de refugio, crianza, alimentación y reproducción de tortugas, aves, peces, crustáceos, manafes e invertebrados.

Aspectos económicos: pesquerías de camarón *Penaeus aztecus*, *P. duorarum*, *P. setiferus*; crustáceos como *Macrobrachium acanthurus*; reptiles como la tortuga blanca, el cocodrilo, el pejelagarto y pesca de escama. Zona cinegética de aves y mamíferos con alto potencial para el ecoturismo. Presencia de actividad petrolera, industrial, forestal, de transporte, acuícola, agrícola y ganadera.

Problemática:

- Modificación del entorno: modificación de la vegetación (tala de manglar), relleno de áreas inundables,



dragados, canales, efectos de la industria petrolera (exploración y producción), desecación, deforestación por ganadería, construcción de carreteras e hidroeléctrica sobre el Usumacinta. Quemas periódicas de la vegetación en temporadas de sequía. Modificación de la hidrodinámica local, alteración hidrológica por cambios en los volúmenes anuales y estaciones del agua y pérdida de la línea de playa producida por las inundaciones a los asentamientos humanos irregulares existentes en la región, así como a las áreas de agricultura de tierras bajas y actividades pecuarias.

- Contaminación: por influencia de Villahermosa y por actividades de la industria petrolera, aguas residuales, desechos orgánicos y sólidos, agroquímicos y metales. Arrastre de plaguicidas y sedimentos de zonas circundantes de campos arroceros.

- Uso de recursos: especies introducidas de carpas, mojarra, tilapias *Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus*, *Tilapia rendalli* y el lirio acuático *Eichhornia crassipes*. Violación a las tallas mínimas de pejelagarto y otros. Actividad ganadera extensiva en zonas inundables de Tabasco. Colecta de especies en peligro: la orquídea *Habenaria* sp.; el merostomado *Limulus polyphemus*, el pez pejelagarto *Lepisosteus tropicus*, las aves *Charadrius palmatus*, *Falco peregrinus*, *Jabiru mycteria* y cocodrilos y felinos. Tráfico y cacería ilegal de especies. Zona de gran importancia para las pesquerías de la Sonda de Campeche. Explotación incontrolada de madera para la construcción de asentamientos irregulares y producción y venta de carbón a Cd. Del Carmen. Colecta de plantas para alimento, construcción, como combustible, ornamental y medicinal.

Conservación: preocupa la deforestación, fragmentación del hábitat, la contaminación, el impacto por la industria petrolera, el desarrollo de infraestructura, el impacto ganadero y las modificaciones en la cabecera del Usumacinta. Faltan monitoreos a la calidad del agua, inventarios biológicos y conocimientos sobre la biología de los organismos; mayor cuidado de las zonas que alimentan la Laguna de Términos. Formulación de un programa de Manejo Integrado de la Zona Costera (manejo de recursos, monitoreo y conservación de las zonas de crianza de fauna y flora marina, etc.). Falta vinculación entre la política sectorial de la Subsecretaría de Pesca y la política estatal de desarrollo. La zona tiene todas las características de un Centro de Actividad Biológica; se propone su inclusión como tal para la zona tropical. Comprende a la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla y el Área de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos. Los Pantanos de Centla están considerados como humedales prioritarios por el North American Wetlands Conservation Council y por la Convención de Ramsar.

Grupos e instituciones: Instituto de Biología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geología, Instituto de Geografía, UNAM; Programa EPOMEX de la Universidad Autónoma de Campeche; El Colegio de la Frontera Sur; Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, IPN; Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa; PRONATURA; Comisión Nacional del Agua, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Secretaría de Ecología del Edo. de Campeche; Universidad Autónoma del Carmen; Universidad Estatal de Louisiana; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Sría. de Marina; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Cd. Del Carmen.

91. BALANCÁN

Estado(s): Tabasco

Polígono: Latitud 17°51'36" - 17°23'24" N
Longitud 91°45'00" - 91°15'36" W

Extensión: 2 131.08 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: pantanos, lagos

lóticos: ríos Usumacinta y San Pedro

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos de tipo Arenosol, Nitosol, Vertisol, Gleysol, Luvisol y Rendzina.

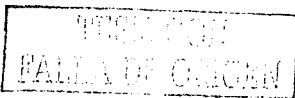
Características varias: clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1500-2500 mm.

Principales poblados: Balancán de Domínguez, Tenosique de Pino Suárez, Emiliano Zapata

Actividad económica principal: ganadera, petrolera y pesquera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: Tipos de vegetación: selva alta y baja perennifolia, pastizal cultivado, sabana, palmar inundable. Alta diversidad de hábitats: pantanos, ríos y humedales. Flora característica: *tasiste Acoelorrhaphe wrightii*, *Annona glabra*, bayalé *Aspidosperma megalocarpon*, *Bactris balanoidea*, mojú *Brosimum alicastrum*, leche maría *Calophyllum antillarum*, chijilté *Chrysophyllum mexicanum*, *Dalbergia glabra*, guapaque *Dialium guineense*, amates *Ficus* spp, palo de chombo *Gutteria anomala*, palo de tinta *Haematoxylum campechianum*, sunzapote *Licania platypus*, piñanona *Monstera deliciosa*, la caoba *Swietenia*



macrophylla, contontzón *Syngonium podophyllum*, flor de corazón *Talauma mexicana*, ujtui *Tapirira macrophylla*, canshán *Terminalia amazonia*, baqueta *Ulmus mexicana*, bejuco de agua *Vitis bourgaeana*. Fauna característica: de peces *Astyanax armandoi* n.sp., *A. fasciatus*, *Belonesox belizanus*, *Dorosoma anale*, *Gambusia sexradiata*, *G. echeagarayi*, *G. yucatanana*, *Heterandria bimaculata*, *Ictiobus meridionalis*, *Lepisosteus tropicus*, *Poecilia mexicana*, *P. petenensis*, *P. velifera*, *Profundulus hildebrandi*, *P. labialis*, *P. punctatus*, *Rhamdia guatemalensis*, *R. laticauda*, *Rhamdia* sp., *Rivulus tenuis*, *Xiphophorus maculatus*, *X. helleri*. Endemismo de tortugas de agua dulce. Especies amenazadas: de aves *Asio clamator*, *Cathartes burrovianus*, *Harpyhaliaetus solitarius*, *Ictinia mississippiensis*. Planta acuática *Brasenia schreberi* indicadora de pérdida de hábitat.

Aspectos económicos: actividades de acuicultura, ganadería y petrolera.

Problemática:

- Modificación del entorno: tala inmoderada para la ganadería; influencia de PEMEX; construcción de canales y escurrimientos agropecuarios.

- Contaminación: de tipo agropecuaria y petrolera.

- Uso de recursos: violación de vedas y tallas mínimas para posca; ganadería extensiva; abastecimiento de agua y acuicultura. Especies introducidas de mojarra *Oreochromis mossambicus* y *Tilapia rendalli*. En el río Usumacinta, la introducción de una sola especie exótica ha desplazado total o parcialmente a casi 19 especies nativas, de las cuales por lo menos 6 son endémicas.

Conservación: preocupa el impacto petrolero y ganadero, así como las modificaciones en la cabecera del Usumacinta. Faltan monitoreos de la calidad del agua, inventarios biológicos y conocimientos sobre la biología de los organismos.

Grupos e instituciones: Instituto de Biología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geología, Instituto de Geografía, UNAM; Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; Secretaría de Ecología del Edo. de Tabasco.

92. RÍO LACANTÚN Y TRIBUTARIOS

Estado(s): Chiapas

Polígono: Latitud

17°25'48" - 16°04'12" N

Longitud

91°55'12" - 90°22'48" W

Extensión: 9 796.71 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: lagos El Ocotal, Lacanjá, Miramar, Ojos Azules, Escobar, Suspiro, el Tintal y otras

lóticos: ríos Usumacinta, Xabal, Lancantún, Aguilar, Chixoy, Lacanjá, Azul, Perlas, Jetjá, Negro-Tzendales, San Pedro y arroyos

Limnología básica: la región comprende un balance hídrico favorable y por lo tanto una elevada actividad morfológica características de un karst activo. Representa una cuenca muy importante de captación de las elevadas precipitaciones de la región y, por lo tanto, actúa como zona de recarga de acuíferos subterráneos que alimentan al sistema fluvial más caudaloso del país.

Geología/Edafología: comprende las sierras La Cojolita, Cruz de Plata, La Colmena y El Tornillo. Predominio de calizas cretácicas y rocas sedimentarias plegadas. Suelos tipo Litosol, Nitosol, Luvisol, Cambisol y Rendzinas.

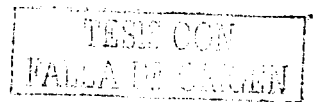
Características varias: clima cálido húmedo y cálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano. Temperatura media anual de 22-28 °C. Precipitación total anual 1500-3000 mm.

Principales poblados: Bonampak, Monte Líbano, Zapotal, San Quintín, Tanipería, Pico de Oro, Velasco Suárez, Lacanjá

Actividad económica principal: ganadera, forestal y petrolera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia, selva mediana subcaducifolia, bosques de pinos y encinos, vegetación riparia y sabana. La vegetación secundaria más frecuente son los acahuales que cubren grandes extensiones. Flora característica: espino *Acacia pennatula*, *Alchornea latifolia*, *Ardisia spicigera*, bayalté *Aspidosperma megalocarpon*, *Ateleia pterocarpa*, *Bactris balanoides*, *Balizia leococalyx*, jímbar *Bambusa longifolia*, palo de cuesa *Bernoullia flammea*, *Blepharidium mexicanum*, *Bletia purpurea*, *Bravaisia integerrima*, ramón *Brosimum alicastrum*, pucté *Bucida buceras*, chacá *Bursera simaruba*, *Byrsonima crassifolia*, *Cabomba palaeformis*, leche maría *Calophyllum antillanum*, hule *Castilla elastica*, *Cecropia obtusifolia*, *C. schreberiana*, cedro rojo *Cedrela odorata*, ceiba *Ceiba pentandra*, baqueta *Chaetoptelea mexicana*, sibal *C. jamaicensis*, *Clusia mariscus*, *Clusia flava*, *Cochlospermum vitifolium*, *Cojoba arborea*, *Coussapoa oligocephala*, *Crescentia cujete*, *Cupania* sp., *Curatella americana*,



Cymbopetalum penduliflorum, guapaque *Dialium guineense*, *Eleocharis interstincta*, *Ficus cookii*, *F. glabrata*, pataté *Ginoria nudiflora*, *Giricidia sepium*, jimbales de *Guada spinosa*, palo de chombo *Guatteria anomala*, *Gynerium sagittatum*, platanillos *Heliconia latispatha*, *Hymenaea courbaril*, *Hymenocallis littoralis*, *Inga sapindoides*, *I. vera spuria*, *Lemna minuta*, sunzapote *Licania platypus*, *Lindenia rivalis*, palo de aro *Lonchocarpus guatemalensis*, *L. luteomaculatus*, *Ludwigia octovalvis*, *Luehea speciosa*, *Lysiloma acapulcense*, bejuco de sangre *Machaerium marginatum*, chicozapote *Manilkara zapota*, zarzales de *Mimosa pigra*, *Muntingia calabura*, *Myrica mexicana*, *Myriophyllum* sp., *Najas wrightiana*, *Nymphaea ampla*, palo de agua *Pachira aquatica*, *Pancratium littorale*, carrizal *Phragmites australis*, *Phyla stoechadifolia*, pinos *Pinus oocarpa*, *P. pseudostrobus*, *P. tenuifolia*, hormiguillo *Platymiscium dimorphandrum*, *Polygonum acuminatum*, *Pontederia sagittata*, manash *Pseudolmedia oxyphyllaria*, llorasangre *Pterocarpus rohrii*, *Quararibea funebris*, encinos *Quercus anglobonduensis*, chicharro *Q. corrugata*, cantulán colorado *Q. oocarpa*, *Q. peduncularis*, tzajal *Q. skinneri*, pasto marino *Ruppia maritima*, *Salix humboldtiana*, corozales de *Scheelea liebmanni*, guacacaxtle *Schizolobium parahybum*, *Scirpus* sp., chechem *Sebastiana longicuspis*, *Spirodela polyrrhiza*, *Spondias mombin*, castaño *Sterculia apetala*, covadonga *Strychnos panamensis*, caoba *Swietenia macrophylla*, volador *Talauma mexicana*, canshán *Terminalia amazonia*, tule *Typha domingensis*, *Utricularia gibba*, tincó *Vatairea lundellii*, cacao volador *Virola guatemalensis*, yashcábté *Vitex kuylei*, *Wofflia brasiliensis*. Fauna característica: Para la selva Lacandona se han reportado 22 especies de oligoquetos terrestres: 15 nativas de México (4 géneros y 11 especies nuevas), 5 introducidas por el hombre y 2 (*Ocnerodrilus occidentalis* y Gen. Nov. 1) de origen dudoso: *Amyntas corticis*, *Balanteodrilus pearsei*, *Dichogaster bolau*, *D. saliens*, *D. sporadonephra*, *Notiodrilus salvadorensis*, *Polypheretima elongata*, *Pontoscolex corethrurus*, *Ramielona strigosa*, *Lavelloedrilus bonampakensis*, *L. likus*, *L. maya*, *L. parvus*, *L. riparius*; de peces *Gambusia eurystoma*, *Heterandria bimaculata*, *Profundulus hildebrandi*, *P. labialis*, *Xiphophorus alvarezii*, *X. helleri*; de anfibios y reptiles la boa *Boa constrictor*, las nuyacas real *Bothrops asper*, chatilla *B. nasuta* y verdinegra *B. nigroviridis*, los sapos *Bufo marinus* y *B. valliceps*, el celesto vientre verde *Celestus rozellae*, la tortuga cocodrilo *Chelydra serpentina*, la culebra *Clelia clelia*, la panza amarilla *Coniophanes fissidens*, la vientre rojo *C. imperialis*, los cocodrilos *Crocodylus acutus* y *C. moreleti*, la tortuga blanca *Dermatemys mawii*, *Eleutherodactylus laticeps*, la iguana verde *Iguana iguana*, el falso coralillo *Lampropeltis triangulum*, *Norops uniformis*, la rana leopardo *Rana berlandieri*, tres lomos *Staurotyphlops tripocatus*, la jicotea *Trachemys scripta*, la falsa nuyaca *Xenodon rabdocephalus*; de aves residentes como *Agamia agami*, la anhinga americana *Anhinga anhinga*, la garza ganadora *Bubulcus ibis*, la aguilla gris *Buteo nitidus*, el garzón blanco *Casmerodius albus*, el pato plijje aliblanco *Dendrocygna autumnalis*, el halcón guaco *Herpethotheres cachinnans*, la cigüeña americana *Mycteria americana*, la chachalaca vetula *Ortalis vetula*, la garza tigre *Tigrisoma mexicanum*; de aves invernantes como el playerito alcacolita *Actitis macularia*, la cerceta aliazul clara *Anas discors*, el garzón cenizo *Ardea herodias*, el aguillita migratoria menor *Buteo platypterus*, el martin pescador mediano *Ceryle alcyon*, el chorlito semipalmado *Charadrius semipalmatus*, el chorlito tildío *C. vociferus*, el mosquero mínimo *Empidonax minimus*, el halcón cernícalo *Falco sparverius*, el águila pescadora *Pandion haliaetus*, la perilita piis *Poliopitla caerulea*; de mamíferos como el tepescuintle *Agouti paca*, el cacomixtle *Bassariscus sumichrasti*, el armadillo de cola desnuda *Cabassous centralis*, el tlacuache lanudo o dorado *Caluromys derbianus*, el tlacuachillo acuático *Chironectes minimus*, el puercoespín *Coandou mexicanus*, el hormiguero dorado *Cyclopes didactylus*, el guaqueque alazán *Dasyprocta punctata*, el armadillo *Dasyprocta novemcinctus*, los murciélagos hematófagos *Desmodus rotundus* y *Diphylla ecaudata*, el tlacuache común *Didelphis marsupialis*, el viejo de monte *Eira barbara*, el grison *Galictis vittata*, la nutria *Lutra longicaudis*, el ratón tlacuache *Marmosa mexicana*, el venado temazate *Mazama americana*, la comadreja *Mustela frenata*, el coatí *Nasua narica nelsoni*, el venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, la tusa *Orthogeomys hispidus*, el tlacuache cuatro ojos *Philander opossum*, los murciélagos *Lonchorhina aurita*, *Micronycteris brachyotis*, *M. megalotis*, *Mimon benettii cozumelae*, *M. crenulatum*, *Myotis albescens*, *M. elegans*, *M. fortidens*, *M. keaysi*, *Noctilio leporinus*, *Peropteryx kappleri*, *Phyllostomus stenops*, *Pteronotus davyi*, *P. parnellii*, *Rhynchonycteris naso*, *Saccopteryx bilineata*, *Tonatia brasiliense*, *T. evotis*, el murciélagos carnívoro *Trachops cirrhosus*, la martucha *Potos flavus*, el mapache *Procyon lotor*, las ardillas *Sciurus aureogaster* y *S. deppei*, el conejo tropical *Sylvilagus brasiliensis*, la zorra gris *Urocyon cinereoargenteus*. Endemismo de plantas *Ceratozamia matudai*, *C. mexicana*, *Chamaedorea glaucifolia*, *Dioon merolae*, *Encyclia kienastii*, *Lacandonia schismatica*, cacao *Theobroma cacao* subsp. cacao forma lacandonense, *Yucca lacandonica*, *Zamia splendens*; de crustáceos *Odonotolpheusa lacandona*, *O. palenquensis*, *Potamocarcinus chajulensis*, de peces *Gambusia eurystoma*, *Poecilia sulphuraria*, *Profundulus hildebrandi*, *Xiphophorus alvarezii* y del ave *Atlapetes albinucha*. Especies amenazadas: de reptiles los cocodrilos *Crocodylus acutus*, *C. moreleti* y la tortuga blanca *Dermatemys mawii*; de aves el loro de cabeza azul *Amazona farinosa*, la guacamaya roja *Ara macao*, búho cornudo cariblanco *Asio clamator*, el pato real *Cairina moschata*, el hormiguero tirano *Cercomacra tyrannina*, el hocofoisán *Crax rubra*, el milano tijereta *Elanoides forficatus*, el halcón pechicanelo *Falco deirolsucus*, el hormiguero cholino escamoso *Grallaria guatemalensis*, el águila arpa *Harpia harpyja*, el águila solitaria *Harpophalioetus solitarius*, el loro de corona blanca *Pionus senilis*, el búho gorbiblanco *Pulsatrix perspicillata*, el lucán pico multicolor *Ramphastos*



sulfuratus, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*, el águila elegante *Spizaetus ornatus*, el águila tirana *S. tyrannus*, el águila ventrablanca *Spizastur melanoleucus*, el trogón colioscuro *Trogon massena*; de mamíferos el mono aullador *Alouatta pigra*, el mono araña *Ateles geoffroyi*, el puercoespín *Coendou mexicanus*, el grison *Galictis vittata*, el jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, la nutria *Lutra longicaudis*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor*, el oso hormiguero *Tamandua mexicana*, el tapir *Tapirus bairdii*, el pecarí de labios blancos *Tayassu pecari*, el murciélago carnívoro *Trachops cirrhosus*, todas amenazadas por modificaciones del hábitat y migraciones de la población tzotzil. Especies indicadoras: de anfibios y reptiles anolis jaspeado *Anolis capito*, *Centrolenella fleischmanni*, el turipache de selva *Corytophanes cristatus*, *Physalaemus pustulosus*, el sapo cavador *Rhinophrynus dorsalis* y la escincela parda *Sphenomorphus cherriei*, indicadoras de calidad del medio ambiente.

Aspectos económicos: actividad agrícola, ganadera, forestal, turística y pesquera.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, modificación de la vegetación (fragmentación) y erosión de suelos por actividades ganadera y petrolera; así como por colonización espontánea y construcción de carreteras.

- Contaminación: por agroquímicos.

- Uso de recursos: especies introducidas de peces como la anguila *Anguilla rostrata*, la mojarra *Cichlasoma urophthalmus ericymba*, la carpa herbívora *Ctenopharyngodon idella* y la tilapia *Oreochromis niloticus*. Pesca comercial de los bagres *Ariopsis felis* y *Cathorops melanopus*, el macabíl *Brycon guatemalensis*, la castarrica *Cichlasoma octofasciatum*, el bobo liso *Ictalurus meridionalis*, la chopá *Ictiobus meridionalis*, el pejelagarto *Lepidosteus tropicus*, la tenguayaca *Petenia splendida*, el coruco *Potamarius nelsoni*. Especies de insectos con valor comercial: *Archaeoprepona demophoon gulina*, *Callipogon barbatum*, *Eurytides lacandones*, *Megasoma elephas*, *Parides sesostris zestos*, *Protesilaus protesilaus macrosilaus*. Cultivos de maíz, chile, frijol, calabaza, yuca, ajonjolí, plátano, café y caña de azúcar. Actividad pecuaria de bovinos, porcinos, ovinos, avícola y apícola. Recolección de algunas especies silvestres de palmas *Chamaedorea* spp y cambray y de plantas medicinales entre otras. Hay violación de vedas, cacería furtiva y un severo tráfico de fauna y flora. Además de la gran riqueza de especies y ecosistemas y de su contribución en la forma de servicios ecológicos, es de resaltar su potencial como fuente de recursos útiles. Extracción de leña y madera; agricultura itinerante y explotación petrolera.

Conservación: preocupa la deforestación intensiva, la contaminación y la posible pérdida de especies por explotación de carpas. Faltan estudios de la calidad y cantidad del agua y el arrastre de sólidos, así como de la biota en general. Ante la multitud de conflictos actuales y potenciales de esta zona, es necesario hacer una evaluación ecológica y social con la participación de todos los grupos que tienen intereses en ella, así como una ordenación ecológica. Debe controlarse la cantidad de asentamientos humanos en las zonas protegidas. Falta vigilancia para controlar el tráfico ilegal de especies por parte de las autoridades competentes. Comprende la Reserva de la Biosfera Lacantún y parte de Montes Azules, los Monumentos Naturales de Bonampak y Yaxchilán y el Área de Protección de Flora y Fauna Chan-Kin.

Grupos e Instituciones: Instituto de Biología, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geología, Instituto de Geografía, UNAM; El Colegio de la Frontera Sur; Universidad Autónoma de Chiapas; Comisión Nacional del Agua, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP; Instituto Nacional de Antropología e Historia; Instituto Nacional Indigenista; Instituto de Historia Natural de Chiapas.

93. RÍO SAN PEDRO

Estado(s): Tabasco

Extensión: 1 317.55 km²

Polígono: Latitud 17°52'12" - 17°15'00" N
Longitud 91°15'00" - 90°59'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: río San Pedro

Limnología básica: ND

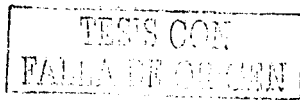
Geología/Edafología: suelos de tipo Gleysol, Vertisol y Feozem.

Características varias: clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1500-2500 mm.

Principales poblados: Tiradero, Estación Bari, la Cuchilla, Nueva Esperanza, La Palma

Actividad económica principal: ganadería y pesca

Indicadores de calidad de agua: ND



Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia y pastizal cultivado. Flora característica: mojú *Brosimum alicastrum*, cajoqui *Bumelia persimilis*, cedro rojo *Cedrela odorata*, coralillo *Cojoba arborea*, matabuey *Dussia cuscatlanica*, guanacaste *Enterolobium cyclocarpum*, *Ficus obtusifolia*, amates *Ficus* spp, citeito *Hasseltia guatemalensis*, *Hibiscus tiliaceus*, guapinol *Hymenaea courbaril*, totoposte *Licania arborea*, chicozapote *Manilkara zapota*, bálsamo *Myroxylon balsamum*, hormiguillo *Platymiscium dimorphandrum*, hormiguillo negro *Prunus guatemalensis*, zapoyolillo *P. salasil*, llorasangre *Pterocarpus rohrii*, mangle rojo *Rhizophora mangle*, tepenaguaste *Samanea saman*, la palma manaca *Scheelea preussii*, cuchillal *Schizolobium parahybum*, peine *Sloanea ampla*, castaño *Sterculia mexicana*, primavera *Tabebuia donnell-smithii*, volador *Terminalia amazonia*, *Thrinax radiata*, sacacera *Vatairea lundellii*, cacao volador *Virola guatemalensis*.

Aspectos económicos: actividad pesquera, petrolera y ganadera.

Problemática:

- Modificación del entorno: grave deforestación para actividades ganaderas.
- Contaminación: por actividad petrolera
- Uso de recursos: pesca del pez *Petenia splendida*

Conservación: se desconoce la zona; falta información limnológica básica y listados florísticos y faunísticos.

Grupos e instituciones: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

94. CABECERA DEL RÍO CANDELARIA

Estado(s): Campeche

Extensión: 1 023.43 km²

Polígono: Latitud 18°20'24" - 18°01'12" N
Longitud 91°19'12" - 90°54'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: humedales

lóticos: río Candelaria

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos de tipo Gleysol, Vertisol y Rendzina.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 1200-2000 mm.

Principales poblados: Candelaria, San Antonio

Actividad económica principal: ganadería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta y baja perennifolia, selva mediana subperennifolia, selva baja subperennifolia, sabana, palmar inundable, tular, vegetación ribereña y pastizal cultivado. Flora característica: espino *Acacia pennatula*, tasiste *Acoelorrhapha wrightii*, *Annona glabra*, gorgojo *Ateleia pterocarpa*, *Bactris balanoidea*, mojú *Brosimum alicastrum*, pucté *Bucida buceras*, cajoqui *Bumelia persimilis*, nanche *Byrsonima crassifolia*, *Cameraria latifolia*, *Coccoloba reflexiflora*, coralillo *Cojoba arborea*, jícaras *Crescentia cujete* y *C. alata*, cacaíto *Curatella americana*, *Dalbergia glabra*, matabuey *Dussia cuscatlanica*, guanacaste *Enterolobium cyclocarpum*, *Eugenia lundellii*, amates *Ficus* spp, palo de tinta *Haematoxylum campechianum*, *Hampea trilobata*, citeito *Hasseltia guatemalensis*, guapinol *Hymenaea courbaril*, *Hyperbaena winzerlingii*, totoposte *Licania arborea*, chicozapote *Manilkara zapota*, chechén *Metopium brownei*, bálsamo *Myroxylon balsamum*, hormiguillo negro *Prunus guatemalensis*, zapoyolillo *P. salasil*, llorasangre *Pterocarpus rohrii*, tepenaguaste *Samanea saman*, cuchillal *Schizolobium parahybum*, la palma manaca *Scheelea preussii*, peine *Sloanea ampla*, castaño *Sterculia mexicana*, primavera *Tabebuia donnell-smithii*, el volador *Terminalia amazonia*, sacacera *Vatairea lundellii*, cacao volador *Virola guatemalensis*.

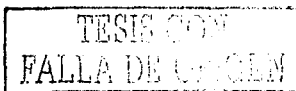
Aspectos económicos: ND

Problemática:

- Modificación del entorno: ND
- Contaminación: ND
- Uso de recursos: ND

Conservación: se desconoce la zona; falta información limnológica básica y listados faunísticos y florísticos.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Universidad de Campeche.



95. SUR DE CAMPECHE

Estado(s): Campeche
Polígono: Latitud
Longitud

18°34'48" - 17°49'12" N
90°51'36" - 89°46'12" W

Extensión: 7 072.87 km²

Recursos hídricos principales
lénticos: lago Noh
lóticos: río Candelaria

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos tipo Rendzina.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 1200-2000 mm.

Principales poblados: La Libertad, Francisco Escárcega

Actividad económica principal: agrícola, ganadera, forestal y chiclera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta perennifolia, selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, sabana y tular. Flora característica: *Ardisia spicigera*, mojú *Brosimum alicastrum*, pucté *Bucida buceras*, mulato *Bursera simaruba*, *Caesalpinia mollis*, *C. yucatanensis*, *Cecropia schreberiana*, cedro rojo *Cedrela odorata*, *Cenchrus echinatus*, *Chamaedorea seifrizii*, carberí *Coccoloba cozumelensis*, *Cochlospermum vitifolium*, *Croton reflexifolius*, *Cryosophilla argentea*, *Dorstenia contrajerva*, *Eugenia buxifolia*, amate *Ficus cookii*, *Gliricidia sepium*, *Jatropha gaumeri*, gusano *Lonchocarpus hondurensis*, *L. yucatanensis*, algodoncillo *Luehea candida*, *Lysiloma latisiliqua*, *Malmea depressa*, chicozapote *Manilkara zapota*, chechén *Metopium brownii*, *Olyra yucatanensis*, *Orbignya cohune*, *Ouratea lucens*, *Sabal yapa*, *Spondias mombin*, primavera *Tabebuia donnell-smithii*, *Talisia olivaeformis*, *Vitex gaumeri*. Endemismo de plantas como *Acacia dolichostachya*, *A. gaumeri*, *Anthurium tetragonum*, *Beaucarnea ameliae*, *Byrsonima bucidifolia*, *Eugenia winzeringii*, *Furcraea cahum*, *Guetarda gaumeri*, *Jacquinia flammea*, *Jatropha gaumeri*, *Machaonia lindeniensis*, *Neomillspaughia emarginata*, *Pithecellobium albicans*, *Randia truncata*, *Samyda yucatanensis*, orquídeas y bromeliáceas. Especies amenazadas: de plantas *Acacia dolichostachya*, *Bravaisia integerrima*, *Calasecium maculatum*, *Campyloneurum phyllitidis*, *Chamaedorea neurochlamys*, *C. seifrizii*, *Cordia dodecandra*, *Cryosophilla argentea*, *Encyclia cochleata*, *Epidendrum stamfordianum*, *Gaussia maya*, *Opslandra maya*, *Maxillaria tenuifolia*, *Oncidium sphacelatum*, *Psycmorchis pusilla*, *Tillandsia festucaeoides*, *Zamia loddigesii*; de reptiles la boa *Boa constrictor*, el cocodrilo de pantano *Crocodylus moreletii*, iguana rayada *Ctenosaura similis*; de aves el loro de frente blanca *Amazona albifrons*, el loro de frente roja *Amazona autumnalis*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, la anhinga *Anhinga anhinga*, el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, la totolaca *Aramus guarauna*, el chinito americano *Bombycilla cedrorum americana*, el cardenal norteño *Cardinalis cardinalis*, el guau *Claudius angustatus*, el hocofoisán *Crax rubra*, el bolsoero cuculado *Icterus cucullatus*, el bolsoero de Altamira *I. gularis*, la cigüeña americana *Mycteria americana*, el loro de orejas rojas *Pionopsitta haematotis*, el loro de corona blanca *Pionus senilis*, el tucancillo collarejo *Pteroglossus torquatus*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*; de mamíferos el mono aullador *Alouatta palliata*, el mono araña *Ateles geoffroyi*, el puercoespín *Coendou mexicanus*, el grisón *Galictis vittata*, el jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, la nutria *Lutra longicaudis*, el temazate *Mazama americana*, el jaguar *Panthera onca*, el tlacuache de cuatro ojos *Phylander opossum*, el puma *Puma concolor*, el hormiguero arborícola *Tamandua mexicana*, el tapir *Tapirus bairdii*, el pecarí de labios blancos *Tayassu pecari*. En esta región ocurren las mayores poblaciones de estas especies amenazadas.

Aspectos económicos: agricultura (cultivos de maíz, frijol, calabaza, chile), ganadería menor, apicultura, actividad forestal y chiclera.

Problemática:

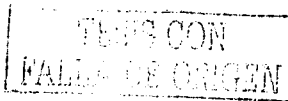
- Modificación del entorno: incendios, deforestación, explotación incontrolada de los recursos naturales, construcción de carreteras y nuevos asentamientos humanos.

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: anfibios y vertebrados en riesgo. Producción de chicle. Cacería furtiva. Saqueo de madera y tráfico ilegal de flora y fauna silvestres.

Conservación: falta conocimiento limnológico de la zona. Preocupa la deforestación, nuevas colonizaciones, la construcción de carreteras y sus consecuencias como la posible interrupción del flujo genético peninsular.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Universidad de Campeche.



96. CALAKMUL

Estado(s): Campeche

Extensión: 4 171.03 km²

Polígono: Latitud 18°36'00" - 17°48'36" N
Longitud 90°09'00" - 89°21'00" W

Recursos hídricos principales

lénticos: charcas temporales

lóticos: pozos, corrientes subterráneas

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: tipos de suelo Regosol y Rendzina.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 1000-1500 mm.

Principales poblados: Zoh Laguna, Xpujil

Actividad económica principal: agrícola, ganadera, forestal y chiclera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta subperennifolia, selva mediana subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja subperennifolia, sabana, vegetación acuática y matorral espinoso. Flora característica: *Brosimum alicastrum*, pucté *Bucida buceras*, *Bursara simaruba*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Cedrela odorata*, *Cenchrus echinatus*, *Chamaedorea seifrizii*, *Coccoloba cozumelensis*, *Croton reflexifolius*, *Cryosophilla argentea*, *Diospyros anisandra*, *Dorstenia contrajerva*, *Eugenia buxifolia*, *Haematoxylum campechianum*, *Lonchocarpus* sp., *L. yucatanensis*, *Lysiloma latisiliqua*, *Maimaea depressa*, chicozapote *Manilkara zapota*, cheché *Metopium brownei*, *Nymphaea ampla*, *Olyra yucatanica*, *Orbignya cohune*, *Ouratea lucens*, *Pistia stratiotes*, *Rhipidocladum racemiflorum*, *Sabal yapa*, *Salvinia auriculata*, *Stemmadenia donnell-smithii*, *Talisia olivaeformis*, *Vitex gaumeri*; de aves el loro de frente blanca *Amazona albifrons*, el loro de frente roja *A. autumnalis*, la anhinga *Anhinga anhinga*, el chinito americano *Bombycilla cedrorum americana*, el cardenal norteño *Cardinalis cardinalis*, el guau *Claudius angustatus*, el hocofaisán *Crax rubra*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, el bolsero de Altamira *I. gularis*, el loro de orejas rojas *Pionopsitta haematotis*, el loro de corona blanca *Pionus senilis*, el tucancillo collarajo *Pteroglossus torquatus*. Endemismo de plantas como *Acacia dolichostachya*, *A. gaumeri*, *Anthurium tetragonum*, *Beaucarnea ameliae*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Eugenia winzerlingii*, *Furcraea cahum*, *Guettarda gaumeri* *Hintonia octomera*, *Jacquinia flammea*, *Jatropha gaumeri*, *Machaonia lindeniana*, *Neomillspaughia emarginata*, *Pithecellobium albicans*, *Randia truncata*, *Samyda yucatanensis*, *Vitex gaumeri*, orquídeas y bromeliáceas; de aves *Agriocharis ocellata*, colibrí vientre-canelo *Amazilia yucatanensis*, el loro yucateco *Amazona xantholara*, el carpintero yucateco *Centurus pygmaeus*, la chara yucateca *Cyanocorax yucatanicus*, granatelo yucateco *Granatellus sallaei*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis*, la pachacua yucateca *Nyctiphrynus yucatanicus*, *Piranga roseogularis*. Especies amenazadas: de plantas *Acacia dolichostachya*, *Bravaisia integerrima*, *Calasetum maculatum*, *Campyloneurum phyllitidis*, *Chamaedorea neurochlamys*, *C. seifrizii*, *Cordia dodecandra*, *Cryosophilla argentea*, *Encyclia cochleata*, *Epidendrum stamfordianum*, *Gaussia maya*, *Maxillaria tenuifolia*, *Oncidium sphacelatum*, *Opsiandra maya*, *Psycmorchis pusilla*, *Tillandsia festucoides*, *Zamia loddigesii*; de reptiles la boa *Boa constrictor*, el cocodrilo de pantano *Crocodylus moreleti*, la iguana rayada *Ctenosaura similis*; de aves la totolaca *Aramus guarauna*, la tucaneta verde *Aulacorhynchus prasinus*, *Buteo albicaudatus*, el aguililla gris *B. nitidus*, *Cairina moschata*, *Circus cyaneus*, *Falco columbarius*, *Geranospiza caerulescens*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, la cigüeña jabirú *Jabiru mycteria*, la cigüeña americana *Mycteria americana*, *Oxyura dominica*, *Penelope purpurascens*, *Pulsatrix perspicillata*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*, el búho café *Strix virgata*, el chipe encapuchado *Wilsonia citrina*; de mamíferos el mono aullador *Alouatta palliata*, el mono araña *Ateles geoffroyi*, el puercoespln *Coendou mexicanus*, el grisón *Galictis vittata*, el jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, el temazate *Mazama americana*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, la nutria *Lutra longicaudis*, el jaguar *Panthera onca*, el marsupial tlacuache de cuatro ojos *Philander opossum*, el puma *Puma concolor*, el hormiguero arbóricola *Tamandua mexicana*, el tapir *Tapirus bairdii* y el pecarí de labios blancos *Tayassu pecari*. En esta región ocurren las mayores poblaciones de estas especies amenazadas. Diversidad de hílidos y tortugas de agua dulce *Rana brownorum* y *Rana vaillantii* indicadoras de aguas limpias.

Aspectos económicos: agricultura (cultivos de maíz, frijol, calabaza, chile), ganadería menor, apicultura, actividades forestal y chiclera.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, construcción de carreteras, incendios, crecimiento

demográfico.

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: anfibios y vertebrados en riesgo. Producción de chicle. Cacería deportiva. Saqueo de madera y tráfico ilegal de flora y fauna silvestres. Especie introducida de lirio acuático *Eichhornia crassipes*.

Conservación: preocupa la deforestación, nuevas colonizaciones, la construcción de carreteras y sus consecuencias como la posible interrupción del flujo genético peninsular. Comprende la Reserva de la Biosfera Calakmul.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Programa ECOMAT de la Universidad de Campeche; Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP.

97. CABECERA DEL RÍO CHAMPOTÓN

Estado(s): Campeche

Extensión: 1 718.46 km²

Polígono: Latitud 18°52'48" - 18°27'36" N
Longitud 90°04'48" - 89°37'12" W

Recursos hídricos principales

lénticos:

lóticos: río Champotón

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos tipo Vertisol, Litosol y Regosol.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1100-1500 mm.

Principales poblados: Pustunich

Actividad económica principal: explotación forestal

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja inundable, matorral espinoso, sabana y pastizal cultivado. Flora característica: pucté *Bucida buceras*, palo de tinta *Haematoxylum campechianum*, chechén *Metopium brownei*. Fauna característica: de crustáceos el decápodo *Typhlatya pearsei* y el palemónido *Creaseria morleyi* que habitan en grutas y cenotes. Endemismo de crustáceos como el anfípodo *Mayaweckelia yucatanensis* y el decápodo *Typhlatya campecheae*.

Aspectos económicos: explotación forestal.

Problemática:

- Modificación del entorno: explotación de los recursos naturales, incendios, nuevas colonizaciones y construcción de carreteras.

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: uso maderable.

Conservación: falta investigación.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Universidad de Campeche; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN.

98. BOCA DEL RÍO CHAMPOTÓN

Estado(s): Campeche

Extensión: 730.92 km²

Polígono: Latitud 19°24'00" - 19°05'24" N
Longitud 90°43'12" - 90°23'24" W

Recursos hídricos principales

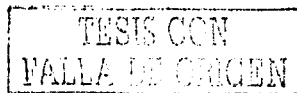
lénticos:

lóticos: río Champotón y arroyos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos tipo Vertisol, Gleysol y Litosol.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1100-1500 mm.



Principales poblados: Champotón
Actividad económica principal: pesca y agricultura
Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja inundable, palmar inundable, matorral espinoso, sabana y pastizal cultivado. Vegetación característica: tasiste *Acoelorhaphis wrightii*, *Annona glabra*, *Bactris balanoides*, *B. mexicana*, pucté *Bucida buceras*, *Dalbergia glabra*, palo de tinta *Haematoxylum campechianum*, chechén *Metopium brownei*. Fauna característica: de crustáceos como el palemónido *Creaseria morleyi* y el decápodo *Typhlatya pearsei* que habitan en grutas y cenotes. Endemismo de crustáceos como el anfípodo *Mayaweckelia yucatanensis* y el decápodo *Typhlatya campecheae*.

Aspectos económicos: pesquerías de lisa, sierra y robalo *Centropomus undecimalis*. Industria azucarera

Problemática:

- Modificación del entorno: modificación de la vegetación natural.
- Contaminación: por aguas residuales domésticas y descargas del ingenio azucarero.
- Uso de recursos: especies introducidas de tilapia *Oreochromis mossambicus* y pesca ilegal.

Conservación: se necesita un control para los contaminantes, la deforestación y el cuidado de la biota. Faltan estudios de la calidad del agua listados florísticos y faunísticos.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Universidad de Campeche.

99. LAGUNA CHICHANCANAB

Estado(s): Quintana Roo y Yucatán
Polígono: Latitud 20°01'37" - 19°42'14" N
Longitud 88°51'25" - 88°34'40" W

Extensión: 627.88 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas Chichancanab y Esmeralda

lóticos: aguas subterráneas

Limnología básica: salinidad: 2.4 g/l

Geología/Edafología: suelos tipo Vertisol, Luvisol y Rendzina.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1100-1200 mm.

Principales poblados: José Ma. Morelos, Dziuché, Bulukax

Actividad económica principal: pesca y agricultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta subperennifolia, selva mediana subperennifolia, pastizal cultivado. Flora característica: *Conocarpus erectus*. Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*, el palemónido *Creaseria morleyi*, el anfípodo *Mayaweckelia cenoticola*, los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; de peces *Anguilla rostrata*, *Gambusia sexradiata*, *G. yucatanensis*, *Poecilia orri*, *Rhamdia guatemalensis*; de aves el loro yucateco *Amazona xantholara*, *Aramus guarauna*, *Buteogallus anthracinus*, *Cathartes burrovianus*, *Crax rubra*, *Falco rufigularis*, *Helmitheros swainsonii*, *Penelope purpurascens*, *Sarcoramphus papa*, el chipe encapuchado *Wilsonia citrina*. Endemismo de peces *Cyprinodon beltrani*, *C. labiosus*, *C. maya*, *C. simus*, *C. verecundus*, *Poecilia velifera*, *Ogilbia pearsei* y *Ophisternon infernale*. Todas estas especies se encuentran amenazadas. La introducción de tilapia ha provocado la reducción de las poblaciones endémicas de peces.

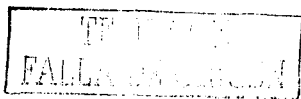
Aspectos económicos: pesca y agricultura.

Problemática:

- Modificación del entorno: quema de vegetación ribereña para ser sustituida por andadores de piedra y concreto, lo que elimina microhábitats críticos para muchas especies.
- Contaminación: por materia orgánica y agroquímicos.
- Uso de recursos: introducción del pez tilapia *Oreochromis mossambicus*.

Conservación: se requiere un control de la tilapia y la conservación de las especies afectadas. Faltan estudios en cuanto a la relación de aguas subterráneas y cuencas vecinas; así como listados florísticos y faunísticos.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Amigos de Sian Ka'an; Universidad de Quintana Roo; Instituto Tecnológico de Chetumal; Universidad de Michigan y Universidad de Hamburgo.



100. CONO SUR - PETO

Estado(s): Yucatán
Polígono: Latitud 20°08'24" - 19°43'12" N
Longitud 89°27'00" - 89°03'00" W

Extensión: 1 076.47 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: cenotes

lóticos: aguas subterráneas

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos tipo Luvisol y Litosol

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1000-1200 mm.

Principales poblados: Peto, Tahozíú, Tzucacab

Actividad económica principal: agrícola y ganadera

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta subperennifolia, selva mediana subperennifolia y subcaducifolia, pastizal cultivado y acahuales. Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*, el palemónido *Creaseria mortleyi*, el anfípodo *Mayaweckelia cenotocola*, los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; de peces *Anguilla rostrata*, *Gambusia yucatanana*, *Rhamdia guatemalensis*. Endemismo de peces *Ogilbia pearsei* y *Ophisternon infernale*.

Aspectos económicos: producción agrícola y ganadera.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación por la agricultura tecnificada y extracción de madera.
- Contaminación: por agroquímicos.
- Uso de recursos: tráfico ilegal de madera.

Conservación: se necesita regular el uso de agroquímicos; no se conoce el impacto de éstos en los mantos freáticos. Faltan listados florísticos y faunísticos

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geografía, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; DUMAC; Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP.

101. ZONA CITRÍCOLA

Estado(s): Yucatán
Polígono: Latitud 20°27'36" - 20°09'00" N
Longitud 89°18'36" - 88°58'48" W

Extensión: 678.06 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: cenotes

lóticos: aguas subterráneas

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos tipo Litosol, Rendzina, Luvisol y Cambisol.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1000-1200 mm.

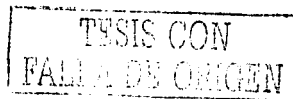
Principales poblados: Hochtún, Izamal, Huhí

Actividad económica principal: cultivos de cítricos

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia. Fauna característica: de crustáceos, el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*, el palemónido *Creaseria mortleyi*, el anfípodo *Mayaweckelia cenotocola*, los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; de peces *Anguilla rostrata*, *Gambusia yucatanana*, *Rhamdia guatemalensis*. Endemismo de peces *Ogilbia pearsei* y *Ophisternon infernale*.

Aspectos económicos: agricultura.



Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación y extracción de agua.
- Contaminación: por agroquímicos.
- Uso de recursos: el riego es fundamental para la zona citrícola; los impactos por contaminación del agua tienen efectos en la zona norte.

Conservación: debe frenarse la contaminación excesiva y regularse el manejo del agua. Faltan estudios de la química y dinámica del agua.

Grupos e instituciones: no se conocen.

102. ANILLO DE CENOTES

Estado(s): Yucatán

Extensión: 16 214.82 km²

Polígono: Latitud 21°37'48" - 19°48'36" N
Longitud 90°29'24" - 87°15'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos: cenotes, lagunas costeras, marismas, ciénegas, petenes

lóticos: ríos y una extensa cuenca criptorréica de aguas subterráneas (Anillo de cenotes)

Limnología básica: agua dulce sobre agua salada a 40 m de profundidad.

Geología/Edafología: suelos tipo Rendzina, Litosol, Zolonchak y Regosol.

Características varias: clima seco muy cálido, semisecho semicálido y cálido subhúmedo, todos con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 400-1100 mm. Vientos Alisios del SE. Frecuente ocurrencia de huracanes entre junio y diciembre.

Principales poblados: Campeche, Sisal, Umán, Mérida, Tizimín, Motul, Progreso, Ría Lagartos, Dzilam, Celestún

Actividad económica principal: pesca, agricultura, avicultura, ganadería y turismo, extracción de madera y sal, apicultura y cacería

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: vegetación de dunas costeras, manglar, tular, carrizal, tasistales, vegetación riparia, palmar inundable, matorral espinoso inundable, selva mediana subcaducifolia, petenes, selva baja caducifolia, selva baja inundable, sabana, pastizal halófilo, cultivado y natural. Diversidad de hábitats: dunas costeras, lagunas costeras, áreas palustres, cenotes, petenes. Flora característica: de manglares negro *Avicennia germinans*, blanco *Laguncularia racemosa* y rojo *Rhizophora mangle*, de pastos marinos *Halodule beaudettei*, *Syringodium filiforme*, *Thalassia testudinum*, además de cactus *Acanthocereus tetragonus*, tasiste *Acoelorrhapha wrightii*, bab-ki *Agave angustifolia*, sisal *A. sisalana*, *Annona glabra*, *Bactris balanoides*, *B. mexicana*, *Batis maritima*, *Bathophora oerstedii*, julubal *Bravaisia tubiflora*, pucté *Bucida buceras*, chacá *Bursera simaruba*, *Byrsonima crassifolia*, *Caulerpa cupressoides*, *C. paspaloides*, *C. prolifera*, *C. racemosa*, *C. sertularioides*, *Celba aesculifolia*, *Chara fibrosa*, *Cladium jamaicense*, *C. mariscus*, uva de mar *Coccoloba uvifera*, *Coccothrinax readii*, palma de coco *Cocos nucifera* tasiste, botoncillo *Conocarpus erectus*, jícara *Crescentaria kujete*, mucal *Dalbergia brownnei*, *D. glabra*, zacate salado *Distichlis spicata*, *Echites yucatanensis*, *Eleocharis cellulosa*, *E. mutata*, *Ficus tecolulensis*, *Guaiacum sanctum*, palo de tinte *Haematoxylum campechianum*, ñiñonina *Ipomoea pes-caprae*, *Lantana involucrata*, *Lemaireocereus griseus*, dzalám *Lysiloma latifolia*, *Malvaviscus arboreus*, chicozapote *Manilkara zapota*, chechén *Metopium brownii*, el zarzal *Mimosa pigra*, *Nopalea gaumeri*, *Nymphaea ampla*, nopal *Opuntia stricta* *dillenii*, *Phragmites australis*, flor de mayo *Plumeria obtusa*, *Pterocereus gaumeri*, *Roystonea regia*, *Salicornia bigelovii*, *Scirpus lacustris*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sporolobus virginicus*, *Suaeda linearis*, *Thevetia ovata*, tule *Typha domingensis*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella turgida*, *Diploneis puella*, *Eunotia maior*, *E. monodon*, *Gomphonema angustatum*, *G. lanceolatum*, *Nitzschia scalaris*, *Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*. Fauna característica: de moluscos *Drymaeus cucullus*, *D. multilineatus*, *Polygra cereolus carpenteriana*; de rotíferos *Keratella americana*, *Lecane aculeata*, *L. furcata*, *L. luna*, *Polyarthra vulgaris*; de ostrácodos *Candonocypris serratomarginata*, *Chlamydotheca mexicana*, *Cypridopsis niagrensis*, *C. rhomboidea*, *Cyprinotus putei*, *C. symmetricus*, *Darwinula stevensoni*, *Eucypris cisternina*, *E. serratomarginata*, *Herpetocypris meridiana*, *Metacypris americana*, *Stenocypris fontinalis*, *Strandesia intrepida* y *S. obtusata*; de copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Diacyclops* sp., *Macrocyclus albidus*, *Mastigodiatomus albuquerqueensis*, *M. nesus*, *Mesocyclus* sp., *Schizopera* sp., *Thermocyclus inversus*, *Tropocyclus extensus*, *T. parcinus*, *Tropocyclus prasinus* aff. *aztquei*, *Leptodiatomus novamexicanus* y

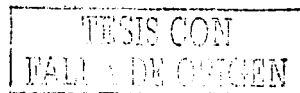


Pseudodiaptomus marshi; de anfípodos *Hyaella azteca* y *Quadrivisio lutzi*; de misidáceos *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; de isópodos *Creaseriella anops*; de decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; de palemónidos *Creaseria morleyi*; de peces *Anguilla rostrata*, *Archosargus rhomboidalis*, *Arius melanopus*, *Astyanax altior*, *Belonesox belizanus*, *Cichlasoma friedrichsthalii*, *C. robertsoni*, *C. salvini*, *C. synspilum*, *C. urophthalmus*, *Cyprinodon artifrons*, *Floridichthys polyommus*, *Fundulus grandisimus*, *Gambusia yucatanica*, *Garmanella pulchra*, *Heterandria bimaculata*, *Menidia colei*, *Orthopristis crysoptera*, *Petenia splendida*, *Poecilia mexicana*, *P. orri*, *P. petenensis*, *P. velifera*, *Rhamdia guatemalensis*, *Thorichthys meeki*; de reptiles y anfibios la serpiente mocasín cantil *Agkistrodon bilineatus*, *Ameiva undulata*, *Anolis rodriguezi*, *Basiliscus vittatus*, *Boa constrictor*, *Bothrops asper*, *Bufo marinus*, *B. valliceps*, *Cnemidophorus angusticeps*, *Coleonyx elegans*, *Coniophanes imperialis*, los cocodrilos *Crocodylus acutus* y *C. moreletii*, *Crotalus durissus*, *Drymobiops margaritiferus*, *Elaphe triaspis*, *Fecimia pubha*, *Hyla loquax*, *H. microcephala*, *H. staufferi*, *Hylopachus variolosus*, *Iguana similis*, *Kinosternon scorpioides*, *K. subrubrus*, *Lepidocheilus kempii*, *Leptophis mexicanus*, *Micrurus diastema*, *Oxybelis fulgidus*, *Phrynohyas venulosa*, *Pseudemys scripta*, *Rana berlandieri*, *Rhinoclemmys areolata*, *Smilisca baudinii*, *Stenorhina freminvillei*, *Terrapene mexicana yucatanica*, *Tripton potasatus*; de aves *Aramus guarauna*, *Aythya affinis*, la garza blanca *Casmerodius albus*, de distribución restringida la codorniz cotú yucateca *Colinus nigrogularis*, las gaviotas *Larus dominicanus* y *L. fuscus*, la garza rosada *Nycticorax violaceus*, el pelicano café *Pelecanus occidentalis*, el cormorán *Phalacrocorax olivaceus*, *Polioptila albiloris albiventris*, el vireo yucateco *Vireo magister*, la paloma *Zenaida aurita*; de mamíferos *Agouti paca*, *Bassariscus sumichrasti*, *Dasyprocta mexicana*, *Eira barbara*, *Mazama americana*, venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, *Pecari tajacu*, *Potos flavus*, *Procyon lotor*. Endemismos de plantas *Acacia gaumeri*, *Cephalocereus gaumeri*, *Coccothrinax readii*, *Enriquebeltrania crenatifolia*, *Exostema caribaeum*, *Eragrostis yucatanica*, *Mammillaria gaumeri*, *Matelea yucatanensis*, *Spermacoce confusa*, *Pseudophoenix sargentii*; de anfípodos *Mayaweckelia cenotocola*; de peces *Cichlasoma urophthalmus mayorum*, *C. urophthalmus zebra*, *Ogilbia pearsei*, *Ophisternon infernale*, *Poecilia velifera*, *Rhamdia guatemalensis*, *R. guatemalensis decolor*, *R. guatemalensis depressa*, *R. guatemalensis sacrificii*, *R. guatemalensis stygaea*; de anfípodos y reptiles *Agkistrodon bilineatus*, *Anolis lemurinus*, *Bolitoglossa yucatanica*, *Coniophanes schmidii*, *Hemidactylus turcicus*, *Laemanctus serratus*, *Leptodactylus labialis*, *L. melanonotus*, *Mabuya brachypoda*, *Mastigodryas melanoomus*, *Norops sagrei*, *Pseudemys scripta*, *Rhynophrynus dorsalis*, *Sceloporus serrifer*, *Sibon sanniola*, *Thecadactylus rapicaudus*; de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, la matraca yucateca *Campylorhynchus yucatanicus*, el carpintero yucateco *Centurus pygmaeus*, la chara yucateca *Cyanocorax yucatanicus*, el colibrí tijereta *Doricha eliza*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis*, la pachacua yucateca *Nyctiphrynus yucatanicus*. Todas las especies mencionadas anteriormente están amenazadas por aislamiento, fragmentación del hábitat, desarrollo urbano y contaminación. Otras especies amenazadas de plantas son la agavácea *Beaucarnea plibbilis*, la boraginácea sircote *Cordia dodecandra*, las palmas *Pseudophoenix sargentii*, *Sabal gretheriae*, *Thrinax radiata* y la orquídea *Rhyncholaelia digbyana*; existen sitios de anidación para especies protegidas de tortugas caguama *Caretta caretta*, blanca *Chelonia mydas*, laúd *Dermochelys coriacea* y Carey *Eretmochelys imbricata*, y de reptiles como la boa *Boa constrictor*, los cocodrilos *Crocodylus acutus* y *C. moreletii*, la iguana rayada *Ctenosaura similis*; de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, el loro de frente blanca *Amazona albifrons*, el loro de frente roja, *A. autumnalis*, el loro yucateco *A. xantholora*, *Anas acuta*, *A. discors*, el chovac *Anhinga anhinga*, el ralcón cuellirrufo *Aramides axillaris*, la grullita *Aramus guarauna*, *Aythya affinis*, *Buteo albicaudatus*, *B. nitidus*, *B. jamaicensis*, *B. magnirostris*, *Buteogallus anthracinus*, *B. urubitinga*, el cardenal *Cardinalis cardinalis*, el zopilote cabeza amarilla *Cathartes burrovianus*, el pijijí cantor *Charadrius melodus*, *Circus cyaneus*, la garza rojiza *Egretta rufescens*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, *F. rufigularis*, *Geranus spiza caerulescens*, *Glaucidium brasilianum*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el bolsero cuculado *I. cucullatus*, el bolsero de Altamira *I. gularis*, el kuká *Ixobrychus exilis*, el jabirú *Jabiru mycteria*, la cigüeña americana *Mycteria americana*, los flamencos rosado *Phoenicopterus roseus* y americano *Phoenicopterus ruber*, el panch'el *Pteroglossus torquatus*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, *Rostrhamus sociabilis*, *Sarcorhamphus papa*, *Spizaetus tyrannus*, la golondrina marina *Sterna antillarum*; de mamíferos el mono araña *Ateles geoffroyi*, el saraguato negro *Alouatta pigra*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el tejón *Nasua narica*, el jaguar *Panthera onca*, el manatí *Trichechus manatus*. Especies posiblemente extintas: el cíclido *Cichlasoma urophthalmus conchitae* y *C. urophthalmus ericymba*. Áreas de anidación para el flamenco rosado y otras aves marinas migratorias y de concentración excepcional del merostomado *Limulus polyphemus*.

Aspectos económicos: Mérida: industria, turismo y transporte. Ecoturismo de alto impacto. Explotación petrolera, maderable, salinera, industrial y termoeléctrica. Agricultura, avicultura, pesca, extracción de madera, apicultura y ganadería. Pesquerías de jaiva y camarón. Cacería furtiva.

Problemática:

- Modificación del entorno: extracción inmoderada de agua y deforestación. Pérdida de la vegetación, sobrepastoreo, destrucción de dunas costeras por efecto de la industria salinera, construcción de carreteras,



bordos y diques, azolve, desecación y desarrollo de infraestructura portuaria. Incendios producidos por prácticas de tumba, roza y quema y actividad ganadera. Crecimiento urbano que ocasiona relleno de zonas inundables y destrucción del manglar.

- Contaminación: por materia orgánica y metales pesados. Esgurrimientos agrícolas con agroquímicos y aguas negras. Contaminación del manto freático. En Mérida: residuos orgánicos y patógenos (contaminación urbana e industrial).

- Uso de recursos: petróleo, termoeléctrica, cacería furtiva, pesca ribereña y artesanal de camarón, bagre *Arius melanopus*, mojarra *Calamus campechanus*, jurel *Caranx* sp., robalo *Centropomus undecimalis*, corvinas *Cynoscion arenarius* y *C. nebulosus*, mero *Epinephelus morio*, huachinango *Lutjanus campechanus*, lisa *Mugil* sp., pulpo *Octopus maya* y *O. vulgaris*, langosta *Panulirus argus*, carito *Scomberomorus cavalla*, *S. maculatus*, *Seriola* sp. y caracol *Strombus gigas*; acuicultura, agricultura, ganadería, apicultura y ecoturismo. Producción de sal y cultivos de palma de coco.

Conservación: preocupa la extracción inmoderada de agua, la modificación de los flujos de agua y la contaminación de las aguas subterráneas. Se requiere del control de contaminantes en Mérida y en los cenotes. Se requieren, también, de estudios de microtopografía de las cuencas, gasto en petenes y listas de vegetación acuática e insectos. Conservación Internacional y la Convención de Ramsar señalan a Ría Lagartos como humedal prioritario por ser un sistema complejo de pequeños estuarios, lagunas costeras hipersalinas, manglares y una barra de dunas de arena. Comprende la reserva estatal de Dzilam, las Reservas Especiales de la Biosfera Ría Celestún y Ría Lagartos y el Parque Nacional Dzibilchaltún.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geografía, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; DUMAC; Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP; YUMBALAM, A.C.; BIOCECOSIS; Instituto Nacional de Antropología e Historia.

103. CONTOY

Estado(s): Quintana Roo

Extensión: 2 785.2 km²

Polígono: Latitud 21°48'00" - 20°53'24" N
Longitud 87°21'00" - 86°47'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: Laguna Yalaháu y Chacmochuk, lagunas costeras, ciénegas

lóticos: aguas subterráneas

Limnología básica: Es la reserva de acuíferos más importante del noreste de la península de Yucatán. El agua subterránea forma todo un sistema de estructuras tipificadas por los cenotes y las cavernas. Las sabanas inundables propician el escurrimiento y la captación de agua de lluvia.

Geología/Edafología: suelos tipo Regosol, Gleysol, Litosol, Luvisol, Rendzina y Zolonchak (rocas sedimentarias calcáreas), muy planos; la hidrografía se regula con la microtopografía.

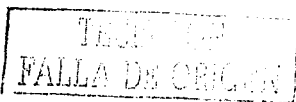
Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 800-1100 mm, con alta evaporación. Vientos Alisios del SE al NW.

Principales poblados: Cabo Catoche, Isla Holbox, Contoy, Punta Arena, Kantunil

Actividad económica principal: ganadería, agricultura tradicional, turismo, pesca, cacería, apicultura, explotación forestal y de sal

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, palmar inundable, manglar, vegetación de dunas costeras, pastizal cultivado, sabana, tinal y tular. Diversidad de hábitats: dunas costeras, humedales, petenes, playas, estuarios y pastos marinos. La zona está considerada como una de las de mayor diversidad biológica y de endemismos. Flora característica: tasiste *Acoelorrhaphes wrightii*, *Annona glabra*, *Bactris balanoidea*, *B. mexicana*, ramón *Brosimum alicastrum*, chaca *Bursera simaruba*, nanche *Byrsonima crassifolia*, cedro *Cedrela mexicana*, palma *Coccothrinax readii*, jícaro *Crescentia cujete*, *Dalbergia glabra*, *Erythroxylum campechanum*, palo de campeche *Haematoxylum campechianum*, chicozapote *Manilkara zapota*, chechém *Metopium brownii*, *Paurotis wrightii*, palma *Pseudophoenix sargentii*, *Roystonea regia*, tule *Typha latifolia*, axnique *Vitex gaumeri*. Flora de Contoy: *Acanthocereus tetragonus*, *Ageratum littorale*, *Ambrosia hispida*, *Avicennia germinans*, *Borrchia frutescens*, *Bumelia americana*, *Caesalpinia vesicaria*, *Canavalia rosea*, *Capparis incana*, *Cenchrus echinatus*, *Cenchrus* sp., *Coccoloba uvifera*, *Cocos nucifera* tasiste, *Conocarpus erectus*, *Cordia sebestena*, *Eustachys petraea*, *Fimbristylis thermalis*, *Guaiaecum sanctum*, *Hymenocallis* sp., *Laguncularia racemosa*, *Opuntia stricta*, *Phyla nodiflora*, *Pisonia aculeata*, *Pithecellobium dulce*, *Rhizophora mangle*, *Sesuvium portulacastrum*, *Spartina*



spartinae, *Sporolobus virginicus*, *Suriana maritima*, *Thrinax radiata*, *Trixis inula*. Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; el palemónido *Creaseria morleyi*; el anfípodo *Mayaweckelia cenotocola*; los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; de peces *Anguilla rostrata*, *Astyanax aeneus*, *Cichlasoma synspilum*, *Poecilia latipinna*; de aves el chipe galán *Dendroica discolor*, el mímdo negro *Dumetella glabrirostris*, el mosquero *Elaenia martinica*, la fragata magnífica *Fregata magnificens*, la paloma suelera pechiclara *Leptotila jamaicensis*, el cormorán *Phalacrocorax olivaceus*, la paloma *Zenaida aurita*. Contoy es sitio de anidación de gran relevancia de aves marinas y palustres como *Columba leucocephala*, *Egretta rufescens*, *E. thula*, *E. tricolor*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, el pelicano gris *Pelecanus occidentalis*, *Phalacrocorax auritus*, *Sterna anaethetus*, *S. antillarum* y de refugio y reproducción del bobo patas cafés *Sula leucogaster*. Además, se puede encontrar en esta región a los reptiles como las tortugas caguama *Caretta caretta*, blanca *Chelonia mydas*, de carey *Eretmochelys imbricata* y el cocodrilo *Crocodylus acutus*. Endemismo de plantas como *Acacia gaumeri*, *Cephalocereus gaumeri*, *Enriquebeltrania crenatifolia*, *Eragrostis yucatanica*, *Mammillaria gaumeri*, *Nopalea gaumeri*; de peces *Archocentrus octofasciatus*, *Fundulus grandissimus*, *F. persimilis*, *Menidia colel*, *Ogilbia pearsei*, *Ophisteron infernale*, *Poecilia velifera*; de aves como la matraca yucateca *Campylorhynchus yucatanicus*, la chara yucateca *Cyanocorax yucatanicus*, el colibrí tijereta *Doricha eliza*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis* y el vireo yucateco *Vireo magister*. Especies amenazadas: de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, la espátula rosada *Ajaia ajaia*, la cerceta aliazul *Anas discors*, la garza gigante *Ardea herodias occidentalis*, *Buteo jamaicensis*, *Buteogallus anthracinus*, *Charadrius melodus*, *Circus cyaneus*, el hocofaisán *Crax rubra*, las garzas *Egretta rufescens* y *E. thula*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, *Helimitheros swainsonii*, el jibirú *Jabiru mycteria*, *Mycteria americana*, el flamenco *Phoenicopterus ruber*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*, *Sterna antillarum*, el chipe encapuchado *Wilsonia citrina*; de reptiles los cocodrilos *Crocodylus acutus* y *C. moreleti*, las tortugas caguama *Caretta caretta*, blanca *Chelonia mydas*, laúd *Dermochelys coriacea* y carey *Eretmochelys imbricata*; de mamíferos el mono aullador *Alouatta pigra*, el mono araña *Ateles geoffroyi*, el cacomixtle *Bassariscus sumichrasti*, el tlacuachillo dorado *Caluromys derbianus*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor*, el oso hormiguero *Tamandua mexicana*, el temazate *Mazama americana*, el tapir *Tapirus bairdii*, el manatí *Trichechus manatus*. Zona de anidación y refugio para aves, de alimentación y reproducción para peces, tortugas y manatíes. Se estima que en el área se encuentra más del 80% de los vertebrados tetrápodos conocidos en la entidad.

Aspectos económicos: pesquería de peces como boquinetes, pargos, mojarra, jurel, corvinas, roncador blanco, lizeta, lisa, raya, picuda, bagre, macabí y crustáceos como langosta y camarón; existen recursos de sal. Potencial turístico creciente y actividad pecuaria. Explotación forestal incontrolada.

Problemática:

- Modificación del entorno: asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. Amenazada fuertemente por crecimiento urbano y construcción de caminos. Intoducción de fauna exótica a la isla de Contoy.

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. Cacería furtiva. Saqueo de nidos de tortuga. La región constituye una importante fuente de abastacimiento de agua y recursos forestales

Conservación: Se recomienda conservar los mantos freáticos. Faltan conocimientos de plantas acuáticas e insectos y de la microtopografía de las cuencas. Comprende a la Reserva Especial de la Biosfera Isla Contoy, el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y la reserva privada El Edén.

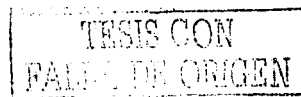
Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geografía, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Instituto Nacional de Ecología, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAP; Universidad de California - Riverside; Yum Balam, A. C.; Amigos de Sian Ka'an, A. C.; Biosilva, A.C.; Gema, A.C.; Pronatura Península de Yucatán, A.C.; Universidad de Miami, Profauna, A.C.; The Nature Conservancy.

104. ISLA MUJERES

Estado(s): Quintana Roo

Polígono: Latitud 21°15'00" - 20°55'48" N
Longitud 86°33'00" - 86°23'24" W

Extensión: 181.66 km²



Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas costeras, cenotes

lóticos: aguas subterráneas con una capa delgada de agua dulce

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos tipo Rendzinas.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1000-1100 mm.

Principales poblados: Isla Mujeres

Actividad económica principal: turismo, pesca y explotación de sal

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia selva baja caducifolia, selva baja superperennifolia, sabana, tular, manglar y praderas de pastos marinos. Flora característica: manglar negro *Avicennia germinans*, blanco *Laguncularia racemosa* y rojo *Rhizophora mangle*, pastos marinos de *Thalassia testudinum*. Endemismo de peces *Cyprinodon variegatus* ssp, *Gambusia puncticulata* ssp, *Poecilia velifera* ssp, *Syngnathus scovelli makaxi* los cuales requiere de estudios y están amenazados.

Aspectos económicos: turismo, pesca y explotación de sal.

Problemática:

- Modificación del entorno: impacto por turismo y por la industria salinera. Prácticamente no existen ya cuerpos de agua dulce.

- Contaminación: ND

- Uso de recursos: pesca y explotación de sal.

Conservación: comprende la costa occidental de Isla Mujeres la cual está considerada dentro de la categoría de Parque Nacional.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; Pronatura Península de Yucatán, A.C.; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geografía, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; DUMAC; Comisión Nacional del Agua, Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP.

105. CORREDOR CANCÚN - TULUM

Estado(s): Quintana Roo

Extensión: 1 715 km²

Polígono: Latitud 21°10'48" - 20°20'24" N
Longitud 87°28'12" - 86°44'24" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales

lóticos: aguas subterráneas

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: suelos tipo Litosol, Rendzina y Zolonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1000-2000 mm.

Principales poblados: Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha

Actividad económica principal: turismo, forestal y pecuaria

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana superperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: *Acacia globulifera*, tasiste *Acoelorrhaphe wrightii*, *Annona glabra*, *Atriplex cristata*, *Bactris balanoideae*, ramón *Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras*, chaca *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cameraria latifolia*, *Capparis flexuosa*, *C. incana*, *Coccoloba reflexiflora*, *C. uvifera*, palma nakax *Coccothrinax readii*, *Cordia sebestena*, *Crescentia cujete*, *Curatella americana*, *Cyperus planifolius*, *Dalbergia glabra*, *Eugenia lundellii*, palo de tinte *Haematoxylum campechianum*, *Hampea trilobata*, *Hyperbaena winzerlingii*, *Ipomoea violacea*, chicozapote *Manilkara zapota*, chechén *Metopium brownei*, *Pouteria campechiana*, *P. chiricana*, palma *Pseudophoenix sargentii*, mangle rojo *Rhizophora mangle*, palma chit *Trinax radiata*. La flora fitoplanctónica de los cenotes

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella turgida*, *Diploneis puella*, *Eunotia maior*, *E. monodon*, *Gomphonema angustatum*, *G. lanceolatum*, *Nitzschia scalaris*, *Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*. Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; el anfípodo *Tulumella unidens*; el palemónido *Creaseria morleyi*; los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Eucyclops agilis*, *Macrocyclus albidus*, *Mastigodiptomus texensis*, *Mesocyclops edax*, *Mesocyclops* sp., *Schizopera tobac cubana*, *Thermocyclops inversus*, *Tropocyclops prasinus mexicanus*, *T. prasinus* s.str.; los ostrácodos *Candonocypris serratomarginata*, *Chlamydotheca mexicana*, *Cypridopsis niagrensis*, *C. rhomboidea*, *Cyprinotus putei*, *C. symmetricus*, *Darwinula stevensoni*, *Eucypris cisternina*, *E. serratomarginata*, *Herpetocypris meridiana*, *Metacypris americana*, *Stenocypris fontinalis*, *Strandesia intrepida*, *S. obtusata*; de peces como los ciclidos *Archocentrus octofasciatus*, *Cichlasoma friedrichsthalii*, *C. robertsoni*, *C. salvini*, *C. synspilum*, *C. urophthalmus*, *Petenia splendida* y *Thorichthys meeqi*; los poecilidos *Belonesox belizanus*, *Gambusia yucatanica*, *Heterandria bimaculata*, *Poecilia mexicana*, *P. orri* y *P. petenensis*; la anguila americana *Anguilla rostrata*, el carácido *Astyanax aeneus* y el bagre *Rhamdia guatemalensis*. Endemismos del isópodo *Bahalana mayana*; de los anfípodos *Bahadzia bozanici*, *Mayaweckelia cenotícola*, *Tuluweckelia cernua*; del ostrácodo *Danielopolina mexicana*; del remípodo *Speleonectes tulumensis*; del termostenáceo *Tulumella unidens*, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces *Astyanax altior*, la brótula ciega *Ogilbia pearsei*, la anguila *Ophisternon infernale*, *Poecilia velifera*; de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, que junto con el manatí *Trichechus manatus* se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caaguama *Caretta caretta*, blanca *Chelonia mydas*, laúd *Dermochelis coriacea* y el merostomado *Limulus polyphemus*. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa *Boa constrictor*, huico rayado *Cnemidophorus cozumela*, garrobo *Ctenosaura similis*, iguana verde *Iguana iguana*, casquito *Kinosternon scorpioides*, mojina *Rhinoclemmys areolata*, jicotea *Trachemys scripta*; las aves loro yucateco *Amazona xantholora*, garceta de alas azules *Anas discors*, carao *Aramus guarauna*, aguilita cangrejera *Buteogallus anthracinus*, hoco faisán *Crax rubra*, el trepatroncos alileonado *Dendrocincla anabatina*, garzita alazana *Egretta rufescens*, halcón palomero *Falco columbarius*, el gavilán zancudo *Geranospiza caerulescens*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el bolsero cuculado *I. cucullatus*, zopilote rey *Sarcorhamphus papa*, golondrina marina *Sterna antillarum*, *Strix nigrolineata* y los mamíferos mono aullador *Alouatta pigra*, mono araña *Ateles geoffroyi*, grisón *Galictis vittata* y oso hormiguero *Tamandua mexicana*.

Aspectos económicos: pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en Pto. Morelos.

Problemática:

- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.

- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.

- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco *Cocos nucifera* *tasiste*.

Conservación: se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; DUMAC; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP.

106. COZUMEL

Estado(s): Quintana Roo

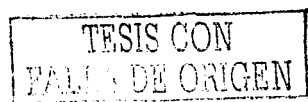
Extensión: 482.03 km²

Polígono: Latitud 20°48'00" - 20°16'12" N
 Longitud 87°01'48" - 86°43'48" W

Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas costeras, cenotes, humedales

lóticos: aguas subterráneas con una capa delgada de agua dulce



Limnología básica: ND

Geología/Edafología: placa Maya del este, rocas sedimentarias, plataforma amplia y suelos tipo Rendzina.

Características varias: clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. Temperatura promedio anual 26-28 °C. Precipitación total anual 1500-2000 mm.

Principales poblados: Cozumel, Cedral, Chancanab, Caleta, San José, Chenrio

Actividad económica principal: turismo, ecoturismo y porcicultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, manglar, tular, vegetación de dunas costeras y palmares. Flora característica: *Acacia pringlei*, *Agave angustifolia*, *Albizia caribaea*, *Anthurium* sp., *Aporocactus flagelliformis*, *Avicennia germinans*, *Brassavola nodosa*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Caesalpinia yucatanensis*, *Cakile lanceolata*, *Canavalia rosea*, *Capparis cynophallophora*, *Casearia nitida*, *Cecropia obtusifolia*, *Ceiba aesculifolia*, *Cenchrus echinatus*, *Coccoloba barbadensis*, *Conocarpus erectus*, *Desmodium glabrum*, *D. incanum*, *Dioscorea floribunda*, *Diospyros veraecrucis*, *Enriquebeltrania crenatifolia*, *Guaiacum sanctum*, *Guettarda elliptica*, *Languncularia racemosa*, *Metopium brownii*, *Nectandra sanguinea*, *Oncidium cebilleta*, *Opuntia stricta*, *Pithecellobium mangense*, *Psidium sartorianum*, *Rhizophora mangle*, *Sabal mexicana*, *Selenicereus testudo*, *Senna atomaria*, *Sporobolus virginicus*, *Turnera diffusa*, *Vitex gaumeri*. Fauna característica: de crustáceos *Agostocaris bozanici*, *Janicea antiquensis*, *Somersiella sterrii*, *Parahippolyte sterrii*, *Yagerocaris cozumel*; de decápodos *Typhlatya mitchelli*, *T. pearsei* y el paleomónido *Creaseria morleyi*; de peces *Astyanax aeneus*, la mojarra del sureste *Cichlasoma urophthalmus*, el guayacón yucateco *Gambusia yucatan*, el topote del Atlántico *Poecilia mexicana*, el topote de aleta grande *P. velifera*, el juil descolorido *Rhamdia guatemalensis*. Especies endémicas: de crustáceos *Agostocaris bozanici* y *Yagerocaris cozumel*, de anfípodos *Bahadzia setodactylus* y *B. bozanici*, del carideo *Procaris* n. sp., y el isópodo *Bahalana mayana*, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de reptiles la lagartija escamosa *Sceloporus cozumelae*; de aves la paloma cabeceblanca *Columba leucocephala*, el Cuillacoche de Cozumel *Toxostoma guttatum*, *Troglodytes beani*, el vireo de Cozumel *Vireo bairdi*, además 16 subespecies endémicas *Crax rubra griscorni*, *Melanoptila glabrirostris cozumelana* entre otras; de mamíferos coati *Nasua narica nelsoni*, ratón de campo *Peromyscus leucopus*, mapache *Procyon lotor*, ratón de Cozumel *Reithrodontomys spectabilis*. Todas estas especies están amenazadas junto con los reptiles boa *Boa constrictor*, huico rayado *Cnemidophorus cozumela*, garrobo *Ctenosaura similis*, iguana verde *Iguana iguana*, casquito *Kinosternon scorioides*, mojina *Rhinoclemmys areolata*, jicotea *Trachemys scripta*; las aves loro yucateco *Amazona xantholora*, garceta de alas azules *Anas discors*, carao *Aramus guarauna*, aguillilla cangrejera *Buteogallus anthracinus*, hoco faisán *Crax rubra*, garzita alazana *Egretta rufescens*, halcón palomero *Falco columbarius*, *F. peregrinus*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, *Oxyura* dominica, *Phoenicopterus ruber*, golondrina marina *Sterna antillarum*, *Toxostoma guttatum*, *Wilsonia citrina* y el mamífero grisón *Galictis vittata*. Zona de anidación de tortugas caguama *Caretta caretta*, blanca *Chelonia mydas* y Carey *Eretmochelys imbricata*; la región norte mantiene las colonias reproductivas de espátulas *Ajaia ajaia*, zona de anidación de la paloma cabeceblanca *Columba leucocephala* y del águila pescadora *Pandion haliaetus* y existen reportes de colonias de flamencos *Phoenicopterus ruber*.

Aspectos económicos: turismo, porcicultura, ecoturismo y transporte mercante. Pesquería del crustáceo *Macrobrachium acanthurus*.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación, construcción de muelles y hoteles.
- Contaminación: basura, derivados del petróleo y aguas residuales.
- Uso de recursos: pesca ilegal; tráfico ilegal de especies; presión sobre las poblaciones de tortugas.

Conservación: Comprende el parque turístico estatal de Chancanab.

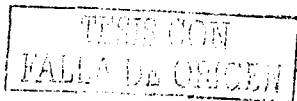
Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-Pto. Morelos, Instituto de Geografía, Instituto de Biología, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; DUMAC; Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP; Museo de Cozumel; Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Puerto Morelos; Parque Marino Arrecifes de Cozumel; Universidad de Quintana Roo.

107. CENOTES TULUM - COBÁ

Estado(s): Quintana Roo

Polígono: Latitud 20°22'48" - 19°54'00" N
Longitud 88°11'24" - 87°21'00" W

Extensión: 1 422.67 km²



Recursos hídricos principales

Iénticos: cenotes

Iótics: sistema de aguas subterráneas (única fuente de agua)

Limnología básica: intrusión salina.

Geología/Edafología: suelo pedregoso tipo Litosol y Rendzinas.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 1300-2000 mm.

Principales poblados: Tulum, Cobá

Actividad económica principal: turismo, agricultura y silvicultura

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subcaducifolia, selva baja inundable, palmar inundable y sabana. Flora característica: *Acacia globulifera*, *tasiste Acoelorrhaphe wrightii*, *Annona glabra*, *Atriplex cristata*, *Bactris balanoidea*, *Bucida buceras*, *chaca Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cameraria latifolia*, *Capparis flexuosa*, *C. incana*, *Coccoloba reflexiflora*, *C. uvifera*, palmas *nakax Coccothrinax readii* y *Pseudophoenix sargentii*, *Cordia sebestena*, *Crescentia cujete*, *Curatella americana*, *Cyperus planifolius*, *Dalbergia glabra*, *Eugenia lundellii*, palo tinte *Haematoxylum campechianum*, *Hampea trilobata*, *Hyperbaena winzerlingii*, *Ipomoea violacea*, *chéchén Metopium brownei*, *Pouteria campechiana*, *P. chiricana*, *Roystonea dunlapiana*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella turgida*, *Diploneis puella*, *Eunotia maior*, *E. monodon*, *Gomphonema angustatum*, *G. lanceolatum*, *Nitzschia scalaris*, *Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*. Fauna característica: del misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; el palemónido *Creaseria morleyi*; el isópodo *Creaseriella anops*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Eucyclops agillis*, *E. conrowae*, *Halicyclops caneki*, *Macrocyclus albidus*, *Mesocyclus edax*, *M. longisetus curvatus*, *M. reidae*, *Mesocyclus sp.*, *Paracyclops fimbriatus chiltoni*, *Schizopera toabe cubana*, *Thermocyclus inversus*, *Tropocyclus prasinus mexicanus*, *T. prasinus* aff. *aztequei*, *T. prasinus* s.str.; los anfípodos *Hyaella azteca*, *Mayaweckelia cenotocola*, *Quadriviso lutzii* y *Tulumella unidens*; los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. persei*; los ostrácodos *Candonocypris serratomarginata*, *Chlamydotheca mexicana Cypridopsis niagrensis*, *C. rhomboidea*, *Cyprinotus symmetricus*, *C. putei*, *Darwinula stevensoni*, *Eucypris cisternina*, *E. serratomarginata*, *Herpetocypris meridiana*, *Metacypris americana*, *Stenocypris fontinalis*, *Strandesia intrepida*, *S. obtusata*; los cladóceros *Ceriodaphnia rigaudi*, *Echinisca rosea*; de peces como los cíclidos *Archocentrus octofasciatus*, *Cichlasoma friedrichsthalii*, *C. meeki*, *C. octofasciatum*, *C. robertsoni*, *C. salvini*, *C. synspilum*, *C. urophthalmus*, *Petenia splendida* y *Thorichthys meeki*, los poecílicos *Belonesox belizanus*, el guayacón yucateco *Gambusia yucatanica*, *Heterandria bimaculata*, *Poecilia latipinna*, *P. mexicana*, *P. orri* y *P. petenensis*; el carácido *Astyanax altior*; la anguila americana *Anguilla rostrata*, *Eleotris picta*, *Megalops atlanticus*, *Rhamdia guatemalensis*, *Synbranchus marmoratus*. Especies endémicas: la planta *Enriquebeltrania crenatifolia*; el rimpedo *Speleonectes tulumensis*, el ostrácodo *Danielopolina mexicana*, los anfípodos *Mayaweckelia cenotocola*, *Tuluweckelia cernua* y *Bahadzia bozanici*, el termosbenáceo *Tulumella unidens* y el isópodo *Bahalana mayana*, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de peces *Astyanax altior*, *Atherinella* nov. sp., la brótula ciega *Ogilbia pearsei*, la anguila *Ophisternon infernale* y *Poecilia velifera*, las cuales se encuentran amenazadas por lo reducido y aislado de sus hábitats; de aves la paloma cabeciblanca *Columba leucocephala*, la chara yucateca *Cyanocorax yucatanica*, el mímido negro *Dumetella glabrioris*, la troglodita yucateca *Thryothorus albinucha*; todas estas especies amenazadas por aislamiento y contaminación. Otras especies amenazadas de aves son el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, el zopilote cabeza amarilla *Cathartes burrovianus*, el hocofoaisán *Crax rubra*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*; de mamíferos el tepescuintle *Agouti paca*, el puercoespín *Coendou mexicanus*, el jaguarndi *Herpailurus yagouaroundi*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor*, el tapir *Tapirus bairdii*, el oso hormiguero *Tamandua mexicana*.

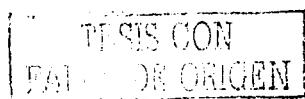
Aspectos económicos: turismo, agricultura y silvicultura

Problemática:

- Modificación del entorno: turismo excesivo y deforestación.
- Contaminación: aguas residuales.
- Uso de recursos: introducción del pez tilapia *Oreochromis mossambicus*.

Conservación: debe frenarse la deforestación, restringir la introducción de especies exóticas y controlar el manejo de aguas residuales.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geografía, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; DUMAC; Instituto de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP.



108. SIAN KA'AN

Estado(s): Quintana Roo
Polígono: Latitud 20°07'48" - 18°54'00" N
Longitud 88°16'12" - 87°24'36" W

Extensión: 5 517.15 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: laguna Chunyaxche, cenotes, lagunas costeras, lagos, humedales, marismas

lóticos: canales, ríos subterráneos

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: Geológicamente la zona está constituida por calizas granulosas, llamadas sascab, que no se han mineralizado. Placa Maya este con rocas sedimentarias. Plataforma estrecha. Suelos tipo Gleysol, Zolonchak, Litosol y Rendzinas.

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 1300-2000 mm. Elevación máxima de 10 msnm.

Principales poblados: Punta Herrero, Punta Allen, Felipe Carrillo Puerto, Chunyaxchem, Muyil, Uaymil, Chumpón, Vigía Chico, Tres Reyes

Actividad económica principal: turismo, agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca deportiva y pesquerías de langosta, sábalo, robalo, pargos y langostino

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subcaducifolia, selva baja subperennifolia o selva baja inundable, manglar, tinal, vegetación de dunas costeras, palmar inundable y sabana. Esta región se caracteriza por una alta incidencia de endemismos, además de ser un corredor migratorio hacia Centro y Sudamérica. Flora característica: las palmas nakax *Coccothrinax readii*, kuka *Pseudophoenix sargentii* y chit *Thrinax radiata*, *Acacia dolichostachya*, *A. gaumeri*, el tasiste *Acoelorrhaphe wrightii*, *Annona glabra*, *Asemmantha pubescens*, *Avicennia germinans*, *Bactris balanoides* *Brosimum alicastrum*, pucté *Bucida buceras*, *B. spinosa*, la chaca *Bursera simaruba*, *Byrsonima bucidifolia*, *Caesalpinia gaumeri*, *Calliandra bellizensis*, *Cameraria latifolia*, *Cladium jamaicense*, *C. mariscus*, *Coccoloba floribunda*, *C. reflexiflora*, *Cococarpus erectus*, *Cosmocalyx spectabilis*, *Crescentia cujete*, *Croton niveus*, *Curatella americana*, mucal *Dabergia glabra*, *Diphysa macrophylla*, *Drypetes* sp., *Echinodorus andrieuxii*, *Eleocharis cellulosa*, *Enriquebeltrania crenatifolia*, *Erythroxylum confusum*, *Eugenia foetida*, *E. lundellii*, *Exothea diphylla*, *Ficus obtusifolia*, *Guettarda gaumeri*, *Gymnopodium floribundum*, palo de tinte *Haematoxylum campechianum*, *Hampea trilobata*, *Harpalyce rupicola*, *Hibiscus tiliaceus*, *Hyperbaena winzerlingii*, *Jacquinia macrocarpa macrocarpa*, *Jatropha gaumeri*, *Laguncularia racemosa*, *Lonchocarpus yucatanensis*, *Machaonia lindeniiana*, *Malpighia lundellii*, *Manilkara zapota*, *Maytenus guatemalensis*, chechén *Metopium brownei*, *Nectandra coriacea*, *Nopalea gaumeri*, *Phragmites australis*, *Pithecellobium recordii*, *Randia aculeata*, *R. longiloba*, *Rhizophora mangle*, *Samyda yucatanensis*, *Sebastiania adenophora*, *Talisia olivaeformis*, *Thevetia gaumeri*, *Thouinia canescens* var. *paucidentata*, tule *Typha domingensis*, *Vitex gaumeri*, *Ziziphus yucatanensis*, *Zygia stevensonii*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella turgida*, *Diploneis puella*, *Eunotia maior*, *E. monodon*, *Gomphonema angustatum*, *G. lanceolatum*, *Nitzschia scalaris*, *Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*. Fauna característica: el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*, los anfípodos *Hyaella azteca* y *Quadrivisio lutzii*; el palemónido *Creaseria morleyi*, los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Homocyclops ater*, *Macrocyclus albidus*, *Mesocyclops longisetus curvatus*, *M. reidae*, *Thermocyclops inversus*, *Tropocyclops prasinus mexicanus*; los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; los ostrácodos *Candonocypris serratomarginata*, *Chlamydothea mexicana* *Cypridopsis niagrensis*, *C. rhomboides*, *Cyprinotus putei*, *C. symmetricus*, *Darwinula stevensoni*, *Eucypris cistermani*, *E. serratomarginata*, *Herpetocypris meridiana*, *Metacypris americana*, *Stenocypris fontinalis*, *Strandesia intrepida*, *S. obtusata*; los peces cíclidos *Archocentrus octofasciatus*, *Cichlasoma friedrichsthalii*, *C. octofasciatum*, *C. robertsoni*, *C. salvini*, *C. synspilum*, *C. urophthalmus*, *Petenia splendida* y *Thorichthys meeki*; los poecílidos *Belonesox belizanus*, *Gambusia yucatanensis*, *Heterandria bimaculata*, *Poecilia latipinna*, *P. mexicana*, *P. orri* y *P. petenensis*; los carácidos *Astyanax aeneus* y *A. altior*, la anguila americana *Anguilla rostrata*, *Astyanax fasciatus*, *Cyprinodon artifrons*, *Floridichthys polyommus*, *Garmanella pulchra*, el juil descolorido *Rhamdia guatemalensis*, *Xiphophorus maculatus*. Este sitio alberga una enorme riqueza de especies de aves, contándose entre ellas a la espátula rosada *Ajaia ajaja*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, el ralón cuello gris *Aramides cajanea* (raro), el garzón albo *Ardea herodias*, las garzas verde *Butorides striatus* y blanca *Casmerodius albus*, la garza cucharón *Cochlearius cochlearius*, la paloma cabeciblanca *Columba leucocephala*, el hocofaisán *Crax rubra*, las garzas dedos dorados *Egretta thula* y vientre blanco *E. tricolor*, el



ibis blanco *Eudocimus albus*, la fragata *Fregata magnificens*, el pelicano café *Pelecanus occidentalis*, los cormoranes bicrestado *Phalacrocorax auritus* y oliváceo *P. brasilianus*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, la golondrina marina *Sterna antillarum*, la garza tigre mexicana *Tigrisoma mexicanum*; de reptiles sustenta una de las poblaciones mejor conservadas de *Crocodylus moreletii* que coexiste con *C. acutus*, además de las especies de tortugas caguama *Caretta caretta* y blanca *Chelonia mydas*; entre los mamíferos los tlacuaches *Didelphis marsupialis* y *D. virginiana* y el puma *Puma concolor*. Entre las especies endémicas de plantas se pueden citar *Enriquebeltrania crenatifolia* y la palma chit *Trinax radiata*; el rempido *Speleonectes tulumensis*, el ostrácodo *Danielopolina mexicana*, el termosbenáceo *Tulumella unidens*, los anfípodos *Bahadzia bozanici*, *Mayaweckelia cenotocola*, *Tuluweckelia cernua* y los isópodos *Bahalana mayana* y *Creaseriella anops* que habitan los cenotes y cuevas; de peces *Astyanax altior*, *Atherinella* nov. sp., la brótula ciega *Ogilbia pearsii*, la anguila *Ophisternon infernale* y *Poecilia velifera*, las cuales se encuentran amenazadas por lo reducido y aislado de sus hábitats; de aves como el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, colibrí vientre-canelo *Amazilia yucatanensis*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, el carpintero yucateco *Centurus pygmaeus*, la chara yucateca *Cyanocorax yucatanicus*, el mímido negro *Dumetella glabrirostris*, el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis*, la pachagua yucateca *Nyctiphrynus yucatanicus*, *Piranga roseogularis* y la troglodita yucateca *Thryothorus albinucha*. Especies amenazadas: de plantas *Astronium graveolens*, las palmas *Chamaedorea seifrizii*, *Coccothrinax readii*, *Pseudophoenix sargentii* y *Trinax radiata*, las orquídeas como *Brassavola* sp., *Encyclia alata* y *E. cochleata*; de reptiles las tortugas *Caretta caretta*, *Chelonia mydas* y *Eretmochelys imbricata* que utilizan estas playas como áreas de anidación; de aves el loro de frente blanca *Amazona albifrons*, el loro yucateco *A. xantholora*, la anhinga americana *Anhinga anhinga*, el chinito *Bombycilla cedrorum americana*, las aguillillas coliblanca *Buteo albicaudatus* y gris *B. nitidus*, el zopilote cabeza amarilla *Cathartes burrovianus*, el hocofoisán *Crax rubra*, la garza rojiza *Egretta rufescens*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, el gavilán zancudo *Geranospliza caeruleascens*, el bolsero cuculado *Icterus cucullatus*, la cigüeña jabirú *Jabiru mycteria* que anida en esta área, la cigüeña americana *Mycteria americana*, el águila pescadora *Pandion haliaetus*, el pavo cojolito *Penelope purpurascens*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*, el búho café *Strix virgata*, los bobos patas café *Sula leucogaster* y patas rojas *S. sula*, la primavera *Turdus migratorius*; de mamíferos el mono aullador *Alouatta pigra*, el mono araña *Ateles geoffroyi*, el puercoespín *Coendou mexicanus*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, el jaguar *Panthera onca*, el oso hormiguero *Tamandua mexicana*, el tapir *Tapirus bairdii*, el manatí *Trichechus manatus*. Esta región presenta comunidades importantes de aves costeras a nivel regional y nacional por ser sitios de anidación y alimentación.

Aspectos económicos: pesquerías de sábalo, huachinango, mero, tiburón, robalo, pargos, langosta espinosa *Panulirus argus*, el crustáceo *Macrobrachium acanthurus* y el cangrejo moro *Menippe mercenaria*. Turismo en Punta Allen y Vigía Grande; pesca deportiva.

Problemática:

- Modificación del entorno: desarrollos turísticos desordenados.
- Contaminación: arrastre de hidrocarburos hacia la zona.
- Uso de recursos: introducción de tilapia *Oreochromis mossambicus*. Manejo inadecuado de pesquerías de langosta. Uso de trampas no selectivas.

Conservación: preocupan la introducción de especies exóticas, problemas de ordenamiento, de desarrollo turístico y los incendios provocados. La zona es importante para la conservación de las especies biológicas a nivel regional. Está considerada una humedal prioritario por la North American Wetlands Conservation Council. Comprende la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an y el Área de Protección de Flora y Fauna de Uaymil.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología – Pto. Morelos, UNAM; Instituto Nacional de Ecología, Amigos de Sian Ka'an; Universidad de Quintana Roo; Instituto Tecnológico de Chetumal; Fondo Mundial para la Naturaleza, Centro Regional de Investigaciones Pesqueras - Pto. Morelos; Instituto Nacional de Antropología e Historia.

109. HUMEDALES Y LAGUNAS DE LA BAHÍA DE CHETUMAL

Estado(s): Quintana Roo

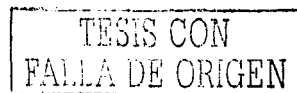
Polígono: Latitud 19°19'12" - 18°11'24" N
Longitud 88°23'24" - 87°26'24" W

Extensión: 3 230.31 km²

Recursos hídricos principales

lénticos: lagunas del Ocho, Bacalar, Xul-Há y Mariscal, cenotes, humedales, pantanos, bahías

lóticos: arroyos, sistema subterráneo con una capa delgada de agua dulce



Limnología básica: salinidad: 2-17 g/l

Geología/Edafología: ND

Características varias: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 1300-2000 mm.

Principales poblados: Chetumal, Bacalar, Majahual

Actividad económica principal: comercio de importación, turismo, ecoturismo, agricultura y pesca.

Indicadores de calidad de agua: coliformes, plaguicidas e hidrocarburos.

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva alta subperennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja perennifolia, manglar, sabana, vegetación de dunas costeras y pastizal cultivado. Flora característica: las palmas *Coccothraax floribunda*, *nakax Coccothraax readii*, kuka *Pseudophoenix sargentii* y *Thrinax radiata*, los manglares de *Avicennia gorminans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, *Ambrosia hispida*, la chaca *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cladium jamaicense*, *C. mariscus*, *Conocarpus erectus*, *Eleocharis cellulosa*, *Ficus obtusifolia*, *Hibiscus tiliaceus*, *Hymenocallis* sp., el chechén *Metopium brownei*, *Nymphaea ampla*, *Vallisneria americana*. Fauna característica: de moluscos *Congerina leucophaeta*, *Pomacea flagellata*, *P. yucatanensis*; el poliqueto *Ficopomatus miamensis*; el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Pseudodiaptomus marshi*; el palemonídeo *Creaseria morleyi*; el anfípodo *Mayaweckelia cenotocola*, el remipedo *Speleonectes tulumensis*; los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. Pearsei*; abundancia de peces *Anguilla rostrata*, *Arius felis*, *Astyanax aeneus*, *Cichlasoma friedrichsthalii*, *C. meeki*, *C. Salvini*, *C. synspilum*, *C. Urophthalmus*, *Cyprinodon artifrons*, *Gambusia yucatanica*, *Garmanella pulchra*, *Gobiomorus dormitor*, *Mugil cephalus*, *Petenia splendida*, *Poecilia latipinna*, *P. latipunctata*, *P. orri* y *Rhamdia guatemalensis*; de aves como el loro yucateco *Amazona xantholora*, el ralon cuello gris *Aramides cajana*, el garzón albo *Ardea herodias*, la paloma cabeciblanca *Columba leucocephala*, el hocofaisán *Crax rubra*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, la fragata *Fregata magnificens*, el cormorán *Phalacrocorax olivaceus*, el tucán pico multicolor *Ramphastos sulfuratus*; entre los reptiles destacan la boa *Boa constrictor*, los cocodrilos *Crocodylus acutus* y *C. moreleti*, las tortugas caguama *Caretta caretta* y blanca *Chelonia mydas*; entre los mamíferos los tlacuaches *Didelphis marsupialis* y *D. virginiana* y el puma *Puma concolor*. Endemismo de la palma chit *Thrinax radiata*; de crustáceos como el isópodo *Bahalana mayana*; el ostrácodo *Danielopolina mexicana*, el ermosbenáceo *Tulumella unidens*, los anfípodos *Bahadzia bozanicus* y *Tuluweckelia cernua*; de peces *Ogilbia pearsei* y *Ophisternon infernale*; de aves como el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, el colibrí vientre-canelo *Amazilia yucatanensis*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, *Caprimulgus badius*, *C. vociferus*, el carpintero yucateco *Centurus pygmaeus*, la chara yucateca *Cyanocorax yucatanicus*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el mimido negro *Dumetella glabriorstris*, el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis*, *Nyctiphrynus yucatanicus*, *Phaethornis superciliosus*, *Piranga roseogularis*, la troglodita yucateca *Thryothorus albinucha*. Especies amenazadas de plantas *Astronium graveolens*, las palmas *Coccothrinax readii*, *Pseudophoenix sargentii*, *Thrinax radiata* y las orquídeas *Brassavola* sp., *Encyclia alata* y *E. cochleata*; de reptiles los cocodrilos *Crocodylus acutus* y *C. moreleti*; de aves el loro de frente blanca *Amazona albifrons*, la anhinga americana *Anhinga anhinga*, el chinito *Bombycilla cedrorum*, *Buteogallus anthracinus*, el zopilote cabeza amarilla *Cathartes burrovianus*, el hocofaisán *Crax rubra*, *Dendrocincia anabatina*, la garza rojiza *Egretta rufescens*, *Geranospiza caerulescens*, *Glauclidium brasilianum*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el bolsero cuculado *I. cucullatus*, la cigüeña jabirú *Jabiru mycteria* que anida en esta área, la cigüeña americana *Mycteria americana*, el águila pescadora *Pandion haliaetus*, *Penelope purpurascens*, *Rostrhamus sociabilis*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa*, la golondrina marina *Sterna antillarum*, los bobos patas café *Sula leucogaster* y patas rojas *S. sula*, la primavera *Turdus migratorius*, el chipe encapuchado *Wilsonia citrina*; de mamíferos el mono aullador *Alouatta pigra*, el mono araña *Ateles geoffroyi*, el puercoespín *Coendou mexicanus*, el ocelote *Leopardus pardalis*, el tigrillo *L. wiedii*, la nutria *Lutra longicaudis*, el jaguar *Panthera onca*, el oso hormiguero *Tamandua mexicana*, el tapir *Tapirus bairdii*, el manatí *Trichechus manatus*. Área de refugio para aves y de reproducción de peces *Epinephelus itajara*, *E. striatus* y *Eugerres plumieri* y del molusco *Strombus gigas*. Zona de mayor abundancia de manatíes *Trichechus manatus* y nutrias *Lutra longicaudis*.

Aspectos económicos: pesquerías de caracol *Strombus gigas*, langosta *Panulirus argus* y mero. Turismo, ecoturismo, comercio de importación, agricultura y pesca.

Problemática:

- Modificación del entorno: aguas subterráneas impactadas por el urbanismo; manglar impactado por la carretera; dragados, desforestación y agricultura intensiva.
- Contaminación: aguas residuales en aumento, agroquímicos, materia orgánica, basura, derivados del petróleo y contaminación industrial; flujo constante de contaminantes hacia ríos.
- Uso de recursos: varias especies de palmas amenazadas por desforestación y el mero por sobrepesca; trampas no selectivas en canales. Introducción de tilapia *Oreochromis mossambicus*.

Conservación: preocupan las modificaciones a la vegetación, la introducción de especies exóticas, la sobreexplotación de recursos y la creciente contaminación. Faltan estudios sobre la dinámica del acuífero. Se requiere un control de los contaminantes y de la conservación de la biodiversidad. Se desconoce la mayor

parte de las formas dulceacuícolas de los cuerpos de agua epicontinentales (lagunas y cenotes).

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Amigos de Sian Ka'an; Universidad de Quintana Roo; Instituto Tecnológico de Chetumal.

110. RÍO HONDO

Estado(s): Quintana Roo

Extensión: 2 688.54 km²

Polígono: Latitud 18°39'36" - 17°48'36" N
Longitud 89°21'36" - 88°12'36" W

Recursos hídricos principales

lénticos: cenotes, lagunas Milagros, Negra y Encantada, humedales

lóticos: ríos Hondo y Azul, arroyo Aguadulce, manantiales

Limnología básica: aguas con flujo lento.

Geología/Edafología: suelos tipo Regosol, Vertisol y Rendzina.

Características variadas: clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 °C. Precipitación total anual 1200-1500 mm.

Principales poblados: La Unión, Sabidos, Juan Sarabia, Agua Blanca

Actividad económica principal: pesca, agricultura y silvicultura.

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva mediana subcaducifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, sabana y pastizal cultivado. Flora característica: *Acacia globulifera*, *Annona glabra*, la chaca *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Capparis flexuosa*, *C. incana*, la palma nakax *Coccothrinax readii*, *Cordia sebestena*, el chechén *Metopium brownei*, *Pithecellobium lanceolatum*, la palma kuka *Pseudophoenix sargentii*, el mangle rojo *Rhizophora mangle*. Fauna característica: de copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Eucyclops conrowae*, *Thermocyclops inversus*; de peces *Astyanax aeneus* y *Cichlasoma meeki*; de aves como el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, el colibrí vientre-canelo *Amazilia yucatanensis*, el loro yucateco *Amazona xantholora*, el carpintero yucateco *Centurus pygmaeus*, la chara yucateca *Cyanocorax yucatanicus*, el granatelo yucateco *Granatellus sallaei*, el bolsero yucateco *Icterus auratus*, el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis*, la pachacua yucateca *Nyctiphrynus yucatanicus*. Zona de mayor abundancia de la nutria *Lutra longicaudis* y el manatí *Trichechus manatus* los cuales se encuentran amenazados junto con las aves *Falco columbarius*, *Geranospiza caerulescens*, *Jabiru mycteria*, *Mycteria americana*, *Penelope purpurascens* y el chipe encapuchado *Wilsonia citrina*.

Aspectos económicos: pesquerías de lisa, cherna y robalo. Actividad agrícola (cultivo de caña de azúcar) y forestal.

Problemática:

- Modificación del entorno: deforestación debida al incremento en la agricultura y ganadería y al uso intensivo forestal.

- Contaminación: por agroquímicos y materia orgánica.

- Uso de recursos: introducción de tilapia *Oreochromis mossambicus* y *O. niloticus*; uso de venenos para pesca y trampas no selectivas. Abastecimiento de agua para riego.

Conservación: se requiere de la conservación de la biota nativa, control de introducción de especies exóticas y regulación en el uso de fertilizantes y pesticidas. Faltan estudios limnológicos en general.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Amigos de Sian Ka'an; Universidad de Quintana Roo; Instituto Tecnológico de Chetumal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN