



3. GENERADORES DE CAMBIO

Hay tres generadores de cambio principales: los *generadores directos*, que crean cambios biofísicos en los humedales (cambio en el uso de la tierra, contaminación, etc.), los generadores indirectos, que son los procesos de la sociedad que crean los generadores directos, y las *megatendencias mundiales*, que impulsan varios generadores indirectos. Las políticas y el manejo eficaces para el uso racional requieren que se comprendan los generadores de cambio en los humedales a fin de poder abordar las causas profundas de la pérdida y degradación de los humedales. La gobernanza eficaz a nivel local, nacional y regional es un factor esencial para evitar, detener e invertir la tendencia de pérdida y degradación de los humedales.

En los humedales, los generadores de cambio pueden ser directos o indirectos

En la Convención de Ramsar, los **generadores directos** se refieren a causas ya sea naturales o inducidas por la acción humana, desde la escala local hasta la escala regional (Van Asselen et al., 2013). Los **generadores indirectos** tienen un efecto más amplio y difuso, mayormente por su influencia en los generadores de cambio directos, y a menudo se relacionan con procesos institucionales, socioeconómicos, demográficos y culturales. Algunas megatendencias mundiales influyen en los humedales (Figura 3.1).

Los generadores naturales de cambio incluyen: radiación solar, variación meteorológica, terremotos, erupciones volcánicas, plagas y enfermedades, y también procesos como los ciclos naturales de inundación y la sucesión ecológica. Los **generadores inducidos por la acción humana** incluyen: cambio en el uso de la tierra, cambio climático, extracción de agua, introducción o eliminación de especies, consumo de recursos e insumos externos (por ejemplo, fertilizantes). La *variabilidad* climática es un generador natural, mientras que el *cambio* climático inducido por la acción humana está relacionado con el aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. El cambio climático también es una megatendencia mundial.

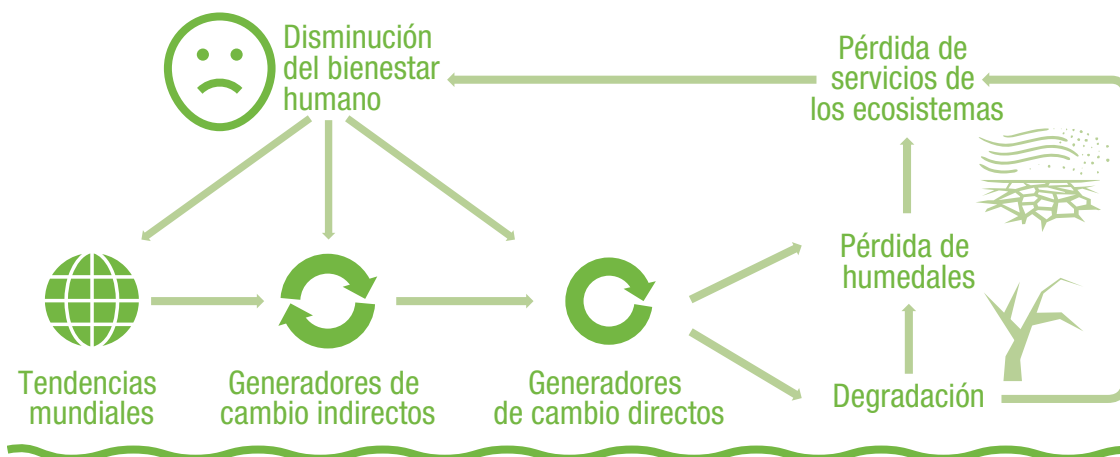
Los generadores de cambio pueden tener efectos tanto negativos como positivos. Nos centramos aquí en los generadores de cambio que tienen un efecto negativo en las características ecológicas de los humedales. Estos a menudo incluyen disminuciones de la diversidad biológica, la calidad de los hábitats, los servicios de los ecosistemas o el valor cultural (“degradación”) o cambios en los tipos de hábitats o los regímenes fisicoquímicos (“pérdida”). La mayor parte de los generadores de cambio positivos son respuestas humanas destinadas a mitigar el cambio (por ejemplo, gestión de la conservación o control de especies invasoras).

La complejidad de las trayectorias desde los generadores indirectos hasta la pérdida y la degradación de los humedales nos impide ver la imagen completa con claridad. Las interacciones entre generadores de cambio múltiples se producen en una variedad de escalas (Craig et al., 2017) y estas pueden conducir a una variación regional (Ward et al., 2016). El cambio climático, por ejemplo, puede ser un generador directo de cambio debido a que ocasiona cambios biofísicos que afectan la temperatura, los niveles del agua y los períodos hídricos (Renton et al., 2015), y puede combinarse con otros generadores, como las especies invasoras (Oliver y Morecroft, 2014). El cambio climático también puede ser un generador indirecto; por ejemplo, las medidas de mitigación pueden incluir producción de biocombustibles y energía hidroeléctrica, y estas pueden aumentar las presiones sobre los humedales.

La conversión de los humedales naturales puede conducir en forma directa o indirecta a la creación de humedales artificiales (Davidson, 2014 y Cuadro 2.3). Algunos de estos se han desarrollado a lo largo de cientos de años y se han convertido en parte del paisaje, y desempeñan muchas de las funciones de los ecosistemas de los humedales naturales. Sin embargo, muchos generadores directos del cambio en los humedales naturales (cambios en el suministro de agua, eliminación de vegetación o introducción de especies o nutrientes) son parte del régimen de manejo de los humedales artificiales. Los humedales artificiales, si bien son importantes, están fuera de nuestro ámbito y requieren una evaluación por separado. Por motivos similares, no se considera aquí la restauración de los humedales, que puede ser un generador de cambio positivo en los humedales degradados (por ejemplo, Siever et al., 2017).

Figura 3.1

Diagrama conceptual simplificado en el que se muestran las relaciones entre la pérdida y la degradación de los humedales y la pérdida de servicios de los ecosistemas y cómo estas son ocasionadas por generadores de cambio directos e indirectos. (Para consultar un marco conceptual más detallado, en el que se presenta la terminología de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, la publicación TEEB y la IPBES, véase el marco conceptual de la IPBES en Díaz et al., [2015]).



Los generadores directos incluyen cambios en el régimen físico

En la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM, 2005) se analizaron los impactos de los generadores directos en los humedales. Usamos ese estudio, y otros, para actualizar el análisis para los tipos de humedales de Ramsar. Se consideran cuatro categorías: generadores *físicos*, de *extracción*, de *introducción* y de *cambio estructural*.

Los generadores relacionados con el **régimen físico** son los factores como la cantidad y frecuencia del flujo de entrada, el volumen de sedimentos, la salinidad y la temperatura, cuyas condiciones y patrones de variación pueden ser alterados por el ser humano.

La extracción, la intercepción o el desvío de agua prolongados o permanentes destruyen las características ecológicas de los humedales continentales; el mar de Aral y el lago Chad son ejemplos de casos extremos. Todos los humedales tienen posibilidades de ser degradados por la pérdida de agua (Acreman et al., 2007), mientras que los humedales costeros son sensibles al aumento del nivel del mar y la extracción de agua dulce (White y Kaplan, 2017).

La construcción de represas aumentó en todas las regiones de Ramsar hasta mediados de la década de 1990. De los 292 grandes sistemas fluviales del mundo (Nilsson et al. 2005), solo 120 fluyen aún libremente; 25 de estos serán fragmentados por la construcción de represas en curso o prevista (Zarfl et al., 2014). Recientemente, ha surgido un renovado interés en la energía hidroeléctrica, en parte para reducir las emisiones de carbono de los combustibles fósiles. No obstante, la energía hidroeléctrica no siempre es libre de carbono debido al despeje de tierras y las emisiones de metano de los embalses (Mäkinen y Kahn, 2010). Las represas también pueden ocasionar impactos

perjudiciales en los recursos hídricos, la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas (Maavara et al., 2017; Winemiller et al., 2016).

El transporte de sedimentos a los humedales puede aumentar debido a la erosión a causa de la deforestación y otros cambios en el uso de la tierra. Esto puede cambiar las características de un lago modificando los hábitats costeros, rellenándolo o aumentando la turbidez. Se considera que ha sido uno de los factores de la disminución de los peces cíclidos en el lago Victoria (Harrison y Stiassny, 1999). También degrada los ecosistemas costeros (Hanley et al., 2014), ya que daña las praderas de pastos marinos, los bosques de algas marinas (Steneck et al., 2002), los manglares y los arrecifes de coral (Fabricius, 2005). La sedimentación reduce la vida útil de los embalses, lo que perjudica los proyectos hidroeléctricos (Stickler et al., 2013). Por el contrario, el suministro de sedimentos en los humedales y deltas costeros se puede ver a veces reducido a causa de la construcción de represas y diques, disminuyendo el suministro de nutrientes y reduciendo la productividad.

La salinización debido a la extracción de agua dulce o la intrusión de agua salada a causa del aumento del nivel del mar (Herbert et al., 2015) influye en muchos ecosistemas, desde humedales continentales arbolados y estuarios hasta manglares (White y Kaplan, 2017).

Por último, la temperatura media del océano ha aumentado en forma constante en los últimos 60 años, afectando las aguas marinas someras, las praderas de pastos marinos (de Fouw et al., 2016) y los bosques de algas marinas (Provost et al., 2017). Los aumentos marcados de la magnitud o la duración de las temperaturas máximas del mar decoloran o destruyen los sistemas coralinos (Baker et al., 2008).



© Equilibrium Research

La extracción de los humedales incluye agua, especies y suelos

Se extrae agua de los humedales continentales y sus cuencas hidrográficas para usos agrícolas, domésticos e industriales. La agricultura da cuenta actualmente de alrededor del 70% del agua que se extrae para uso humano, pero se prevé que esta proporción disminuirá a menos del 50% para mediados del siglo XXI debido al aumento del uso urbano, industrial y para la generación de energía (WWAP, 2016). La extracción de agua dulce puede ocasionar, entre otros impactos, la disminución de la vegetación costera debido al aumento de la salinidad en los extremos aguas abajo de los estuarios (Herbert et al., 2015) y afecta las aguas subterráneas (Richey et al., 2015).

Las capturas mundiales de la pesca en lagos, ríos, embalses y llanuras de inundación está aumentando, principalmente en Asia y África (Figura 3.4). Allí, las pesquerías continentales y costeras son importantes para la alimentación y los medios de vida, mientras que en las zonas templadas y las economías en transición, la pesca recreativa tiene mayor relevancia (McIntyre et al., 2016). Aunque la pesca no es necesariamente perjudicial, la pesca excesiva, el uso de métodos de pesca destructivos, como explosivos, veneno o mosquiteros (Bush et al., 2017), y la introducción de especies exóticas pueden disminuir las poblaciones y la diversidad, cambiar la estructura trófica y conducir a la degradación de los arrecifes de coral (Welcomme et al., 2010). La extracción

excesiva de crustáceos de los humedales costeros ha ocasionado la destrucción de arrecifes de ostras; por ejemplo, en América del Norte y Australia (Kirby, 2004). La pesca destinada al comercio en acuarios puede empobrecer los arrecifes de coral (Dee et al., 2014).

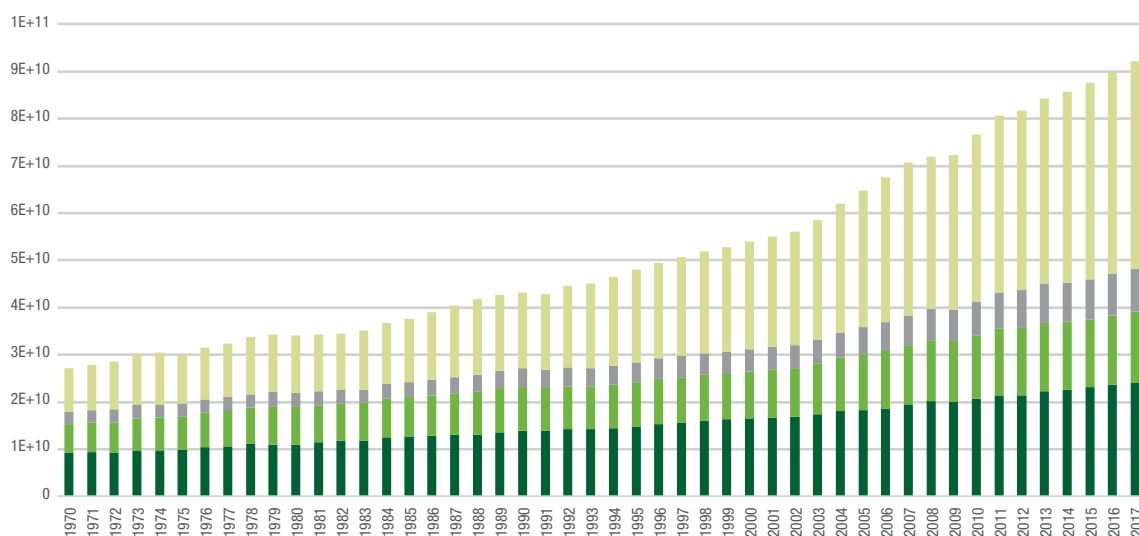
La recolección intensiva de madera para la fabricación de productos o como carbón en los bosques de los humedales o manglares puede ocasionar grandes cambios en las características ecológicas (Walters, 2005). La recolección de corales puede conducir a la degradación y pérdida de los arrecifes de coral (Tsounis et al., 2007). Las turberas son vulnerables a la extracción de turba, el drenaje y la tala, como por ejemplo en Borneo (Miettinen et al., 2013). El suelo de muchos humedales de agua dulce se utiliza para la fabricación de ladrillos (Santhosh et al., 2013).

La extracción de arena y grava de los ríos y costas se relaciona con el desarrollo urbano y actualmente supera a los combustibles fósiles y la biomasa en función de la masa total extraída (Figura 3.2 y véase Schandl et al., 2016). Las canteras de arena perturban y destruyen los hábitats bentónicos y afectan la calidad del agua debido a la suspensión de sedimentos, con múltiples impactos ecológicos. Debido a la índole abierta del recurso, la regulación resulta problemática y los casos de extracción ilegal están en aumento (Torres et al., 2017).

Figura 3.2

Nota: Los minerales no metálicos incluyen arena y grava para la recuperación de tierras y la construcción, y ahora superan a las otras tres categorías. Fuente: Schandl et al., 2016). Flujos mundiales de materiales y productividad de los recursos. Informe de evaluación para el Panel Internacional de Recursos del PNUMA.

■ Biomasa mundial, Toneladas ED [extracción doméstica]
■ Combustibles fósiles mundiales, Toneladas ED
■ Minerales metálicos mundiales, Toneladas ED
■ Minerales no metálicos mundiales, Toneladas ED



Los contaminantes y las especies exóticas degradan muchos humedales

Los generadores de cambio relacionados con la introducción incluyen la adición de nutrientes, productos químicos y residuos sólidos, la deposición atmosférica y las especies no autóctonas.

El exceso de nutrientes de las aguas residuales, los residuos industriales, la agricultura o la acuicultura causan eutrofización, que cambia la diversidad biológica, la calidad del agua, la biomasa y los niveles de oxígeno. Probablemente, el uso mundial de fertilizantes superará los 200 millones de toneladas por año en 2018, alrededor de 25% más que en 2008 (FAO, 2015; Figura 3.3). La deposición atmosférica de nitrógeno afecta los sistemas acuáticos y está aumentando velozmente en las economías de crecimiento rápido (Liu et al., 2011). El enriquecimiento con nutrientes favorece el crecimiento de las algas y otras plantas; cuando las plantas mueren, su descomposición reduce las concentraciones de nitrógeno en el agua. Esto afecta a muchos humedales (Smith et al., 2006); por ejemplo, las floraciones de

cianobacterias en los lagos (Paerl y Otten, 2013). Ha aumentado la hipoxia (privación de oxígeno) en los ecosistemas costeros (Rabalais et al., 2010); actualmente, se conocen más de 500 “zonas muertas” costeras (PNUMA, 2014a). Los sistemas de arrecifes se ven afectados por el aumento en los niveles de sedimentos o nutrientes, a menudo provenientes de la agricultura o la infraestructura urbana/portuaria (Wenger et al., 2015).

Los desechos marinos y urbanos dañan los humedales costeros (Poeta et al., 2014). Se estima que, en 2010, ingresaron en el medio marino entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas métricas de plástico (Jambeck et al., 2015); esto representa entre el 60% y el 80% de los detritos marinos totales. Además de los impactos físicos, son motivo de preocupación los efectos toxicológicos de los productos químicos relacionados con los plásticos (Beaman et al., 2016). Las actividades industriales, domésticas y agrícolas liberan contaminantes, como plaguicidas, lo que conduce a disminuciones de la diversidad, las poblaciones y la productividad (Zhang et al., 2011).

La introducción de especies invasoras puede alterar la estructura trófica, los flujos de energía y la composición de las especies, como se ha visto en el caso de los cangrejos de río invasivos en el delta del Okavango, en Botswana (Nunes et al., 2016). Los números de especies de agua dulce exóticas establecidas han ido en aumento; por ejemplo, con incrementos constantes en Europa, especialmente en los últimos 60 años (Nunes et al., 2015). Los humedales son vulnerables a las invasiones porque la combinación de sedimentos, nutrientes y agua crea condiciones —que a veces se ven favorecidas por la perturbación— en las que prosperan las especies oportunistas (Zedler y Kercher, 2004). Muchos lagos de todo el mundo se ven afectados por infestaciones de jacinto acuático (*Eichornia crassipes*), originariamente autóctono de América del Sur. Muchos son los generadores de cambio que afectan al lago Victoria, en África oriental, donde la introducción de la perca del Nilo (*Lates niloticus*), junto con la eutrofización, la sedimentación y las fluctuaciones en el nivel del agua, dieron lugar a drásticos cambios en la ecología (Kiwango y Wolanski, 2008).

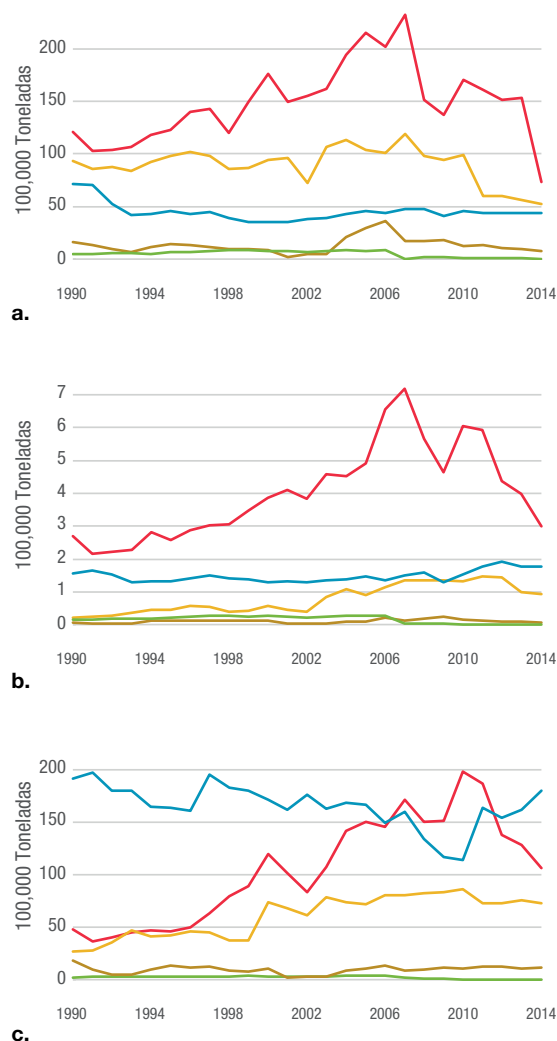
En las aguas marinas someras, las praderas de pastos marinos y los bosques de algas marinas, la introducción de biota o los cambios en las especies locales pueden degradar los ecosistemas (por ejemplo, los blanquiales o “desiertos de los erizos de mar”). El número de especies exóticas en los ecosistemas marinos ha ido en aumento; se han registrado 140 especies no autóctonas en el mar Báltico, en Europa; de estas, 14 fueron introducidas entre 2011 y 2016 (HELCOM, 2017).

Figura 3.3
Tendencias en la utilización de productos agroquímicos, 1990-2014.

- a. Insecticidas
- b. Herbicidas
- c. Fungicidas y bactericidas

Fuente: FAO (2016).
FAOSTAT, Uso de insumos/plaguicidas.
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>

- Region
- África
- Américas
- Asia
- Europa
- Oceanía



Los generadores de cambio directos también incluyen cambios estructurales en el hábitat

El cambio estructural altera las características ecológicas de los humedales y su entorno inmediato, por ejemplo a causa del drenaje, la conversión o la quema de la vegetación de los humedales. A menudo, esto conduce a la pérdida de humedales. La canalización, inundación o relleno es común en los ríos, arroyos y llanuras de inundación. La conversión a otros usos de la tierra, como plantaciones forestales, tierras agrícolas o urbanas, o vertederos y exceso de sedimentación, es un importante generador de cambio destructivo en los humedales arbolados. Muchas marismas se ven amenazadas por el drenaje físico, el relleno o la conversión a tierras agrícolas o urbanas, incluso en algunos humedales emblemáticos como el Parque Nacional y sitio del Patrimonio Mundial Doñana, en España (Zorrilla-Miras et al., 2014). Se están convirtiendo turberas de agua dulce para el uso agrícola, tanto en las regiones templadas como en los trópicos (Urák et al., 2017), y algunos productos básicos, como el aceite de palma, están generando notables presiones (Koh et al., 2011). Esto puede

destruir la turbera en forma directa, o en forma indirecta por medio del drenaje, el relleno o la inundación, o a causa de incendios de excesiva frecuencia e intensidad (Turetsky et al., 2015). Un estudio realizado en Malasia peninsular, Sumatra y Kalimantan demostró que la proporción de superficie de turberas cubierta por bosques inundables de turbera disminuyó del 76% en 1990 al 41% en 2007 y el 29% en 2015 (Miettinen et al., 2016).

Los humedales costeros también son objeto de conversiones a gran escala. El drenaje de las llanuras mareales, las marismas saladas o la apertura excesiva de las barras en los estuarios de barrera puede afectar las características ecológicas, mientras que en muchos casos, la recuperación de tierras destruye o degrada gravemente el ecosistema (Murray et al., 2015). La conversión para la agricultura o la acuicultura es el principal generador de pérdida de manglares (Thomas et al., 2017), especialmente en Asia sudoriental (Richards y Friess, 2016).



© Gabriel Mejía

Generadores de cambio directos en humedales

En el Cuadro 3.1 se presenta un análisis sistemático de las causas directas del cambio antropogénico en los humedales, con una evaluación de su importancia (mundial, regional o más específica de un sitio), divididas de la misma manera que el texto de la Perspectiva mundial sobre los humedales, para todos los tipos principales de humedales, según la clasificación de Ramsar. Se señalan los generadores de cambio que se sabe que ocasionan cambios en las características ecológicas o la destrucción de los humedales. Esta calificación es cualitativa y se basa en conocimientos

especializados, e indica los generadores conocidos en un amplio abanico de contextos y lugares. La importancia de los generadores varía en función de los contextos individuales o para los sitios con características locales especiales.

Cuadro 3.1

Generadores de cambio antropogénicos directos en diferentes tipos de humedales naturales.

Generadores de cambio en diferentes tipos de humedales

- Principales generadores de cambio de distribución/importancia mundial
- Generadores de cambio importantes de distribución/importancia regional a mundial
- Otros generadores de cambio importantes conocidos, de alcance local o desconocido.
- Indica los generadores que se sabe que ocasionan la destrucción de los humedales.

		Régimen físico					Extracción			Introducción				Modificación estructural		
		Cantidad de agua	Frecuencia del agua	Sedimentos	Salinidad	Régimen térmico	Agua	Biota	Suelos y turba	Nutrientes	Productos químicos	Especies invasoras	Residuos sólidos	Drenaje	Conversión	Quema
Continental	Ríos, arroyos y llanuras de inundación	○	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	■	○	
	Lagos	○	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	■	○	
	Humedales arbolados	○	○	■	■	■	○	○	■	■	■	■	■	○	○	○
	Turberas	■	■	■	■	■	○	■	○	■	■	■	■	○	○	○
	Marismas (en suelos minerales)	○	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	○	○	■
	Humedales subterráneos	■	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	■	○	
Costeros	Estuarios, llanuras mareales, marismas saladas, lagunas	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	
	Manglares	○	■	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	○	
	Sistemas de arrecifes (incl. de coral, de bivalvos y de zonas templadas)			○		○	■	■	■	■	■	○	■			
	Dunas de arena, costas rocosas, playas			○			■	■	■	■	■	■	■		○	
	Aguas marinas someras, praderas de pastos marinos, bosques de algas marinas			■	○	■	■	■	■	○	■	○	■			

Los generadores de cambio indirectos influyen en los humedales mediante sus efectos en los generadores directos

Los sectores que consideramos son: *agua y energía, alimentos y fibras, infraestructura y turismo*. Estos están interrelacionados entre sí, y el cambio climático y la gobernanza, a su vez, influyen en ellos. Están estrechamente relacionados con los mercados, las cadenas de valor, las condiciones sociales generales y la conciencia ambiental de los interesados directos.

El sector de **agua y energía** crea represas, embalses, diques e infraestructura para almacenamiento de agua, prevención de inundaciones, energía hidroeléctrica y riego. La agricultura es, con mucho, la mayor consumidora, seguida por la energía hidroeléctrica, la manufactura y el uso doméstico. Cada vez se cuestionan más los biocombustibles y la energía hidroeléctrica como energías respetuosas con el clima, en parte debido a su consumo de agua (Delucchi, 2010).

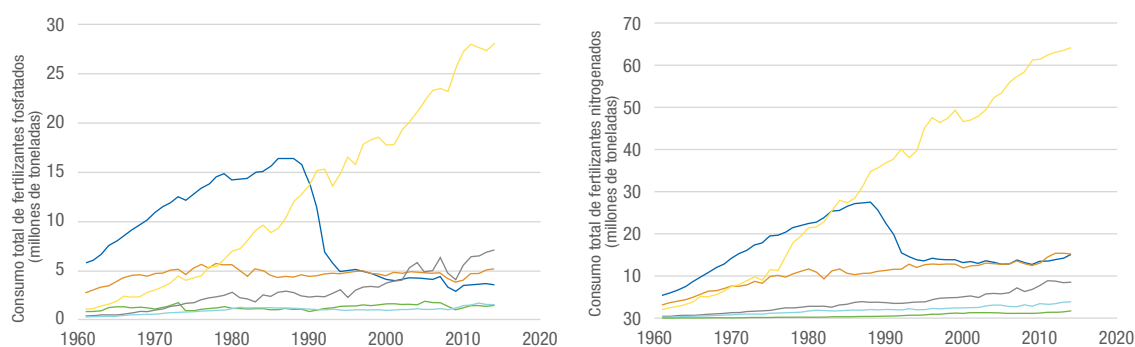
El sector de **alimentos y fibras** influye en los humedales por conducto de las políticas agrícolas, la demanda del mercado y los cambios en el uso de la tierra. En Asia, el aumento de la producción proviene de la intensificación y de un uso más elevado de agroquímicos (Figura 3.4); el crecimiento de América del Sur depende más de la mecanización; mientras que, en África, el

crecimiento se basa principalmente en la expansión territorial, y con frecuencia afecta a los humedales (OCDE/FAO, 2016). La acuicultura cambia el régimen físico e introduce nutrientes, productos químicos y especies invasoras, pero los impactos dependen del sistema que se utilice (por ejemplo, cultivo en estanques o jaulas flotantes) (FAO, 2016b).

La **infraestructura** incluye edificios, tuberías, puentes, carreteras, fábricas, minas, diques y aeropuertos. Las zonas urbanas bloquean el movimiento del agua, los nutrientes y los animales. La minería daña la estructura de los ríos, aumenta la sedimentación y libera contaminantes, que incluyen cianuro y mercurio en la minería de oro. Se estima que, en el Amazonas, se libera un kilogramo de mercurio por cada kilogramo de oro (Ouboter et al., 2012). Las carreteras fragmentan los humedales, afectan los hábitats, la migración y las especies (Trombulak y Frissell, 2000). La contaminación por el tráfico en las carreteras incluye combustible y lubricantes y, en los climas más fríos, sal para los caminos y líquidos descongelantes (Herbert et al., 2015). El tráfico ocasiona ruido, perturbaciones a causa de la iluminación y muerte de animales atropellados. Las carreteras, literalmente, preparan el camino para las especies invasoras, la caza y la pesca.

Figura 3.4

Tendencias en el uso de fertilizantes minerales (nitrógeno y fósforo) de 1961 a 2014. Figura basada en datos combinados sobre insumos agrícolas (Fertilizantes 2002-2014 y Archivos fertilizantes 1961-2001) de FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/es/#data/>).



Generadores de cambio indirectos en los humedales

El sector de **turismo y recreación** crea infraestructura (por ejemplo, hoteles, canchas de golf) y aumenta la presión humana sobre los humedales, a causa del uso de recursos, los residuos y las perturbaciones. La contaminación lumínica del medio marino se encuentra en aumento, y casi una cuarta parte (el 22,2%) de las costas del mundo están expuestas a iluminación nocturna artificial (Davies et al., 2014). El turismo también aumenta el número de especies no autóctonas (Anderson et al., 2015).

El **cambio climático** influye en el volumen y el caudal de agua, la temperatura, las especies invasoras, el equilibrio de nutrientes y los regímenes de incendios (Finlayson, 2017). También influye en la toma de decisiones; por ejemplo, cuando se lo utiliza como una justificación para la construcción de represas para energía hidroeléctrica.

La **gobernanza** es un componente esencial del manejo exitoso de los humedales (Figura 3.7). Debería ser flexible, transparente e inclusiva y fomentar la rendición de cuenta, y abordar además las relaciones de poder y la equidad (Mauerhofer et al., 2015). Requiere aprendizaje, incorporación de nuevos conocimientos, colaboración formal e informal, evaluación y adaptación (Mostert et al., 2007). La buena gobernanza actúa como un excelente factor de predicción de la conservación exitosa de los humedales (Amano et al., 2018), mientras que la gobernanza deficiente conduce a decisiones a corto plazo, deja de lado los intereses de los grupos minoritarios o socava la conservación (por ejemplo, Adaman et al., 2009).

En el Cuadro 3.2 se muestran, sobre la base de opiniones de expertos, las relaciones entre los generadores de cambio indirectos y directos en los humedales que se presentaron en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.2

Generadores de cambio indirectos y su influencia en los generadores de cambio directos en los humedales naturales

Generadores de cambio en diferentes tipos de humedales

- influencia principal de distribución/importancia mundial
- influencia importante de distribución/importancia regional a mundial
- otra influencia importante conocida

		Infraestructura para agua y energía	Alimentos y fibras				Infraestructura			Turismo y recreación	Impactos del cambio climático localizados
			Agricultura	Actividad forestal	Acuicultura	Pesca	Industria y minería	Transporte (carreteras, aéreo, fluvial)	Construcción		
Régimen físico	Salinidad										
	Cantidad de agua										
	Frecuencia del agua										
	Sedimentos										
	Régimen térmico										
Extracción	Agua										
	Suelos y turba										
	Biota										
Introducción	Nutrientes										
	Productos químicos										
	Especies invasoras										
	Residuos sólidos										
Cambio estructural	Drenaje										
	Conversión										
	Quema										

Las megatendencias mundiales afectan los generadores de cambio tanto directos como indirectos

Las megatendencias mundiales son generadores de cambio indirectos que influyen en todos los sectores normativos y esferas de la actividad humana a escala mundial (AEMA, 2015; Hajkowicz et al., 2012; Naisbitt, 1982). Si bien parecen estar muy apartadas de los generadores de cambio directos, influyen en los humedales a través de la toma de decisiones y los comportamientos humanos que inducen.

Los **factores demográficos y el crecimiento de la población** impulsan muchas decisiones acerca de la producción de alimentos y el desarrollo de infraestructura. Se prevé que la población mundial ascenderá a 10.000 millones de personas para la mitad del siglo XXI (ONU, 2015b), y que el mayor crecimiento se registrará en los países en desarrollo. En el mundo desarrollado, la población crecerá más lentamente, o incluso disminuirá. A corto plazo, la falta de desarrollo económico, combinada con la degradación ambiental, el cambio climático y, a veces, los conflictos, pueden conducir a la migración hacia los países desarrollados (OCDE, 2015b).

La **globalización** influye en la mayoría de las restantes tendencias y varios generadores indirectos de cambio en los humedales. En función de los aspectos económicos, la globalización se refiere a la integración de las economías nacionales en el comercio y los flujos financieros internacionales (FMI, 2002). Sin embargo, también presenta

aspectos culturales y políticos. El transporte y las telecomunicaciones modernos han aumentado los flujos de personas, bienes y conocimientos en todo el globo. Las personas viajan por negocios o para hacer turismo, o bien migran por motivos económicos. Los alimentos y los bienes se producen en zonas con bajos costos de producción y se envían a consumidores muy distantes. La globalización puede ofrecer beneficios (desarrollo económico, reducción de la pobreza) pero también corre el riesgo de aumentar las presiones ambientales sobre los humedales. Ha ido en aumento la oposición a los acuerdos comerciales mundiales, y pueden verse cada vez más políticas proteccionistas, al tiempo que también aumenta la conciencia acerca de la desigualdad en cuanto a la riqueza (Islam, 2015).

Los **cambios en las modalidades de consumo** son el resultado del crecimiento de la población, la globalización y el desarrollo económico y, en última instancia, afectan a los humedales. La creciente clase media de los países en desarrollo está cambiando las modalidades de consumo de alimentos y energía (Hubacek et al., 2007; OCDE/FAO, 2016), con lo que también aumenta la demanda de infraestructura, productos industriales y agua y, asimismo, la generación de residuos y las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, el consumo de carne tiene efectos drásticos en la demanda de recursos, tales como cambios del uso de la tierra para producir pasturas y soja para piensos, como así también impulsa el



© Babak Mehrfashar



© Mats Rosenberg

consumo de agua. La producción de carne de vacuno, aves de corral y porcinos demanda más recursos que los alimentos a base de plantas (CNULD, 2017).

La **urbanización** crea presiones sobre los humedales, especialmente en las zonas costeras y los deltas fluviales. Se prevé que, para el año 2050, las dos terceras partes de la población mundial vivirá en zonas urbanas (ONU, 2015a). En el mundo en desarrollo, es probable que se duplique la población urbana, debido a las oportunidades económicas que presentan las ciudades, la mecanización agrícola que reduce el empleo rural y la degradación ambiental que socava los medios de vida rurales (AEMA, 2015). Si bien la urbanización ofrece posibilidades para el uso eficiente de los recursos, el crecimiento urbano rápido a menudo ocasiona un desarrollo deficientemente regulado de las zonas periurbanas, dando lugar a impactos sociales y ambientales perjudiciales (McInnes, 2013). La urbanización altera los humedales por medio de cambios en la conectividad hidrológica, alteraciones de los hábitats y las capas freáticas y saturación del suelo y contaminación, y puede afectar también la riqueza y abundancia de especies (Faulkner, 2004).

Cambio climático. Según las proyecciones del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, el cambio climático reducirá los recursos renovables de aguas superficiales y aguas subterráneas de forma sustancial en la mayoría de las regiones secas subtropicales, con lo que se intensificará la competencia por el agua entre los sectores; aumentará el riesgo de extinción de las especies de agua dulce, especialmente debido al efecto sinérgico de las interacciones con otros factores; supondrá un “alto

riesgo de cambio abrupto e irreversible a escala regional en la composición, estructura y función ... de los ecosistemas acuáticos continentales”; y ocasionará daños en los ecosistemas costeros debido al aumento del nivel del mar (IPCC, 2014; Moomaw et al., 2018). Las respuestas pueden ser tanto negativas como positivas para los humedales. El aumento de la energía hidroeléctrica y los biocombustibles puede ocasionar pérdida de humedales, mientras que la función de los humedales en el secuestro de carbono puede promover la conservación y la restauración (Moomaw et al., 2018).

La conciencia ambiental y la importancia de los humedales. Si bien la importancia de la gestión de los ecosistemas ha estado integrada desde larga data en muchas culturas tradicionales, las políticas y la legislación ambientales oficiales comenzaron a elaborarse en el siglo XIX en respuesta a los problemas ambientales que traía aparejados la industrialización (por ejemplo, contaminación del aire por la quema de carbón en el Reino Unido; Brimblecombe, 2011). Cuando se observó que, en la era industrializada, el bienestar humano sigue dependiendo de los ecosistemas, comenzaron a surgir conceptos como el “enfoque por ecosistemas” (Smith y Maltby, 2003) y “uso racional” (Finlayson et al., 2011; Convención de Ramsar, 2005). En los últimos 30 años, ha surgido una aceptación general de los servicios ecosistémicos de los humedales y sus múltiples valores. No obstante, la plena integración de los valores de los humedales en la política y la toma de decisiones en el ámbito económico sigue presentando dificultades (Finlayson et al., 2018), lo que destaca que se deben redoblar los esfuerzos para instruir a los responsables de la toma de decisiones y la sociedad civil (Gevers et al., 2016).

Evaluación de los generadores de degradación y pérdida de humedales

Si bien la evaluación cualitativa de los generadores de degradación y pérdida de humedales que se presenta en los Cuadros 3.1 y 3.2 es valiosa, se requieren más datos cuantitativos sobre los generadores de cambio de los humedales para la elaboración de políticas y la toma de decisiones. También se pueden utilizar datos de teleobservación y modelización para la evaluación y medición integradas de una tipología de generadores de cambio (por ejemplo, Tessler et al., 2016), que se puede aplicar a los humedales, como se describe en MacKay et al. (2009).

Tal vez, las mejores estimaciones cuantitativas de los generadores de cambio son aquellas que forman parte de actividades de modelización, especialmente los modelos en la escala de las cuencas hidrográficas y de la hidrología mundial (van Beek et al., 2011; Wisser et al., 2010), los modelos para estimar la exportación de nutrientes de los ríos (Mayorga et al., 2010) y los modelos mundiales que estudian la biodiversidad acuática (Janse et al., 2015). Estos modelos calculan los diversos generadores directos de cambio en los humedales, tales como descarga fluvial y volúmenes de nutrientes y sedimentos. A menudo, están integrados en marcos de modelización más amplios que simulan generadores de cambio indirectos, como escenarios de cambio climático, población y políticas; estos se pueden utilizar para optimizar el uso sostenible en los humedales (Sabo et al., 2017). Una mejora en el seguimiento y el procesamiento de los datos sobre los generadores de cambio en los humedales resultaría útil para las predicciones de los modelos y los efectos de la modelización, con miras a la determinación de compensaciones y la toma de decisiones.



© Joseph Kakkassery