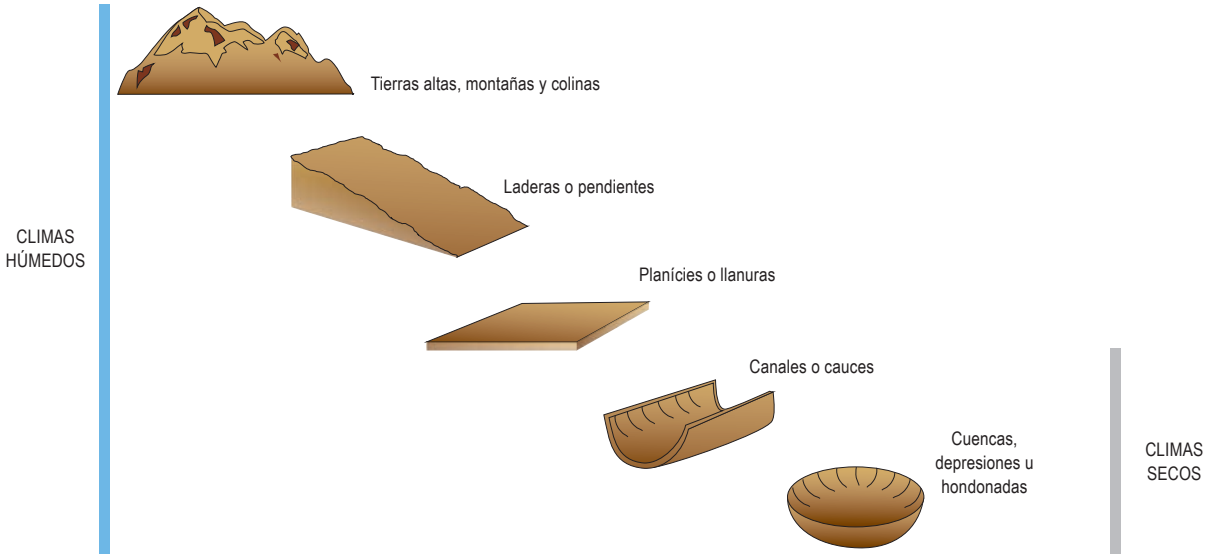
III. El agua: de la sierra a la planicie

Para poder existir, los humedales requieren de un suelo que se inunde, de la presencia de agua en la superficie o estar muy cerca de ésta y de plantas adaptadas a la inundación. Por ello la presencia de humedales está relacionada con la forma de la superficie donde se acumula el agua (geoforma) y el clima de la región donde se encuentran. Un humedal existe en aquellos lugares donde la precipitación es mayor que la evaporación. De este modo, lugares con climas muy húmedos tendrán humedales en las montañas, planicies, cauces y hondonadas, y éstos se mantendrán inundados gran parte del año. Por otro lado, regiones con un clima seco presentarán humedales principalmente en sitios donde se puede acumular el agua como los cauces o las hondonadas y tendrán agua durante unos cuantos días o semanas al año, coincidiendo con el tiempo en el que se presenten las precipitaciones.

En Veracruz las geoformas más usuales son los cauces por los que corren los ríos y las planicies de inundación en donde desembocan y se desbordan. También hay humedales en depresiones, pero son menos abundantes. Veracruz es bañado por ríos caudalosos como el Papaloapan, Actopan, Antigua, Nautla, Tecolutla, Jamapa, Pánuco, Coatzacoalcos, entre otros, y son responsables de los grandes humedales como los del sur en la zona de Alvarado y Coatzacoalcos, o los de Tecolutla, en el norte. La figura presenta las diversas geoformas que permiten la



Formas de la superficie terrestre (geoformas) donde se acumula el agua y da lugar a la presencia de humedales. También se indica cuáles de ellas predominan en los climas secos y húmedos (redibujado de Semeniuk y Semeniuk, 1995).

acumulación del agua para formar humedales. En climas muy húmedos, las cimas y pendientes presentan humedales, por ejemplo en el bosque mesófilo de montaña alrededor de Xalapa. En climas más secos o en planicies costeras, los humedales son frecuentes en la propia planicie, en ollas u hondonadas y en los cauces.

Algunos ejemplos de zonas inundables y geoformas en Veracruz son los humedales de la planicie costera, donde hay abundantes precipitaciones. Estos se localizan sobre una superficie plana donde los ríos se desbordan fácilmente. Los humedales bordean el río formando un cinturón ancho, o más bien el hilo de agua rompe la continuidad del humedal que cubre la planicie. También existen depresiones como las hondonadas y lagos someros interdunarios del puerto de Veracruz. En cambio, el humedal de la región de clima seco está constreñido a ollas como los cráteres volcánicos de las zonas de Perote (Veracruz) y Puebla, como Alchichica, Quechulac, La Gloria, en los que la forma de la superficie propicia la acumulación de agua. Los humedales se pueden encontrar en zonas secas o tropicales y también templadas, pero las plantas y los animales adaptados a vivir en cada sitio serán diferentes.

Humedales y cuerpos de agua en una región de clima húmedo (Papaloapan) y en otra de clima seco (Alchichica).

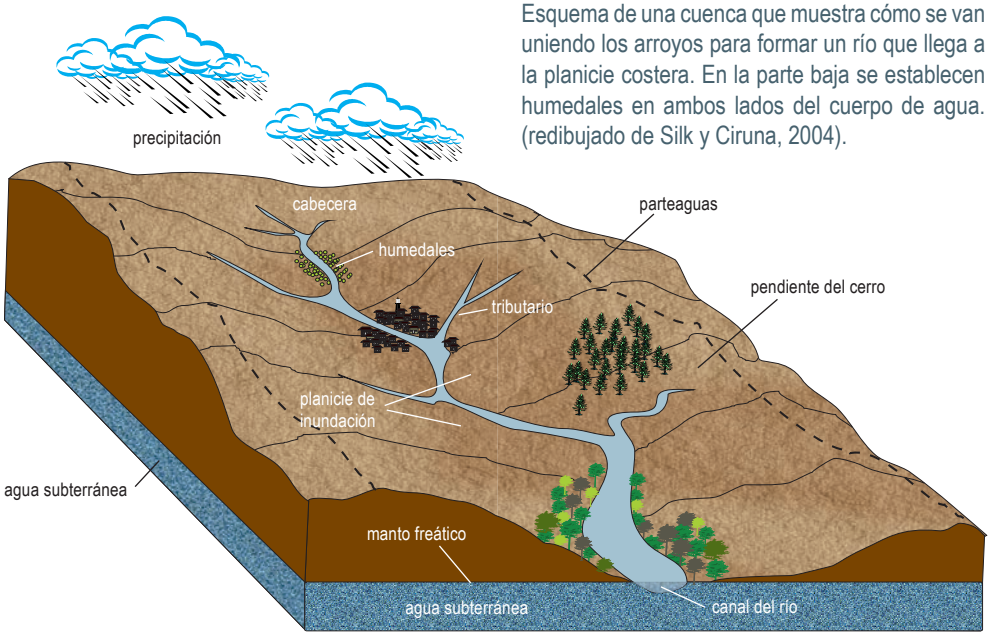
¿De dónde viene el agua?

Una cuenca es un área de la superficie de la tierra que colecta y drena agua que llega por precipitación y por nieve que se derrite, llevándola hacia una salida común. Escurre a través de un cuerpo de agua dulce, usualmente en forma de río. Todos los humedales de agua dulce están asociados a una cuenca pues es ésta la que les provee de agua.

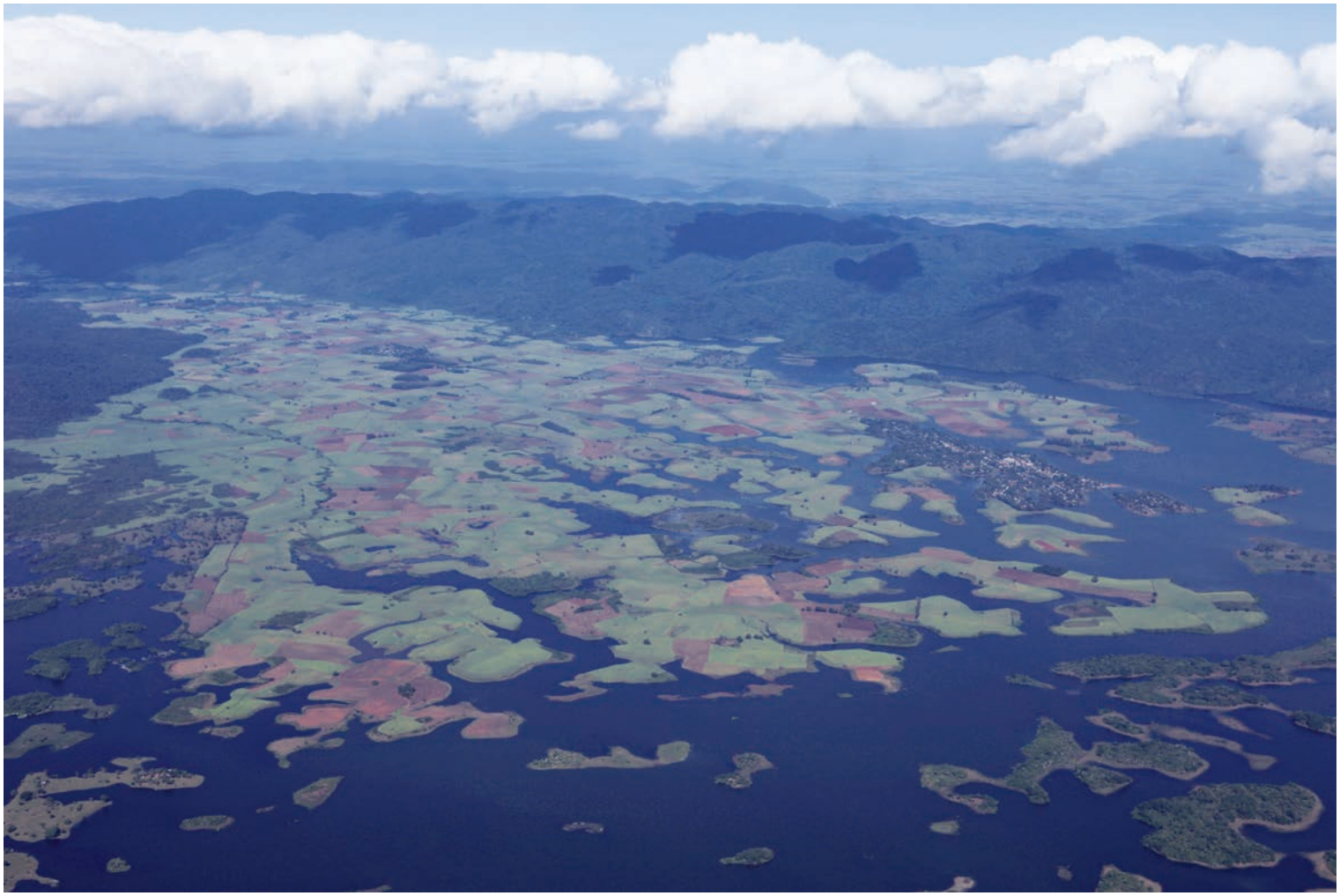
Las cuencas varían de tamaño desde unas cuantas hectáreas hasta lugares donde lo ríos y los flujos que forman los humedales pueden ocupar cientos de hectáreas de terreno. Se pueden dividir en tres secciones, con diferentes funciones, tanto desde el punto de vista del agua como de los sedimentos que acarrean. La parte superior corresponde a la cuenca alta donde nace el río, el cual se desplaza por una gran pendiente y donde la precipitación se infiltra y pasa al subsuelo. La cuenca media se conoce como la zona de transporte y debe haber un equilibrio entre el material sólido que llega traído por la corriente y el material que sale. Finalmente la cuenca baja es donde emerge el agua nuevamente, en forma de humedales y el material extraído de la parte alta se deposita en lo que se llama cono de deyección.

En su camino, muchos ríos han sido represados con el fin de utilizar el agua para actividades productivas rurales e industriales y para alimentar la vida diaria de las ciudades. Esta acumulación de agua reduce el caudal del

En la montaña surgen los arroyos y ríos, donde comienza a escurrir el agua de la cuenca alta. Los arroyos se van juntando para formar cada vez ríos más grandes que finalmente llegan a la parte baja de la cuenca, donde forman un río caudaloso o se desparraman sobre una planicie para formar aguas quietas y someras.



Esquema de una cuenca que muestra cómo se van uniendo los arroyos para formar un río que llega a la planicie costera. En la parte baja se establecen humedales en ambos lados del cuerpo de agua. (redibujado de Silk y Ciruna, 2004).



río, afectando toda la vida acuática río abajo y disminuyendo la cantidad de agua que reciben los humedales de la cuenca baja.

El agua, al escurrir por el suelo, llega hasta los ríos, pero también se puede filtrar en el suelo recargando el manto freático. El agua que se filtra y acumula en el suelo es extraída para nuestras actividades productivas y la vida diaria. Con frecuencia el agua que baja por los ríos es retenida en la parte alta de las cuencas y en las presas, las cuales sirven como reservorios de agua y algunas veces para producir electricidad en las hidroeléctricas. ¡En México hay más de 4 mil presas y se calcula que en el mundo más de las dos terceras partes del agua ya no fluyen de manera natural por sus cauces, sino que permanecen acumuladas en reservorios! El agua que es liberada de las presas continua su camino a lo largo de los ríos y es usada para el riego de las tierras de cultivo. Sin embargo, las presas también detienen

En su camino, muchos ríos han sido represados con el fin de utilizar el agua para actividades productivas rurales e industriales y para alimentar la vida diaria de las ciudades. Esta acumulación de agua reduce el caudal del río, afectando toda la vida acuática río abajo y disminuyendo la cantidad de agua que reciben los humedales de la cuenca baja. La imagen muestra las tierras más altas que no se inundaron en la presa Miguel Alemán.

Laguna del Castillo, junto a la ciudad de Xalapa.

gran parte de los sedimentos que son arrastrados por el agua y al ser retenidos, disminuye la aportación de arena que provee la parte alta de la cuenca a la planicie costera y que es necesaria para que se mantengan las playas. Estos sedimentos también se requieren para evitar la subsidencia de los humedales. El suelo de estos ecosistemas es sumamente poroso y los espacios con aire se van compactando con el tiempo. Hacen falta entradas de nuevos sedimentos para mantener su nivel y no irse hundiendo. Esto se comprobó en el delta del río Misisipi, sobre el cual se construyeron diques, compuertas y represas que impidieron la llegada de sedimentos al delta. Con el tiempo se fueron perdiendo sedimentos y por lo tanto el terreno fue ganado por el mar. Los humedales del delta se hundieron y formaron parte de ese mar. Ello hizo aún más vulnerable el sur de Luisiana al paso del huracán Katrina.

En las cuencas los flujos subterráneos y superficiales corren en una

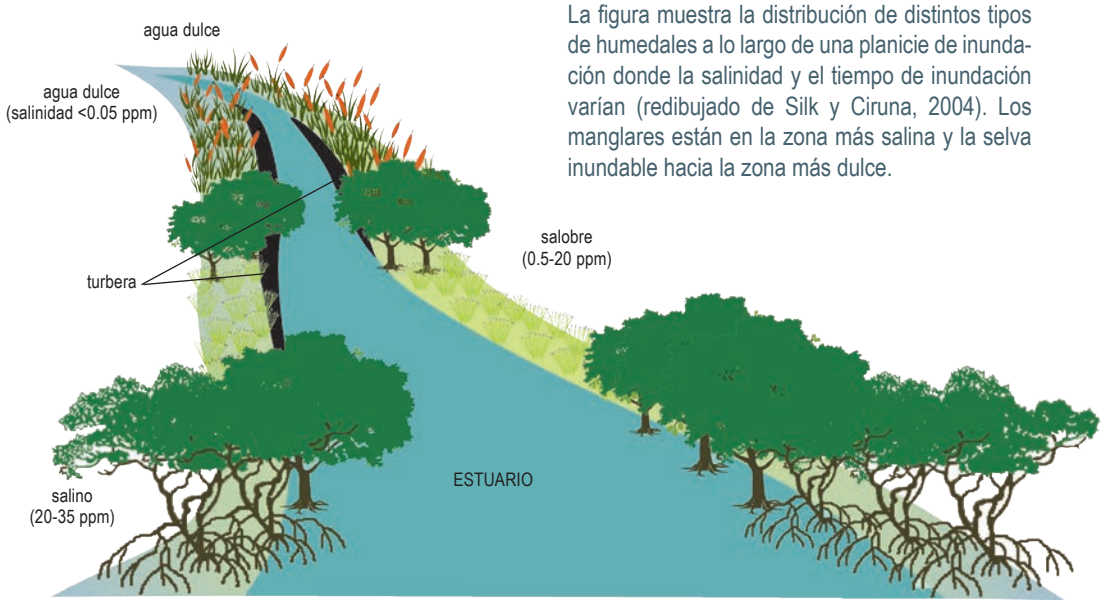
misma dirección. Se unen a la red de escurrimientos conforme fluyen por las laderas y llegan a las planicies costeras donde se van transformando en ríos cada vez más caudalosos que desembocan en las lagunas o directamente en el mar.

Conforme el flujo de agua de una cuenca se acerca a la zona costera se mezcla el agua del río con la del mar, lo que provoca que el agua adquiera una cierta salinidad que se incrementa hasta ser igual a la del mar o en algunos casos mayor, como sucede en las marismas. A esta agua se le llama salobre y es común encontrarla en las lagunas costeras, estuarios o desembocaduras de los ríos. El agua dulce tiene salinidades menores a 0.5 ppm, mientras que el agua salobre fluctúa entre 0.5 y 20 ppm y el agua salada entre 20 y 35 ppm. Los seres vivos que habitan en los estuarios, por ejemplo los manglares, pastos marinos, camarones, ostiones, están adaptados a esta variación de salinidad y tienen ciclos de vida que se desarrollan en estos ambientes. Un ejemplo muy interesante son algunos peces que cuando larvas entran al estuario y cuando adultos regresan al mar.

Por su parte, las comunidades de plantas de humedales se distribuyen de acuerdo a su tolerancia a la sal y a la inundación. Se establece un gradiente que va de la vegetación con preferencia por el agua dulce como lo son las plantas flotantes enraizadas, las libre flotadoras, los popales y tulares, hasta las tolerantes a la salinidad como son los manglares, las marismas y los pastos marinos.

En este esquema puede verse vegetación de agua dulce, donde predominan los humedales herbáceos emergentes, es decir que las hojas y tallos de las plantas sobresalen del agua. Se establecen sobre suelos minerales, con frecuencia limitados por nitrógeno y fósforo. Los humedales herbáceos salobres tienen una forma de vida semejante y se establecen también en suelos minerales pero también orgánicos, con las mismas limitantes. Sin embargo, presentan toxinas debido a la salinidad y a los sulfuros. Las marismas, frecuentes en Laguna Madre, Tamaulipas, están dominadas por herbáceas emergentes sobre suelos minerales, con fuertes limitaciones de nitrógeno, y toxinas producidas por la salinidad y los sulfuros. El manglar está formado por árboles y ocasionalmente herbáceas. Se establece sobre suelos orgánicos y minerales, con limitaciones de nitrógeno y fósforo. Además de las toxinas mencionadas, el suelo puede tener pH ácido.

Las cuencas están delimitadas geográficamente a partir de los parteaguas en las montañas. Son las unidades espaciales que deben de considerarse para hacer el ordenamiento del territorio, ya que en ellas se conjuntan procesos hidrológicos, flujos de nutrientes, procesos de erosión, etc. Los patrones de precipitación, evaporación, escurrimiento, recarga y flujos de mantos freáticos, así

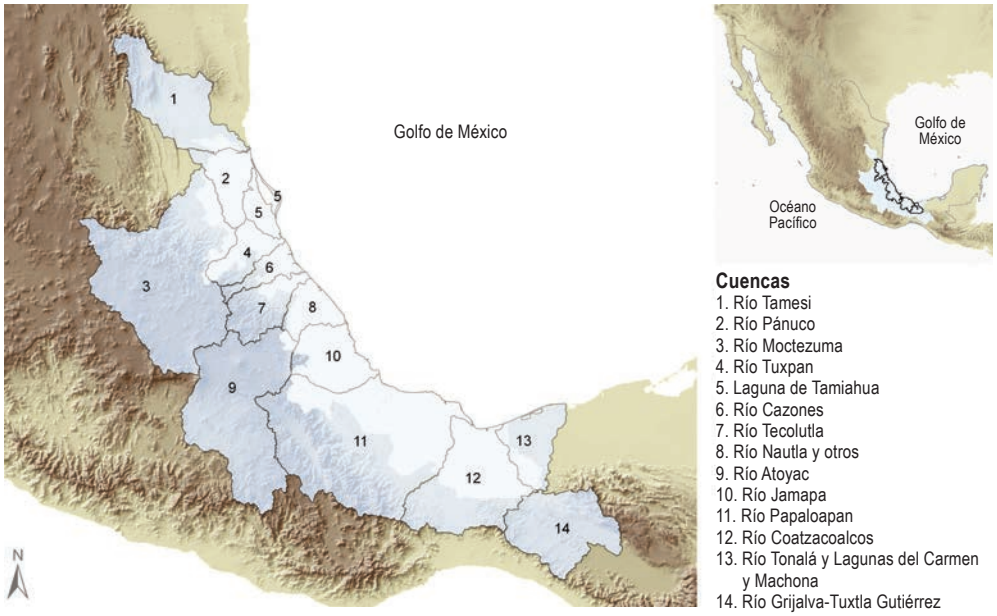


La figura muestra la distribución de distintos tipos de humedales a lo largo de una planicie de inundación donde la salinidad y el tiempo de inundación varían (redibujado de Silk y Ciruna, 2004). Los manglares están en la zona más salina y la selva inundable hacia la zona más dulce.

como la cantidad de agua en lagos, ríos y humedales puede diferir de una cuenca a otra por sus diferencias en clima, geología, vegetación y uso del suelo.

El mapa muestra las grandes cuencas de Veracruz, mientras que la fotografía fue tomada donde las montañas se acercan al mar. La región de Actopan está formada por cuencas pequeñas y varias de ellas forman parte de una de las grandes cuencas.

El agua que llega a los humedales puede provenir de la lluvia, del deshielo de montañas nevadas, de los escurrimientos superficiales, del afloramiento del manto freático e inclusive de flujos subterráneos que afloran en las partes bajas de las cuencas. También las zonas de dunas aledañas a los humedales son importantes áreas de filtración de agua que permiten que se recargue el manto freático. Así, los suelos de las cuencas son una parte fundamental de los procesos de filtración que dan origen a los humedales de las planicies costeras.



INEGI y Conagua han trabajado en la delimitación de las cuencas del país y existen mapas oficiales que las muestran. Catorce tocan al estado de Veracruz. http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/ver/

Planicie costera en la región de Actopan, donde el Eje Neovolcánico se acerca a la costa. El agua de Caño Gallegos que alimenta el manglar de la Mancha se surte de los escurrimientos de pequeñas cuencas.

En las partes altas, en las elevaciones del Cofre de Perote y del Pico de Orizaba, una fuente de agua es la que proviene del deshielo, ya en el Altiplano se inicia la formación de humedales. El agua se filtra y escurre cuenca abajo, siempre hacia la costa.

Imagen del malpaís en las planicies del Cofre de Perote y de los terrenos de cultivo que llegan hasta el borde. Tanto la roca volcánica como los suelos de la región permiten que el agua permee hacia el subsuelo, para aflorar posteriormente y formar el río Actopan.

El Descabezadero, en Actopan, libera el agua que se ha venido filtrando en el malpaís y las planicies de Perote.

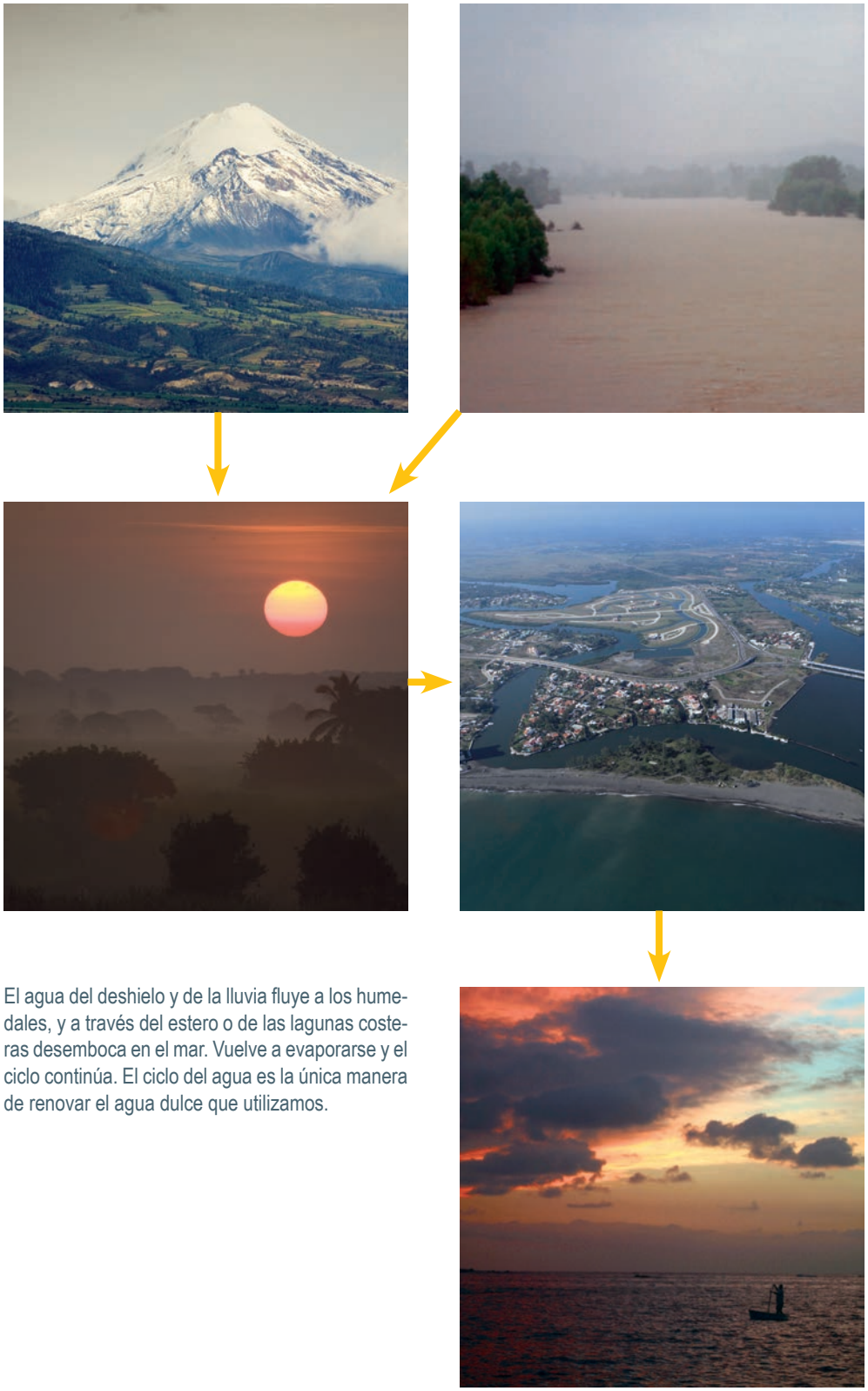
En las montañas, el agua corre formando arroyos y ríos angostos, bordeados por árboles que forman humedales riparios, cuando no se han talado.

Al llegar a la planicie costera los ríos comienzan a formar meandros, pues a lo largo de su historia van cambiando su curso; por ejemplo, durante grandes avenidas de agua.

El ciclo del agua

Cuando el agua cae en la superficie de la tierra por precipitación, ésta puede tomar varios caminos o simplemente evaporarse de nuevo. Si cae directamente en un cuerpo de agua puede fluir hacia un río y regresar al océano. Si llega en forma de nieve o hielo permanece así hasta que las condiciones del tiempo lo derriten. El agua de deshielo o lluvia escurre por la superficie de la Tierra y eventualmente forma parte de un lago, río o humedal. La precipitación también puede ser retenida en el suelo y entonces se filtra o evapora dependiendo de si el suelo es permeable. El suelo desprende el agua en forma de vapor. Las plantas también participan en el ciclo del agua al extraer este líquido del suelo y usarlo antes de que regrese a la atmósfera a través de sus hojas en forma de vapor de agua por el proceso de transpiración.

La precipitación influye en la cantidad de agua que corre por los ríos. También erosiona y deposita materiales que se mueven continuamente dentro de la cuenca, por lo que es capaz de esculpir el suelo y crear su propio camino, por ejemplo, el cauce de un río. Cuando el agua de la lluvia escurre se mezcla con nutrientes y aporta elementos esenciales para la vida contribuyendo a la distribución y abundancia de todos los seres vivos.



El agua del deshielo y de la lluvia fluye a los humedales, y a través del estero o de las lagunas costeras desemboca en el mar. Vuelve a evaporarse y el ciclo continúa. El ciclo del agua es la única manera de renovar el agua dulce que utilizamos.

El agua que penetra en el suelo continúa filtrándose hasta llegar al acuífero, es decir el almacén de agua que se encuentra entre capas de roca impermeables. El movimiento del agua de forma natural en un acuífero se da a lo largo de cientos de años.

El ciclo del agua es muy sencillo. Comienza con la lluvia, y una vez en tierra puede filtrarse, permanecer en algún cuerpo de agua, evaporarse o bien escurrir hasta llegar al mar. En las montañas y en los casquetes polares puede permanecer almacenada en forma de hielo por mucho tiempo antes de derretirse. ¡El agua dulce representa tan solo un 2.5% de toda el agua de nuestro planeta! De allí la importancia de hacer un uso responsable y consciente de ella. El agua es móvil y necesita de espacio para completar su ciclo, los humedales son su espacio… Veracruz es un humedal… ¡Veracruz es la casa del agua!

El agua dulce en la naturaleza se renueva constantemente como parte del ciclo del agua de la Tierra.. El volumen total de agua en nuestro planeta se estima en 1 385 984 610 km^3 (UNESCO, 1978). Sin embargo, se trata de un volumen dinámico, por ejemplo, la precipitación en la tierra es de 119 000 km^3 por año y la evaporación de 72 000 km^3 por año; estos volúmenes son mayores en el océano con 458 000 km^3 por año de precipitación y 505 000 km^3 por año de evaporación (Gleick, 1993).

El manto freático

Para los que vivimos en la costa de Veracruz, prácticamente estamos sobre el agua, ya que ésta corre por debajo de nuestras casas a sólo a unos cuantos metros (y a veces menos) de profundidad. Esa agua que se mantiene oculta en el suelo es el manto freático, y es una de las fuentes que nos provee de agua para las actividades diarias. El manto freático se recarga por filtración de agua de lluvia principalmente, en zonas que aun conservan total o parcialmente su cubierta de vegetación natural, en la parte alta de las cuencas, e inclusive en la zona de dunas costeras por ser muy permeable.

Los mantos freáticos sufren de explotación y contaminación pues es común que se vierta todo tipo de aguas de desecho a los ríos. Y también el exceso de fertilizantes se filtra al manto, contaminando este preciado líquido.

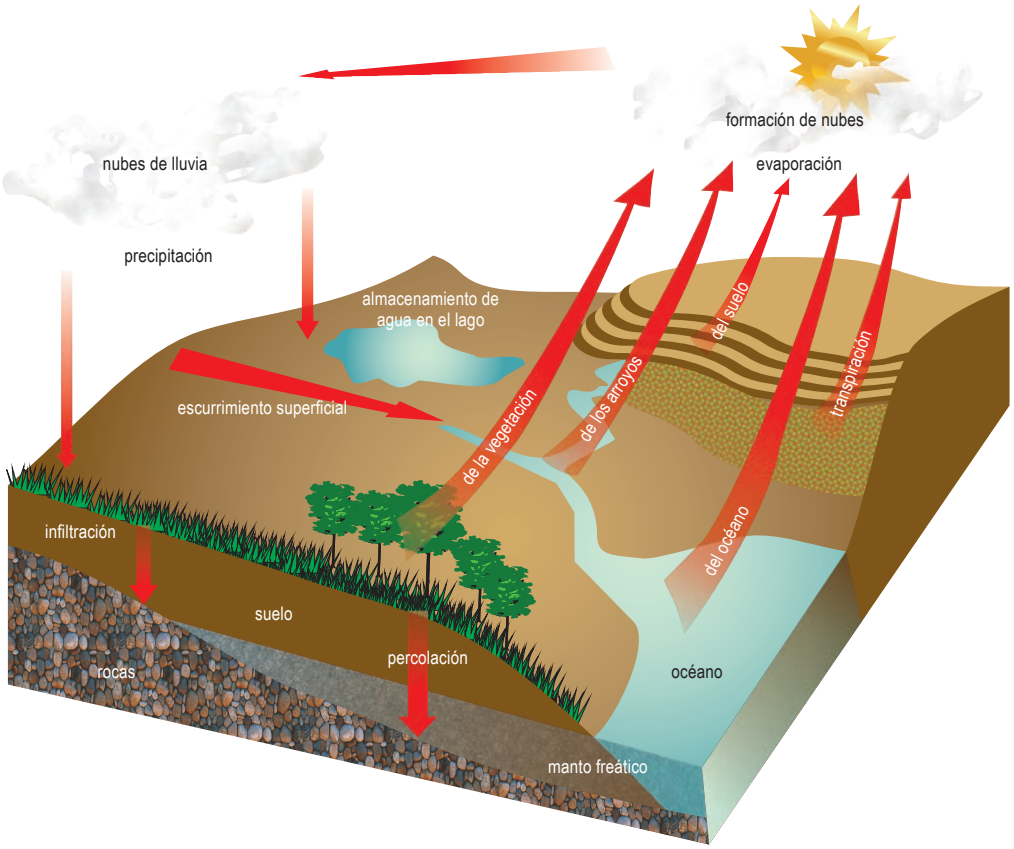


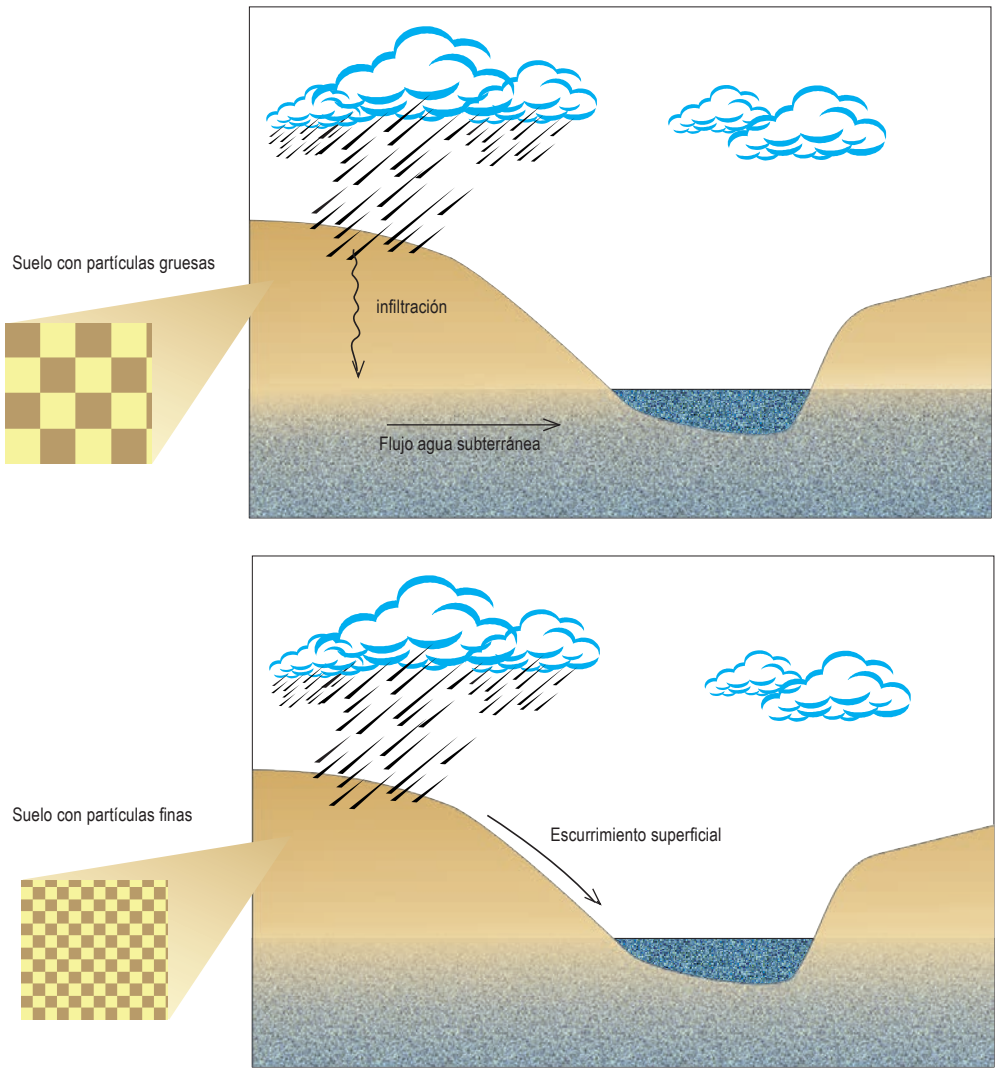
Diagrama que muestra el ciclo del agua. La precipitación y los escurrimientos permiten que se recarguen los mantos freáticos y los cauces de agua. La evaporación posibilita que se formen las nubes y que el ciclo vuelva a empezar (redibujado de Federal Interagency Stream Restoration Working Group, 1998).

Si las partículas del suelo son grandes como sucede en los suelos arenosos o en las dunas, el agua se filtra muy rápido y posteriormente forma parte de los flujos de agua subterráneos y puede llegar a formar parte del acuífero. Pero entre más pequeña es la partícula de suelo, el agua ya no se puede percolar y entonces comienza a escurrir hasta llegar a un humedal y después al mar.

Para que haya un acuífero debe de existir un suelo que sea capaz de filtrar agua, y muy por debajo debe existir también una capa impermeable de roca que detenga el agua. Aunque lo más importante es una cuenca en que la precipitación sea abundante. Es importante identificar los acuíferos que se tienen en nuestro estado y manejarlos con mucha precaución para evitar contaminarlos y degradarlos.

La contaminación de los acuíferos es un gran problema ya que el agua es capaz de disolver sustancias que se percolan junto con ella como por ejemplo los llamados metales pesados (plomo, cadmio, zinc, mercurio) y diversas sus-

Planicie donde se acumula el agua en una ligera depresión.

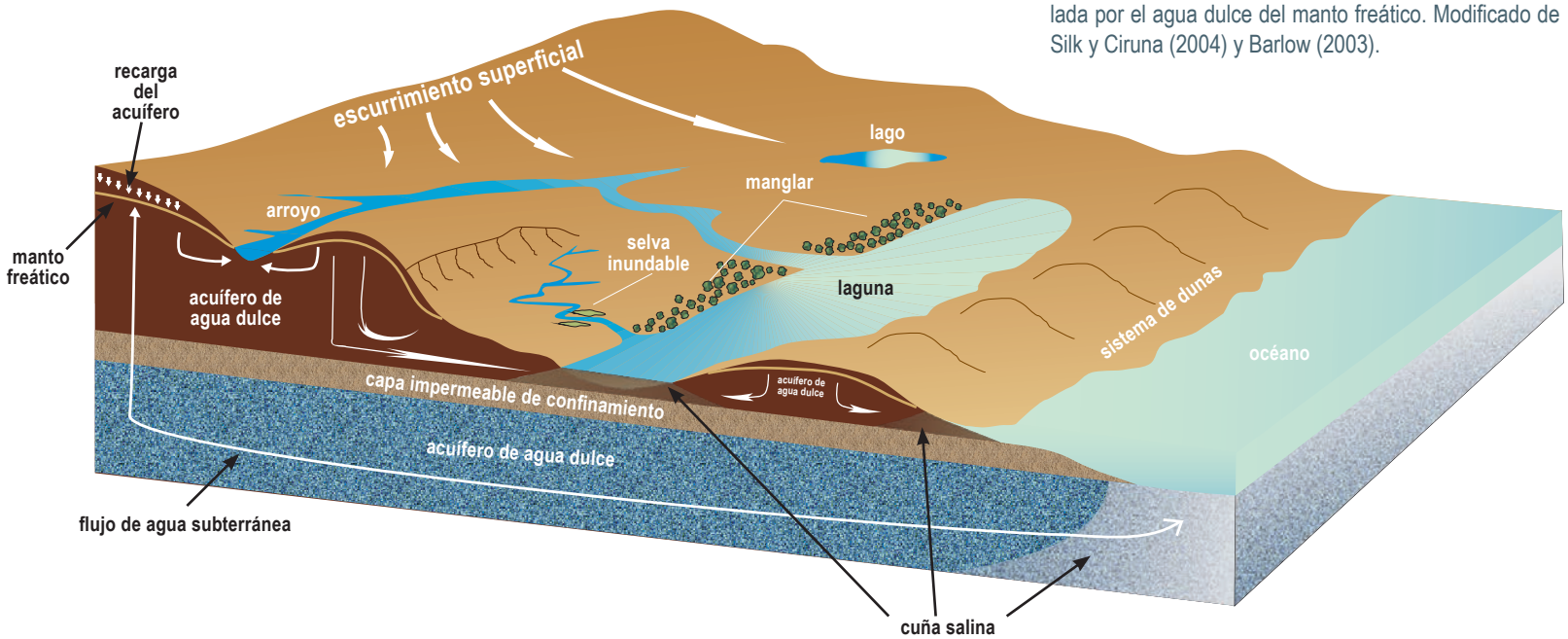


El esquema muestra el comportamiento del agua de lluvia en función del tipo de suelo. El dibujo superior es un suelo arenoso, formado por partículas grandes, que permite que el agua de lluvia se infiltre rápidamente y aflore en un humedal a través del manto freático. El esquema de la parte inferior, con suelos de granos finos, no favorece la infiltración, sino más bien el escurrimiento y así es como llega el agua al humedal (redibujado de Silk y Ciruna, 2004).

tancias químicas y fertilizantes. Cuando esta agua es extraída o liberada de forma natural, los seres vivos que la utilizan –humanos y animales– están consumiendo agua contaminada con elementos que no se pueden eliminar y sobreviene una acumulación de estas sustancias y compuestos en el tejido vivo del cuerpo.

En el planeta, el agua de mar es la más abundante y en la zona costera es donde el agua dulce (la expuesta y la subterránea) frena la entrada de ésta. Sin embargo, el equilibrio entre la fuerza de estos dos tipos de agua es muy frágil. Por lo tanto, una forma de contaminación natural del agua subterránea es la salinización del acuífero. Esto ocurre por una extracción excesiva del lente de agua dulce que en las zonas costeras se localiza sobre la cuña salina. Entre los riesgos potenciales para la

El diagrama muestra la interacción entre las aguas subterránea y superficial. Como puede verse, el agua dulce subyace en toda la planicie costera y alimenta muchos de los humedales. Las flechas muestran la infiltración y circulación del agua. La cuña de agua salina está controlada por el agua dulce del manto freático. Modificado de Silk y Ciruna (2004) y Barlow (2003).



salinización de los acuíferos de la zona costera, además de la sobrexplotación, está la elevación del nivel del mar que ocasionará una intrusión de agua marina tanto en flujos superficiales como subterráneos y la retención de agua dulce en las presas cuenca arriba, que está reduciendo el contrapeso que el agua que fluye puede tener para evitar la penetración del agua salina.

Las mareas

Las mareas son el cambio en el nivel del mar provocado por las fuerzas de atracción que existen entre la Tierra, la Luna y el Sol. Las mareas son periódicas (aproximadamente cada 6 horas) y se intercalan entre la llamada marea alta y baja. La marea alta o pleamar es el momento en que el agua del mar alcanza su máxima altura dentro del ciclo de las mareas y la marea baja o bajamar es el momento opuesto. Cuando la marea es alta el agua del mar entra a los ríos o a las lagunas, permitiendo que muchos organismos penetren a estas zonas de estuarios para reproducirse o alimentarse. Durante la marea baja el agua sale. Las hay de varios tipos: diurnas, semidiurnas y nocturnas y también varían a lo largo de las costas. El tipo de régimen de mareas es fundamental para determinar las variaciones en el tiempo que una superficie permanece sin contacto con el mar, desecándose. En el caso de las semidiurnas, el tiempo siempre es menor a 12 horas, mientras que en los otros dos tipos es generalmente mayor. En el Golfo de México hay poca diferencia de altura entre pleamar y bajamar por lo que se considera un rango micromareal.

Existen humedales como las marismas cuya principal fuente de agua es la marea, y las lluvias en ciertas épocas del año. Los manglares también reciben la influencia de las mareas y el mangle rojo habita en las zonas más salobres de las lagunas costeras, es decir donde hay un contacto con las mareas.

El oleaje tiene la fuerza necesaria para introducir agua salina en ríos y lagunas. Cuando la marea es alta el nivel del agua es mayor, por lo tanto es capaz de penetrar aún más.

Las raíces de este mangle rojo muestran los cambios en el nivel del agua de la laguna, producidos por el tiempo que permanece la barra cerrada, así como por los cambios en el nivel de las mareas.

La lluvia

Las principales precipitaciones en Veracruz se producen en el verano con la temporada de lluvias, aunque también pueden ocurrir en otoño por la presencia de ciclones. Ha habido huracanes en los cuales en un día llueve más que en todo un mes. En invierno los causantes de la lluvia son los frentes fríos o nortes. La lluvia se mide en milímetros (mm) de precipitación y permite comparar cuánto llovió en cada lugar. La planicie costera de Veracruz se caracteriza por presentar climas lluviosos y con precipitaciones concentradas en los meses de julio a noviembre. La precipitación en Veracruz oscila entre mil 200 (en el centro y norte) y cerca de 4 mil mm en los volcanes de Los Tuxtlas.

El agua que llega a los humedales no solamente es la que se precipita durante la lluvia, sino también la que escurre cuenca abajo. Veracruz recibe alrededor de las dos terceras partes del escurrimiento del Altiplano Mexicano. Sólo hay que ver el tamaño de las cuencas, lo que abarcan del territorio veracruzano y de las zonas montañosas y lo extremadamente largo que es el estado. En este capítulo se ha explicado como la mayoría de los humedales reciben no sólo el agua de lluvia sino también el agua que corre bajo el suelo cerca de la superficie, y este escurrimiento es aún

más importante en los humedales de las tierras bajas costeras. ¡Por ello Veracruz es una tierra de ciénagas y pantanos!

Algunos años las precipitaciones son tan intensas que causan inundaciones y pérdidas materiales y humanas. La importancia de mantener a los humedales en buenas condiciones es que sirven como zonas que amortiguan las inundaciones por su capacidad de almacenar agua. Los daños a las personas y a sus pertenencias se producen, la gran mayoría de las veces, cuando están asentados en zonas inadecuadas donde se acumula el agua, o sea en humedales.

El agua de lluvia que se precipita y la que pasa a formar parte del manto freático emerge y se acumula en la parte baja de las cuencas, en los humedales de las planicies. El hombre ha ido modificando el uso del suelo en estas zonas para introducir cultivos, ganadería y urbanización. El resultado es campos ganaderos inundados cada año y asentamientos humanos donde el agua sube, causando daños y angustias a sus propietarios.

Las lluvias no solamente proporcionan agua a los cultivos y a los ríos de donde las ciudades toman el líquido para la vida diaria; también alimentan los mantos freáticos y los humedales.

El color café del agua se debe a que arrastra sedimentos de cuenca arriba, los cuales al desembocar al mar alimentan nuestras playas.

Inundación de la planicie costera. Cada tono de verde corresponde a diferente tipo de comunidad vegetal; por ejemplo, el verde más claro se relaciona con las plantas que flotan en el agua.

La gente con menos recursos ubica sus casas en las zonas de mayor riesgo. Son los primeros en verse afectados por las inundaciones.

Las planicies de inundación de los ríos tienen agua en mayor o menor grado, en función de la temporada del año.

P. 103. Las depresiones acumulan agua durante la temporada de lluvias y su nivel va disminuyendo hasta que llegan las siguientes precipitaciones.

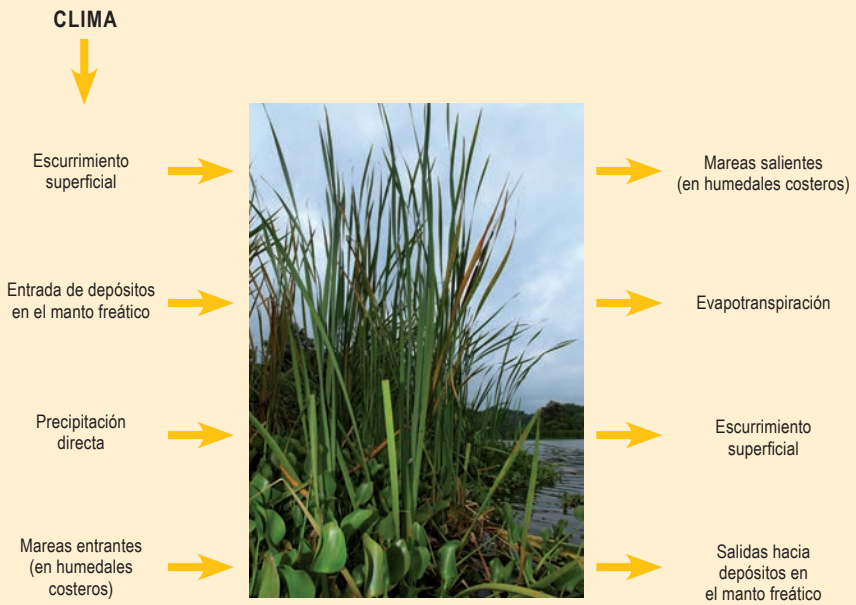
A la cantidad de agua que tiene un humedal, es decir, el volumen así como los cambios a través del tiempo, tanto por entradas como por salidas de agua, se le conoce como presupuesto del humedal. Y se refiere a los tipos de entradas de agua y de donde provienen, así como de las salidas de agua. Para que el humedal se conserve, se debe mantener un equilibrio o balance entre la cantidad que entra y la cantidad que sale. En la figura se representa un esquema del presupuesto de agua de un humedal. Las entradas de agua, es decir el agua que produce la inundación, puede provenir de varias fuentes o de una sola:

- Escurrimiento superficial de arroyos y ríos, ojos de agua, etc., ya sea temporales o permanentes.
- Manto freático, es decir, el agua del subsuelo.
- Precipitación directa sobre el humedal.
- Y cuando son costeros, entrada de agua marina a través de las mareas.

Las salidas de agua también pueden ser de varios tipos:

- Escurrimiento superficial.
- Salidas hacia el manto freático.
- Evapotranspiración, es decir por la evaporación que se produce por el aumento de temperatura durante el día y por la propia transpiración de las plantas, las cuales liberan agua.
- Mareas.

LA FIGURA ESQUEMATIZA EL PRESUPUESTO DEL AGUA CON SUS ENTRADAS Y SALIDAS



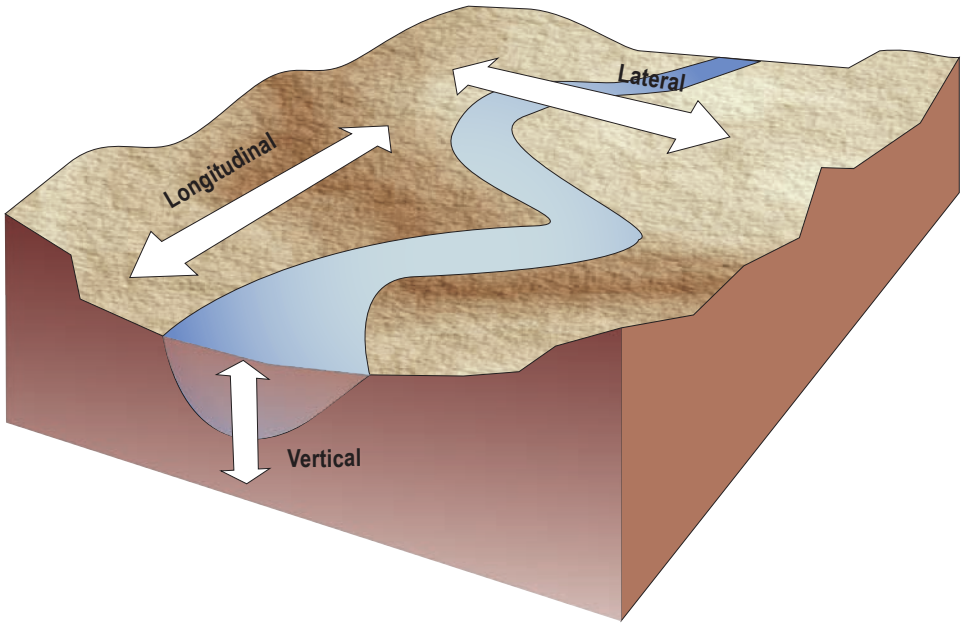
Esquema del presupuesto de agua de un humedal. Se muestran los tipos de entradas de agua y de dónde provienen. Si se conoce suficiente al humedal, se puede hablar de cantidades y tiempos. También hay salidas de agua. Para que el humedal se conserve, se debe mantener un equilibrio o balance entre la cantidad que entra y la que sale.

En la actualidad ha sido necesario establecer cuánta agua de los ríos se puede extraer o retener a través de presas, ya que los humedales necesitan también agua para vivir. A la cantidad de agua que requiere un humedal para mantener sus funciones se llama caudal ambiental o caudal ecológico y se refiere no solamente a la cantidad sino también a las temporadas en que debe fluir. El no tomar en cuenta el caudal ambiental conduce al deterioro en la estructura y función de muchos ríos y de los humedales a sus orillas.

El aporte de agua a la planicie a través de los ríos debe de ser tal que permita al menos temporalmente un flujo continuo de agua de la parte alta de la cuenca hacia la planicie (flujo longitudinal), el desbordamiento del río (flujo lateral) y la infiltración del agua para la recarga del manto freático (flujo vertical). La unión de estos flujos permite la conectividad del sistema, a la cual están adaptados el funcionamiento del humedal y los ciclos de vida de los seres vivos que habitan estos humedales. Por ejemplo, los árboles de apompo o zapote reventador (*Pachira aquatica*) de

la selva inundable producen frutos en el periodo de lluvias pues sus semillas se dispersan flotando en agua, es decir hay una sincronización de la planta y el hidroperiodo. Cuando empieza a bajar el agua, pero todavía hay suficiente humedad, germinan y la plántula inicia su crecimiento. Cuando llega la siguiente inundación, ya tienen una talla que les permite no desenraizarse ni quedar sumergidas bajo el agua.

Hay un conjunto de factores que resultan clave para la integridad del sistema de humedales:



El esquema muestra el modelo de un corredor ripario. Las dimensiones de éste dependen de los flujos laterales del río. La figura muestra el flujo del agua en dirección lateral, longitudinal y vertical. Los corredores riparios se pueden transformar en planicies de inundación si el suelo a los lados del río es plano, es decir, al mismo nivel del río, y éste acarrea suficiente agua como para desbordarse e inundar una zona amplia (modificado de Federal Interagency Stream Restoration Working Group, 1998).

1. *Régimen hidrológico*. Es el factor fundamental. La formación, persistencia, tamaño, tipo de suelo, propiedades biogeoquímicas y composición de la vegetación de un humedal son controladas por su régimen hidrológico. Determina si lo que se establece es una selva inundable, un popal o vegetación flotante.

2. *Condiciones físicas del hábitat*. La composición del suelo es la condición física del hábitat más importante para los humedales, ya que muchas de las propiedades del agua se verán afectadas por el tipo de suelo. Este a su vez depende de las características geológicas de la zona que dieron lugar al suelo a través de millones de años. Además, las plantas también reaccionarán al tipo de suelo, por ejemplo a su pH y a los procesos de óxido-reducción que los afectan.

3. *Régimen químico del agua*. La química del agua de un humedal es el resultado de la hidrología, de las características geológicas, del tipo de suelo y de la vegetación, así como de las actividades humanas dentro o cerca del humedal. Éstas frecuentemente utilizan agroquímicos que escurren hacia el humedal y alteran las condiciones químicas del agua.

4. *Conectividad*. Los humedales están conectados con el resto de la cuenca a través de la hidrología y a los lados con otros humedales. El agua superficial y subterránea usualmente viaja a través de otros ecosistemas antes de descargar en los humedales.

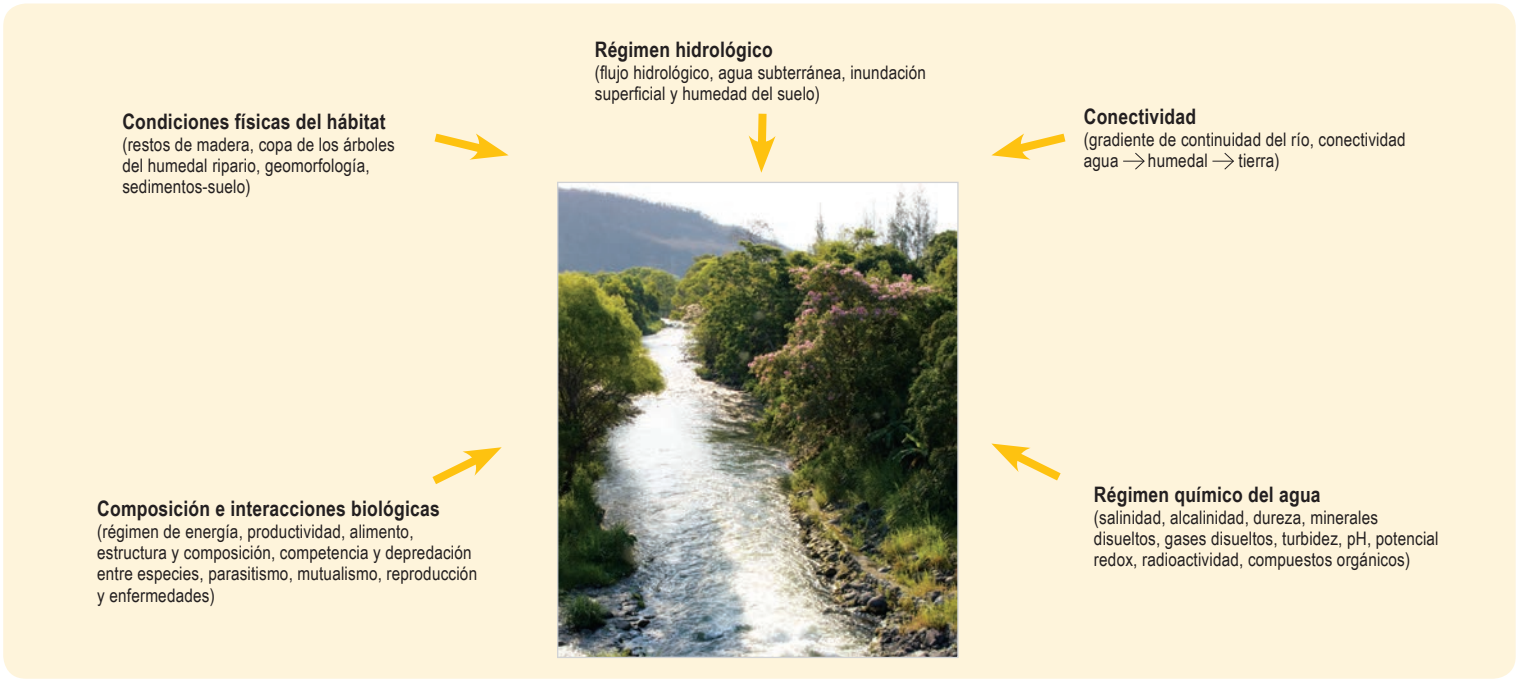
P. 107. Vista del Cerro de los Metates y la Laguna El Llano. Al frente el poblado de El Viejón.

5. *Composición e interacciones biológicas.* La hidrología es el factor que influye en la ocurrencia y abundancia de las especies de plantas y animales de los humedales. Estos organismos presentan distintas adaptaciones morfológicas, fisiológicas, y reproductivas que les permiten tolerar hidroperiodos específicos (mayor o menor inundación) y suelos hídricos que durante un tiempo son anóxicos, es decir que carecen o tienen poco oxígeno.

La integridad ecológica de todos los ecosistemas de humedales depende de la condición e interrelaciones entre los factores ecológicos claves. Cada factor ecológico contribuye de manera excepcional a la integridad ecológica del humedal. El esquema desglosa estos cinco factores:

En Veracruz existen humedales en las altas montañas, como ríos bordeados por vegetación de pino-encino, los humedales de los bosques mesófilos (los ríos rodeados de hayas y liquidámbares). Conforme se va descendiendo hacia la planicie costera los humedales van cambiando, tanto el tipo como las especies que los componen. El río se ensancha e inunda las planicies, y es aquí donde se forman los humedales más amplios de nuestro estado. Están integrados por popales, tulares, selvas inundables y manglares. Finalmente, los humedales se adentran al mar en forma de praderas de pastos marinos y de arrecifes de corales. Veracruz es maravilloso: tiene una cadena de humedales que conduce el agua que viene desde las montañas más altas del país hasta el mar.

Factores clave que permiten visualizar el sistema de humedales de manera integral. En el texto se explican con detalle (modificada de Silk y Ciruna, 2004).



IV. Los humedales de Veracruz

La vida en las zonas inundables requiere de adaptaciones para lidiar con la escasez de oxígeno que se produce en el suelo. Por ello son pocas las especies de plantas y animales que forman parte de esta gran variedad de humedales. Entre las angiospermas, es decir las plantas con flores, solamente entre el 2 y 3% a nivel mundial se consideran como acuáticas, aunque muchas más se encuentran con frecuencia u ocasionalmente formando parte de los humedales. De los insectos, solamente el 3% depende del agua para su supervivencia, y únicamente entre el 4 y 5% de las aves son acuáticas o vadeadoras. Sin embargo, este pequeño número de plantas y animales se organizan en el mundo de forma tal que hay muchos tipos de humedales. En este sentido, México, al igual que Veracruz, es un territorio con una gran variedad.

Algunos humedales son muy extensos y cubren grandes superficies de cientos de hectáreas, mientras que otros son muy pequeños, como algunos en la base de las dunas, que ocupan unos cuantos metros. Sin embargo, su importancia no radica en su tamaño, sino en las diferentes funciones y beneficios que nos proporcionan.

PP. 109 Y 110. Dos vistas aéreas de humedales del Papaloapan, donde se aprecian humedales arbóreos, herbáceos y cuerpos de agua entremezclados.

Diversidad de tipos de humedales

Esta diversidad de humedales está dada por las formas de crecimiento de las plantas hidrófitas (plantas acuáticas y subacuáticas) características de un humedal determinado, pero también por su ubicación dentro del paisaje, de la fuente de agua y de la velocidad que lleva, su dependencia de las mareas como fuente de salinidad, entre otras. En el capítulo V se describe a detalle los tipos de humedales arbóreos.

Una comunidad, como lo es una selva inundable o un bosque ripario, es decir un conjunto de varias especies arbóreas, pueden conformar distintos tipos de humedales. Por ejemplo pueden presentarse en la planicie de inundación de un río, como sucede en Ciénaga del Fuerte en Tecolutla, pueden formar una comunidad riparia a la orilla de un río como los remanentes que aún pueden observarse en las orillas del Pixquiac en Xalapa o bien mezclarse con manglares, o quedar como árboles aislados, en pie, en potreros inundables.

El mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

Humedales arbóreos en Veracruz: a) selva de apompo (*Pachira aquatica*), b) selva de anona (*Annona glabra*), c) selva de higueras (*Ficus* spp.) d) manglar (*Rhizophora mangle*).

Humedales emergidos y sumergidos

Los humedales herbáceos comprenden una gran cantidad de tipos de hierbas como dicotiledóneas de hojas anchas y numerosas monocotiledóneas, desde los pastos (gramíneas) y las ciperáceas, las que parecen pastos (como los pastos marinos o ceibadales), los tulares y los carrizales. Esta variedad de formas de crecimiento también propicia una gran diversidad de humedales, ligados muchas veces a tipos de ambientes distintos. Hay humedales flotantes, humedales sumergidos y humedales emergidos.

Entre los humedales flotantes es frecuente encontrar cuerpos de agua totalmente cubiertos por plantas que flotan libremente, como son el lirio de agua y la lechuguilla. Sus hojas tienen tejidos esponjosos que les permiten flotar sobre la superficie del agua. En ocasiones, cuando se encuentran en cuerpos de agua conectados a corrientes, durante la temporada de lluvias son arrastrados hacia el mar, despejándose los ríos y lagunas. Sin embargo, en muchos casos constituyen verdaderas plagas debido a que son plantas que se reproducen vegetativamente y cuando hay contaminación y abundancia de nutrientes su reproducción se ve favorecida. No pueden habitar ríos con corrientes perma-

La lechuguilla (en la fotografía) y el lirio acuático se reproducen vegetativamente y tienden a cubrir grandes superficies de agua dulce, siendo poco tolerantes al agua salobre.

nentes fuertes, sino más bien cuerpos de agua quietos, independientemente de su profundidad.

Otros humedales están formados por plantas enraizadas en el fondo y con tallos sumergidos, pero las hojas están sobre la superficie del agua. En este grupo predominan plantas como las ninfáceas, conocidas por su valor ornamental. Los tallos de estas plantas son muy flexibles y se mueven con el agua, pero no toleran las corrientes de agua, por lo que solamente se encuentran en ambientes de aguas quietas y no muy profundas, ya que el tamaño de los tallos es una limitante.

Los humedales sumergidos están formados por plantas que llevan a cabo todo su ciclo de vida bajo el agua, como los pastos marinos que se encuentran en la desembocadura de ríos, en las lagunas y en los arrecifes. Están enraizados en el fondo y las hojas son delgadas, como si fueran pastos, aunque no lo son. Esta forma de hojas les brinda menor resistencia en ambientes donde el agua corre y fácilmente los puede desgarrar.

Algunas otras plantas sumergidas también viven en agua dulce. Tienen hojas muy disectadas para ofrecer menor resistencia al flujo de las corrientes y pueden o no estar enraizadas en el fondo o ser libre flotadoras, pero se

Los miembros de la familia de las ninfáceas forman tapetes de hojas grandes, con flores llamativas. *Nymphaea ampla* es una especie frecuente en humedales tropicales.

Pastos marinos mostrando las hojas durante la marea baja.

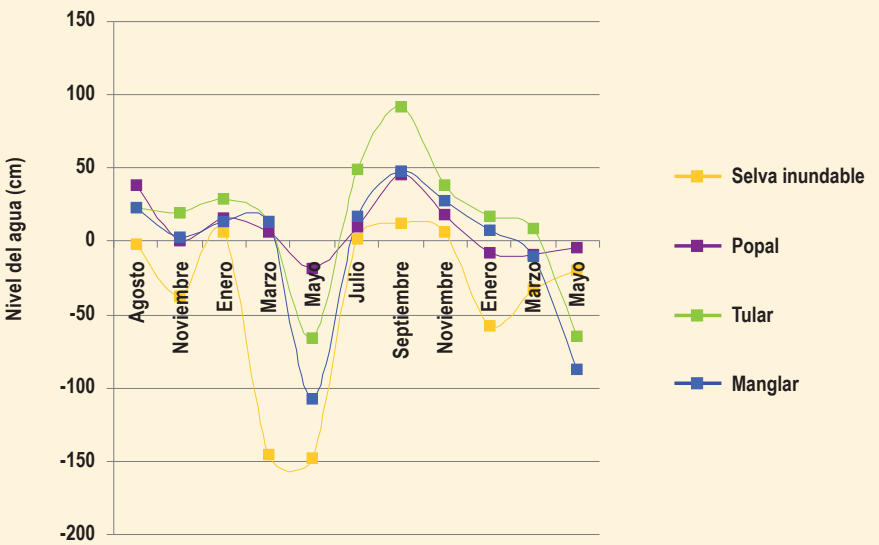
Herbáceas sumergidas que rompen la superficie del espejo de agua.

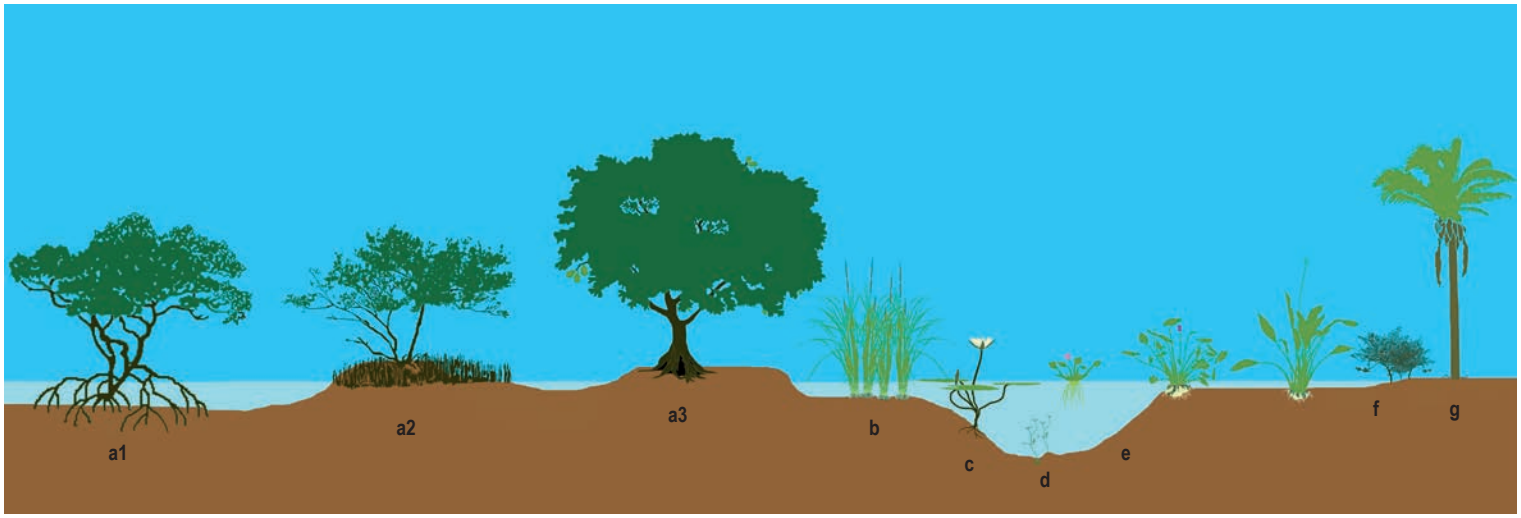
quedan a media agua, y sólo a veces llegan a flotar sobre la superficie del agua.

Temporalidad de los humedales

Los humedales tienen un aspecto muy diferente durante las temporadas en que están inundados y durante las secas. Algunos de ellos permanecen todo el año inundados, pero otros requieren un periodo en el que el agua desciende y la superficie del suelo permanece seca, época en la cual germinan las semillas de muchas especies. Algunos son inundados diariamente durante algunas horas por agua marina como los manglares y marismas en zonas donde las mareas son amplias, mientras que otros solamente alguno que otro año, cuando llueve mucho, se inundan. La figura muestra los hidroperiodos de distintos tipos de humedales en la cuenca baja del Papaloapan a lo largo de dos años. El hidroperiodo indica el tiempo que dura la inundación, su estacionalidad, periodicidad y la cantidad de agua.

Hidroperiodos de varios tipos de humedales del Papaloapan. A pesar de que todos tienen la misma estacionalidad, hay diferencias en el tiempo de inundación y el volumen del agua. El cero indica el nivel del suelo, por lo que por arriba de esta línea se ven los valores de la inundación y por abajo se produce la saturación y sequía del suelo. El hidroperiodo es la firma del humedal.





Formas de crecimiento de las plantas del humedal. De izquierda a derecha: árbol de mangle rojo (a1), árbol de mangle negro (a2), árbol de ciénaga (a3), b) herbácea emergente como el tule, c) herbácea enraizada como las ninfáceas, d) sumergida enraizada, e) flotante, f) arbusto, g) palma.

Formas de crecimiento

Las plantas pueden tener varias formas de crecimiento y ocupar diversos hábitats en el humedal: pueden ser arbóreas o arbustivas, o bien ser herbáceas. Estas pueden considerarse como emergentes cuando sobresalen del agua pero están enraizadas, o bien enraizadas sumergidas o de hojas flotantes, otras pueden ser totalmente flotantes, libres nadadoras sobre la superficie, o bien libres pero sumergidas.

Los distintos tipos de humedales

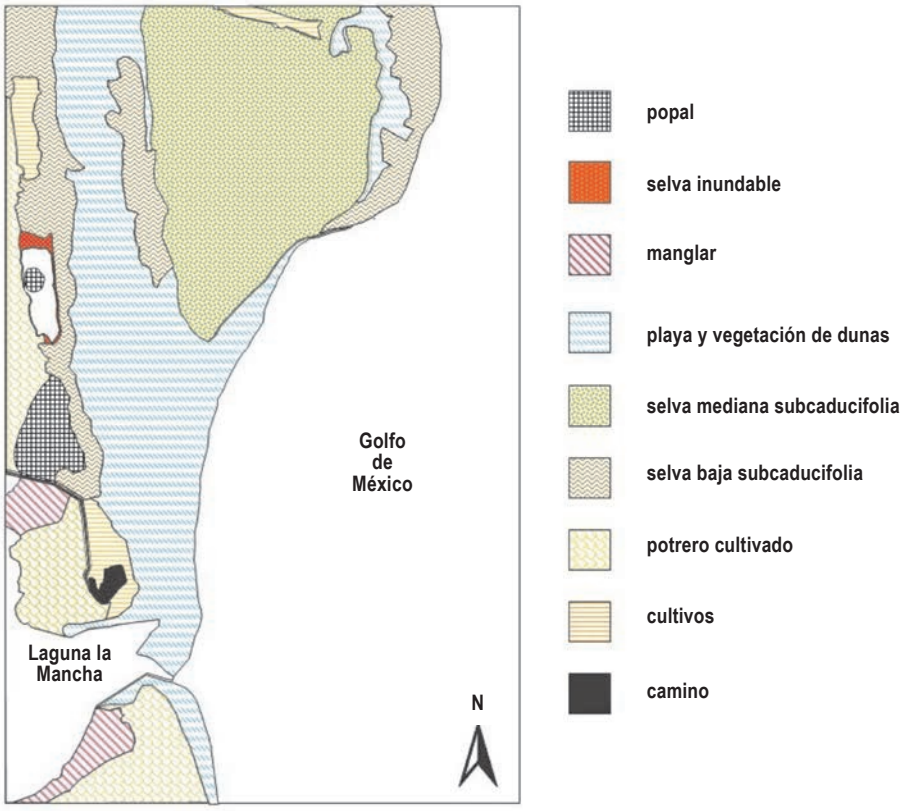
Las formas de vida o de crecimiento le dan una fisonomía, es decir un aspecto característico a los diversos humedales. En México, la forma de crecimiento se ha usado para clasificar los humedales. En los dos cuadros se muestran los cuatro grandes conjuntos de formas de crecimiento definidos por herbáceas, arbustivas, arbóreas y por palmas (éstas últimas no se consideran árboles) así como los distintos tipos de humedales que incluyen.

Herbáceos	• hidrófitas enraizadas emergentes • hidrófitas enraizadas de hojas flotantes • hidrófitas sumergidas • hidrófitas libremente flotadoras • hidrófitas enraizadas de tallos postrados
Arbustivos	• matorral espinoso • matorral inerme

Arbóreos	• manglar • selvas bajas inundables • selvas altas riparias o de galería • bosques caducifolios riparios • bosques subperennifolios riparios
Palmares	• palmar inundable

Lado a lado

Los diferentes tipos de humedales frecuentemente se pueden encontrar lado a lado. A veces forman un continuo pero otras veces parece haber una línea que los separa. Se establecen sobre gradientes ambientales a lo largo de los cuales varían factores del medio como es la profundidad, la velocidad de la corriente, la claridad del agua, el pH, la salinidad, entre otros. Como ya se mencionó para los distintos tipos de humedales, hay condiciones ambientales que los favorecen y por tanto forman mosaicos o rompecabezas cuya representación más clara está dada por la propia fisonomía de las plantas. En estas fotografías y en este mapa de vegetación pueden verse los cambios que se dan a lo largo de un gradiente ambiental, tanto en la vegetación y sus formas de crecimiento como en los parámetros ambientales.



Este mapa del humedal de La Mancha muestra cómo los ecosistemas costeros (humedales, selvas y dunas) y los transformados por el hombre se suceden unos a otros en el espacio, formando un mosaico.

En las tierras bajas, los distintos tipos de humedales se encuentran lado a lado, en función del grado de inundación y velocidad de la corriente. Los arbóreos y los herbáceos forman franjas colindantes.

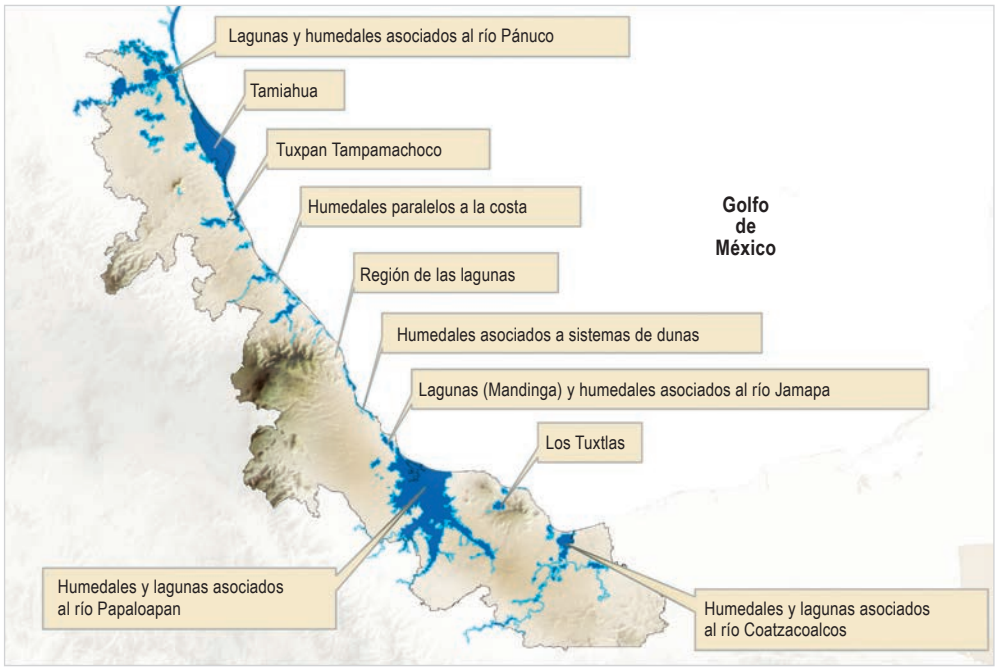
Regionalización de los humedales costeros de Veracruz

Si se sobrevuela la costa del estado de Veracruz, se pueden distinguir una variedad de paisajes de norte a sur. A cada uno de ellos corresponde un arreglo y tipo de humedales que difiere, a nivel del paisaje y a veces de composición florística, con respecto a los que se encuentran en otras regiones. Esta variación a nivel regional tiene que ver con:

- la fuente del agua y como ésta llega a los humedales (ríos que se desbordan, depresiones, etc.), con la relación de la planicie costera con el Altiplano, es decir qué tanta agua baja por el subsuelo y aflora en las tierras bajas, y por tanto con el flujo subsuperficial del agua,
- la dinámica costera y el arreglo de las dunas, que da lugar a la formación de depresiones y lagunas con humedales,
- la influencia de mareas.

A lo largo de este capítulo se va a recorrer la zona costera del estado de Veracruz, mostrando los distintos tipos de humedales y su disposición en el paisaje.

Regiones de Veracruz con humedales con distinto arreglo espacial en el paisaje.



Imágenes spot de los humedales del río Pánuco.

Lagunas y humedales asociados al río Pánuco

Este conjunto de lagunas y humedales se han formado a lo largo del río Pánuco. Están asociadas a la planicie de inundación de dicho río. Algunas de las lagunas mantienen mayor cantidad de agua debido a la construcción de diques y conexiones.

Laguna de Tamiahua

La isla de barrera de Cabo Rojo forma una saliente arenosa que encierra un cuerpo de agua, la laguna de Tamiahua, con agua de mar y abundante pesca. Este cuerpo de agua está flanqueado de manglares y en el fondo hay pastos marinos de varias especies. En las dunas de Cabo Rojo, principalmente en la parte norte, hay humedales en la base de las dunas. En estas zonas aflora el agua dulce o ligeramente salina y se forman humedales herbáceos.

Humedales herbáceos intradunarios en Cabo Rojo, laguna de Tamiahua.

Sistema lagunar de Tuxpan Tampamachoco

Este sistema de lagunas costeras, someras, están separadas de la costa por barreras arenosas con bocas permanentes. A las orillas hay manglares extensos, y algunos parches de selvas inundables que forman franjas lineales casi paralelas a la costa. Sobre todo al sur de Tuxpan hay superficies considerables de popales y tulares. Frente a este sistema lagunar, hay un sistema arrecifal cercano a la costa, donde Isla Lobos sobresale por su tamaño.

Humedales paralelos a la costa: Tuxpan-Vega de Alatorre

Esta sección de la costa (perteneciente a la región costera Tuxpan-Nautla), desde el punto de vista geomorfológico, está formada por una costa con activa acumulación de arenas, con extensas playas bajas, arenosas. El geógrafo Mario Arturo Ortiz Pérez indica que se formaron a partir de islas de barrera con campos de dunas y cordones de playas antiguas, separadas de la porción continental por antiguas lagunas, la mayoría de las cuales ahora son de fondo somero (azolvadas) y que forman complejos inundables. A través del último milenio, se convirtieron en planicies de inundación y marismas con vegetación de humedales. Como

Vista de los manglares de la laguna de Tampamachoco.

Manglares mezclados con humedales herbáceos en la laguna de Tampamachoco.

Selvas inundables de apompo o zapote reventador (*Pachira aquatica*).

Zonas de tulares que forman grandes manchones y cubren los cuerpos de agua. Abajo a la izquierda, un humedal arbóreo.

vestigio remanente se conservan aún canales o esteros estrechos, con disposición paralela a la línea de costa, la mayoría de ellos con manglares y en las zonas de acumulación de agua dulce, selvas inundables y popales-tulares. Este paisaje sólo se interrumpe por la cercenadura de la barra hecha por el curso bajo de las corrientes fluviales y de las desembocaduras de ríos que propician condiciones estuarinas, dando lugar a un mayor gradiente ambiental inducido por la variabilidad en la salinidad del agua, que se traduce, en una mayor diversidad de hábitats. El río más sobresaliente en esta zona es el río Tecolutla, que forma una extensa planicie de inundación con manglares y selvas inundables, parte de la cual conforma la Reserva Estatal Ciénaga del Fuerte, dominada por la mayor extensión aún remanente de selva inundable en el estado de Veracruz. En esta zona también se encuentran numerosos remanentes de extensas zonas de palmares inundables de *Attalea liebmannii*.

Región de las lagunas: Alto Lucero-Actopan

En esta región se reduce la extensión de la planicie costera al formarse una costa mixta con puntas rocosas de origen volcánico, entre las cuales se disponen amplias entrantes abiertas al mar, pero que penetran escasamente

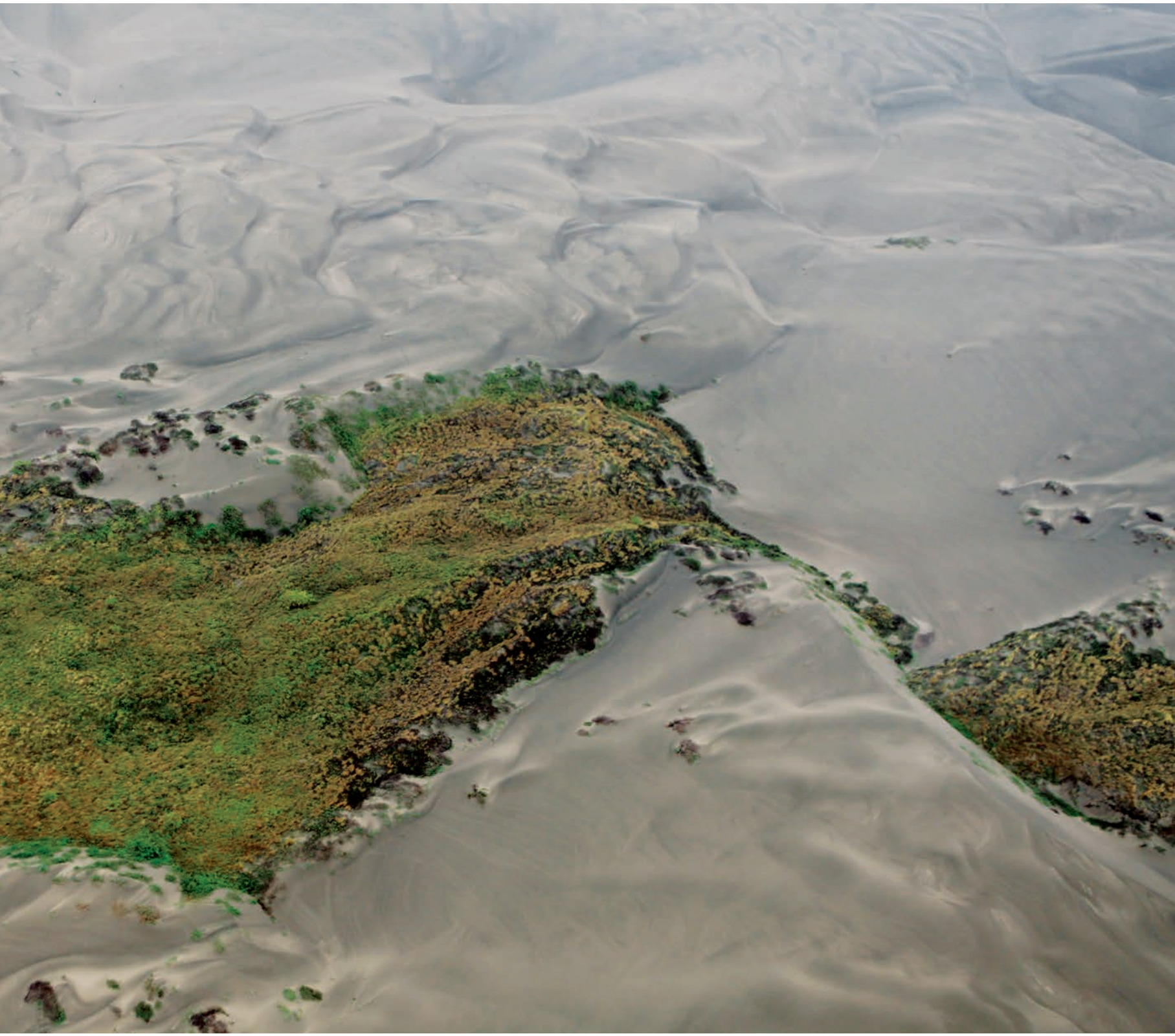
Humedales conservados y humedales transformados en potreros, durante la temporada de lluvias, cuando la planicie de los ríos y las tierras bajas se inundan.

Humedal herbáceo que reemplazó al manglar en la laguna de La Mancha cuando éste fue talado. Puede verse que queda separado del propio manglar por un bordo que se construyó como base de una vía de tren, que finalmente no se desarrolló.

Boca de la Laguna de La Mancha, rodeada de manglares.

hacia tierra adentro. Sobre esta planicie destacan los lomeríos entre los que se intercalan lagunas pequeñas con llanuras de inundación estrechas, cubiertas de manglares y algunos manchones de selvas inundables y popales, mientras que los tulares ocupan superficies más amplias. Hay campos de dunas, activos y estabilizados, que dan lugar a los primeros lagos interdunarios permanentes de agua dulce, formados por afloramientos del manto freático. Las costas rocosas propician la formación de un arrecife rocoso.

En la base de las dunas costeras, donde el viento ha acarreado la arena hasta bajar el nivel y permitir el afloramiento de agua del manto freático, se forman humedales temporales, lugar en el que se inicia la colonización de muchas dunas. Se establecen especies hidrófitas en las zonas inundables y la humedad permite que otras vayan formando una carpeta vegetal.



Humedales asociados a sistemas de dunas: Úrsulo Galván-Antigua-Veracruz

Esta zona de la costa, al igual que la siguiente, forma parte de la región costera Veracruz, en la cual se amplía nuevamente la planicie costera que contiene básicamente playas arenosas, vastos campos de dunas de posición inestable o móvil, sobre todo las que se encuentran próximas al mar y parcialmente fijas con vegetación las ubicadas hacia el lado de tierra adentro. Existen vestigios de antiguas lagunas costeras que fueron colmatadas, al ser sepultadas con la migración y expansión de los campos de dunas, lo cual habla de la cercanía del manto freático en la región. Los ríos Actopan y Antigua forman esteros con pequeños humedales a los lados y recogen a lo largo de sus cursos sedimentos que llevan al mar y mantienen las playas y campos de dunas, en los cuales se forman numerosas lagunas interdunarias. Estas son lagunas someras que se forman en depresiones entre los sistemas de dunas costeras, por afloramiento del manto freático, por tanto son de agua dulce. Son una estructura geomorfológica muy característica de esta región y particular de los grandes sistemas de dunas. En las orillas de estos cuerpos de agua se establecen humedales herbáceos y arbóreos y a veces tienen

Asentamiento de Úrsulo Galván, a la orilla del río, y campos de caña de azúcar.

Laguna interdunaria de San Julián, al norte del puerto de Veracruz.

Laguna interdunaria de la Catalana, al norte del puerto de Veracruz.

Humedal ripario que acompaña el curso del río.

Vista aérea de dos lagunas interdunarias en el puerto de Veracruz, donde la urbanización las ha rodeado por completo.

Un delgado río que cruza el sistema de dunas, al norte del puerto de Veracruz.

abundante vegetación flotante. En el puerto de Veracruz, estas lagunas fueron denominadas como Sitio Ramsar "Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz".

Lagunas y humedales asociados al río Jamapa

La conjunción de una amplia planicie costera y la presencia del río Jamapa, han propiciado la formación de una extensa planicie de inundación con manglares (entre ellos la Reserva Estatal de Arroyo Moreno), popales, tulares y algunos manchones de selvas inundables, ya que la mayoría han sido talados. Hacia el sur se forman las lagunas de El Bayo y Mandinga. En la plataforma marina de esta zona se forma un sistema arrecifal extenso con varias islas y cayos, el Sistema Arrecifal Veracruzano.

Humedales y lagunas asociados al río Papaloapan

En esta región costera del Papaloapan se forma una amplia y elevada barrera arenosa que resguarda al sistema estuarino-lagunar de Alvarado. Es considerado el más importante de todos los ecosistemas de humedales de la costa de Veracruz, gracias al gran caudal del río Papaloapan y todos sus afluentes (que se origina y drena desde los altos de Oaxaca) y que desembocan en el sistema la-

Vistas aéreas de los humedales del Papaloapan.

PP. 128-129. La laguna de Sontecomapan, rodeada de manglares y selvas inundables.

gunar y en la amplia boca de la laguna de Alvarado. Ello permite un activo intercambio con el mar, dando lugar a una gran variedad de ambientes que forman un extenso conjunto de diversos tipos de humedales (manglares, selvas inundables, popales, tulares, vegetación flotante, espartales, palmares, praderas de pastos marinos) y potreros inundables.

Los Tuxtlas: Catemaco y Sontecomapan

En la región costera de Los Tuxtlas predomina una mezcla de costas mixtas de carácter abrasivo intercaladas con costas de acumulación. En el sector central de esta región aparece la barra y laguna de Sontecomapan, rodeada de manglar y manchones de selvas inundables. Es una laguna costera de aguas salobres. A lo largo de la costa hay numerosos escurrimientos de agua provenientes de la serranía, muchos de ellos con vegetación riparia a lo largo de sus cauces. Entre el volcán San Martín y la Sierra de Santa Marta se forma una cuenca endorreica donde el escurrimiento pluvial de las fuertes lluvias de esta zona forma el lago de Catemaco, un cuerpo de agua dulce. Las costas rocosas en esta región también propician la formación de un arrecife rocoso. Además, se forman lagos de agua dulce en antiguos conos volcánicos.

El lago de Catemaco, un cuerpo de agua dulce entre el volcán San Martín y el Santa Marta.

Un antiguo cráter convertido en lago, en Los Tuxtlas. La selva desciende por las pendientes y en la orilla se torna inundable.

Humedales y lagunas asociados al río Coatzacoalcos

El sur de Veracruz corresponde a la región costera del Istmo formada por la planicie costera y fluvial del río Coatzacoalcos, incluyendo la laguna del Ostión y la planicie de inundación del río Tonalá. La laguna del Ostión está caracterizada por una laguna de barrera con amplias llanuras de inundación o marismas con manglar, mientras que hacia Coatzacoalcos se extienden campos de dunas activos flanqueados hacia el continente por un estero, una laguna y pantanos que se prolongan hasta el río Coatzacoalcos, donde se encuentran extensos popales y selvas inundables.

Humedales que bordean la ciudad de Coatzacoalcos.

La transformación de los humedales

Los humedales han sido transformados principalmente para desarrollar actividades de cría de ganado vacuno. En muchos de estos casos se mantiene la inundación durante algunos meses y se convierten en potreros inundables. ¡Veracruz y Tabasco han convertido extensas zonas de la planicie costera en praderas de potreros inundables! También es frecuente ver al ganado inmerso en los humedales alimentándose de las especies de popales.

Un pequeño manchón de popal resulta alimento atractivo para este caballo.

Con frecuencia las zonas menos inundables se convierten en verdaderos potreros con pastos, y las inundadas mantienen por más tiempo su vegetación característica de humedal.

Arrecifes

Los arrecifes, desde el punto de vista de Ramsar, son considerados como humedales. Están formados por el crecimiento de corales duros o pétreos, en aguas tropicales. Los corales no realizan la fotosíntesis, pero viven en una relación simbiótica con algas microscópicas que sí realizan la fotosíntesis. Sobre ellos y en la arena que los rodea se establecen algas y pastos marinos. Este es el tipo de arrecifes que forman el Sistema Arrecifal Veracruzano, frente al puerto o el sistema de Tuxpan. En zonas rocosas como Los Tuxtlas o La Mancha se forman arrecifes sobre rocas volcánicas que son usadas como base sobre las que gusanos poliquetos (*Phragmatopoma lapidosa*), emparentados con las lombrices de tierra, construyen plataformas o terrazas sumergidas separadas de la costa. Estas terrazas solo quedan descubiertas durante las mareas bajas.

Vista de una de las terrazas elevadas que forma el sistema arrecifal rocoso de La Mancha.

PP. 134-135. Vista aérea del sistema arrecifal, con el puerto de Veracruz al fondo.

La fisiografía de Veracruz, donde se tocan las sierras y montañas con las tierras bajas y planicies y su extenso litoral, da lugar a una enorme riqueza de humedales. Éstos han sido base de su desarrollo cultural, social y económico. Por ejemplo, los sones y bailes ligados a la flora y fauna; cultivos y ganadería en zonas húmedas, así como el aprovechamiento de recursos pesqueros y maderables. Actualmente la extracción de hidrocarburos, la instalación de puertos y el desarrollo turístico contribuyen a la economía de las zonas costeras. Esta tierra de ciénagas y pantanos surgió y seguirá entrelazada a las aguas que recibe de las montañas y se almacena en sus planicies. Pero su desarrollo debe entender esta relación y crecer sobre ella, enriqueciéndose mutuamente. Esta tierra de ciénagas y pantanos surgió y seguirá entrelazada a las aguas que recibe de las montañas y se almacena en sus planicies. Pero su desarrollo debe entender esta relación y crecer sobre ella, enriqueciéndose mutuamente.

Vista aérea del sistema arrecifal rocoso en Playa Paraíso, La Mancha.