



TERCER INFORME SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CATALUÑA

Síntesis de los capítulos



**Generalitat
de Catalunya**



**Institut
d'Estudis
Catalans**

TERCER INFORME SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CATALUÑA

Síntesis de los capítulos

Barcelona, 2016



**Generalitat
de Catalunya**



**Institut
d'Estudis
Catalans**

Existe una edición completa del *Tercer informe sobre el canvi climàtic a Catalunya* (Tercer informe sobre el cambio climático en Cataluña) (Barcelona, 2016, ISBN 978-84-9965-317-4 [IEC] – ISBN 978-84-393-9448-8 [Generalitat de Catalunya]) publicada por el Institut d’Estudis Catalans y la Generalitat de Catalunya, con la colaboración de la Fundación Bancaria “la Caixa”.

© 2016, los autores

De esta edición:

© 2016, Institut d’Estudis Catalans
y Generalitat de Catalunya

Primera edición:
Barcelona, octubre de 2016

DL: B 25858-2016

Traducción y corrección lingüística: Gabinete
Técnico del Departamento de Asuntos y Relaciones
Institucionales y Transparencia

Corrección tipográfica: Servicio de Corrección
Lingüística del Institut d’Estudis Catalans

Diseño gráfico y producción editorial:
Entidad Autónoma del Diario Oficial
y de Publicaciones



Esta obra es de uso libre, pero está sometida a las condiciones de la licencia pública de Creative Commons «Reconocimiento-No Comercial»: se puede redistribuir, copiar y reutilizar, siempre que se reconozca la autoría y no haya ánimo de lucro. Se puede encontrar una copia completa de los términos de esta licencia en la dirección: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Sumario

1 El balance global de carbono y los escenarios de estabilización del cambio climático	6
2 Balance de carbono: emisiones de gases con efecto invernadero en Cataluña.....	6
3 Balance de carbono: los sumideros en Cataluña	7
4 Evolución reciente de la temperatura, la precipitación y otras variables climáticas en Cataluña.....	8
5 Proyecciones climáticas y escenarios de futuro	9
6 Riesgos de origen climático.....	10
7 Recursos hidrológicos.....	11
8 Sistemas costeros y dinámica litoral	11
9 Ecosistemas terrestres	12
10 Ecosistemas acuáticos continentales	13
11 Ecosistemas marinos y costeros.....	14
12 Suelos	15
13 Sistemas agroalimentarios: agricultura, ganadería y pesca.....	16
14 Energía.....	17
15 Industria.....	18
16 Turismo	18
17 Residuos y recursos.....	19
18 Salud	20
19 Transporte, movilidad y logística.....	21
20 Territorio y espacio urbano.....	21
21 La interacción entre los sistemas naturales y los humanos en las áreas más vulnerables al cambio climático: sistemas montañosos.....	22
22 Políticas e instrumentos para la mitigación y la adaptación al cambio climático.....	23
23 Percepción, comunicación del conocimiento e implicación cívica en el cambio climático en Cataluña.....	24
24 La investigación sobre el cambio climático	25
Epílogo jurídico: De Kyoto a París (COP21). Escenarios y retos futuros en las políticas internacionales de cambio climático.....	25

1 El balance global de carbono y los escenarios de estabilización del cambio climático

Autor

Josep Canadell Gili

Síntesis

Las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) más importantes han supuesto un incremento atmosférico del 40 % de dióxido de carbono (CO_2), del 150 % de metano (CH_4) y del 20 % de óxido nitroso (N_2O) desde principio de la revolución industrial. Las emisiones de estos gases han continuado creciendo desde la publicación del *Segundo informe del cambio climático en Cataluña*, a pesar de que las emisiones de CO_2 han entrado en un periodo de crecimiento más lento del que se observa durante la primera década del 2000.

Otra novedad importante desde el último informe ha sido la demostración de que existe una relación casi proporcional entre las emisiones humanas acumulativas de CO_2 y el aumento de la temperatura global. Se trata de un descubrimiento importante, que permitió entender la magnitud de mitigación necesaria para alcanzar un objetivo de estabilización climática sin necesidad de averiguar los efectos combinados de los más de treinta componentes que constituyen el forzamiento radiactivo antropogénico. Basada en este marco de interpretación, la cuota de emisiones que faltan para limitar el calentamiento global por debajo de los 2°C , con una probabilidad $> 66\%$, es de 590 a 1.240 Gt CO_2 . Si las emisiones actuales, de cerca de 40 Gt CO_2 por año, continúan, este balance quedará agotado entre quince y treinta años.

Todas las evaluaciones socioeconómicas y técnicas muestran que no es posible descarbonizar la

economía global con estos balances de carbono tan bajos. Este dato apunta a que las trayectorias de estabilización climática a niveles de calentamiento bajos necesitarán exceder la cuota de carbono permitida con el requerimiento de remover activamente CO_2 de la atmósfera más tarde. Esto supone riesgos adicionales, ya que muchas de las tecnologías para remover CO_2 de la atmósfera no están disponibles o no han sido aprobadas.

Sin embargo, hay signos positivos: la ralentización del crecimiento anual de las emisiones de combustibles fósiles en los años recientes, la gran aceleración en la introducción de las energías renovables y, sobretudo, la creación de un marco político muy adecuado mediante el Acuerdo de París, con el objetivo final de alcanzar emisiones cero limpias durante la segunda mitad de este siglo. Esta convergencia de hechos abre una oportunidad única, si bien corta, para decidir si nos queremos embarcar en una transformación sin precedentes de los sistemas energético y socioeconómico para limitar el calentamiento global por debajo de los 2°C .

2 Balance de carbono: emisiones de gases con efecto invernadero en Cataluña

Autor

José M. Baldasano Recio

Síntesis

Desde la revolución industrial, las emisiones de GEI han aumentado exponencialmente. Entre 1750 y 2011, las emisiones de CO_2 procedentes de los combustibles fósiles y la producción de cemento se estiman en 1.370 Gt CO_2 , y las procedentes de la deforestación, en 660 Gt CO_2 . La emisión media

per cápita es de $4,56 \text{ t CO}_2 \text{ año}^{-1}$. El sector energético representa el 67 %. La fuerte vinculación entre el crecimiento económico y las emisiones de CO_2 ha existido desde el principio de la industrialización. En la UE, los GEI se redujeron un 24,4 % entre 1990 y 2014; únicamente los producidos por los medios de transporte crecieron de forma gradual. Las emisiones de GEI en la UE-15 para el periodo de Kioto fueron de $3.760 \text{ Mt CO}_2 \text{ equiv.}$, y el régimen de comercio de derechos de emisión (EU ETS) abarca un 45 % de las mismas. La UE se encamina hacia la superación de su objetivo para el año 2020 (20 %) de reducir las emisiones de GEI un 24 %. En España, las emisiones para el periodo de Kioto fueron de $358,4 \text{ Mt CO}_2 \text{ equiv.}$, debido a la recesión económica y al cambio en la distribución de combustibles usados para la generación de electricidad y el uso de carbón. El CO_2 presenta la mayor contribución, con valores entre 80-85 %. Por sector de actividad, destaca claramente el grupo de la energía (77 %).

Las emisiones de Cataluña representan el 13,3 % del total de las emisiones españolas para el año 2013, siendo la población de Cataluña el 16 % y el PIB, el 19 %. Se ha pasado de $39,2 \text{ Mt CO}_2 \text{ equiv.}$ en el año 1990 a $42,8 \text{ Mt CO}_2 \text{ equiv.}$ en el año 2013, lo cual representa un aumento del 9,2 %, debido a la recesión económica y a la contracción de la actividad socioeconómica y energética, por razones circunstanciales y no por cambios estructurales. En el año 2013, Cataluña tuvo unas emisiones por habitante de $5,7 \text{ t CO}_2 \text{ equiv.}$, y el CO_2 ocupó una posición dominante con un 77 %. El sector «procesamiento de energía» es el que genera una mayor cantidad de emisiones (70 % en 2013), y la actividad de combustión con mayores emisiones es el «transporte», con un aumento del 9,7 % en el periodo 1990-2013 (representaba un 27,3 % en 2013). En el año 2012, el 30,8 % correspondía a las emisiones de las instalaciones reguladas por el comercio de los derechos de emisión, y el 69,2 % restante derivaba de los sectores difusos. La comparación de los datos de emisión de GEI con el PIB indica cómo este índice disminuye en el periodo 1990-2013; para Cataluña, se estima en $685 \text{ t CO}_2 \text{ equiv./M€}$ para el año 1990, y en 217 para el año 2013; es decir, una reducción de

un 7 %. Para la UE-28, esta ratio se situaba en un valor de 360 en 2012.

Para la UE-15, el Protocolo de Kioto implicaba reducir un 8 % las emisiones de GEI durante el periodo 2008-2012, pero la reducción fue en promedio de 11,8 % por debajo del año base. Para España, el compromiso era no superar un aumento del 15 %, pero lo ha sobrepasado en 8,7 puntos. En el caso de Cataluña, las emisiones totales están un 1,3 % por encima del 15 %, y la media de las emisiones difusas para el periodo 2008-2012 fueron de $30,6 \text{ Mt CO}_2 \text{ equiv.}$, lo que significa, desde esta perspectiva, que cumple con el compromiso del Protocolo de Kioto.

La evolución de las emisiones de GEI en Cataluña se debe, principalmente, a la dinámica de su ciclo económico y no a una política de reducción de las mismas. Aunque ha habido esfuerzos de reducción, estos deberían aumentar de una manera decidida –como mínimo, las acciones indicadas por la UE para el año 2030.

3 Balance de carbono: los sumideros en Cataluña

Autores

Jordi Vayreda
Javier Retana
Robert Savé
Inmaculada Funes

Maria Teresa Sebastià
Eva Calvo
Jordi Catalan
Meritxell Batalla

Síntesis

En este capítulo se determinan los stocks y sumideros de carbono (C) de los diferentes sistemas terrestres y marinos. El bosque es el sistema terrestre que mantiene en stock más cantidad de carbono por hectárea, $149,5 \text{ Mg C ha}^{-1}$ (en una proporción vegetación/suelo [v:s] de 60:100). Los prados están en segunda posición, con

121,4 Mg C ha⁻¹ (v:s de 11:100), y a continuación se sitúan los cultivos leñosos y los matorrales, con 104,0 Mg C ha⁻¹ (v:s de 12:100) y 112,1 Mg C ha⁻¹ (v:s de 15:100), respectivamente. En última posición, quedan los cultivos herbáceos, con 100,8 Mg C ha⁻¹ (v:s de 1:100). El mar catalán ha ido aumentando el stock de carbono desde 1750 hasta el año 2001, con un cómputo acumulado de 12 Mg C ha⁻¹. Muy destacables son las praderas de fanerógamas que acumulan 330 Mg C ha⁻¹ (en una proporción planta/sedimento de 4:100). Las aguas continentales mantienen 47,9 Mg C ha⁻¹, pero una parte muy elevada es carbono inorgánico disuelto del sistema carbónico-carbonatos, que se calcula que puede ser treinta veces superior al carbono orgánico.

En términos absolutos, es decir, extrapolándolo a la superficie que ocupa cada sistema, el que más stock de carbono mantiene es el bosque, con 173 Tg, seguido a bastante distancia por los cultivos, con 98 Tg, y el mar catalán, con 92 Tg. En las últimas posiciones están los matorrales, con 60 Tg, los prados y los pastos, con 21 Tg, y, finalmente, las aguas continentales, con solo 0,33 Tg. En el caso de los cultivos, los prados y los pastos, el principal contribuyente es el suelo. En el caso del mar catalán, el carbono está sobre todo en el agua.

En cuanto al secuestro medio de carbono, los sedimentos de las aguas continentales son con creces los que mayor cantidad de carbono secuestran por unidad de superficie, 7 Mg C ha⁻¹ año⁻¹, un valor siete veces superior al de los bosques, de 1 Mg C ha⁻¹ año⁻¹, que, a su vez, duplica la capacidad de los cultivos leñosos (0,4 Mg C ha⁻¹ año⁻¹).

Cuando se expresa en valor absoluto, el bosque es con mucho el principal sumidero de carbono, con un valor de 1,3 Tg C año⁻¹. En cambio, los sedimentos de las aguas continentales pasan a último término, con 0,12 Tg C año⁻¹, pero con valores muy parecidos al de los cultivos de leñosas, con 0,14 Tg C año⁻¹. Para el resto de compartimentos y sistemas, se asume que, o bien su capacidad de sumidero es ligeramente positiva pero cercana a

cero, como en el caso de los matorrales y los prados, o bien es totalmente neutra, como en el caso de los cultivos de herbáceas. Desgraciadamente, para los suelos y los sistemas marinos todavía no existen estudios con suficiente entidad que permitan estimar de manera fiable cuál es su capacidad de sumidero.

4 Evolución reciente de la temperatura, la precipitación y otras variables climáticas en Cataluña

Autores

Javier Martín-Vide
Marc Prohom Duran
Montserrat Busto

Colaboradores

Josep Pascual Massaguer
Jordi Camins

Síntesis

En este capítulo se analiza la evolución de la temperatura media, de la temperatura máxima media, de la temperatura mínima media y de la precipitación a partir de series térmicas previamente homogeneizadas de veinticuatro puntos de observación, y de series pluviométricas, también homogeneizadas, de sesenta y ocho observatorios, correspondientes al periodo 1950-2014 y a resoluciones anual y estacional. Se ha añadido la información y el análisis de otras variables climáticas afines (la evaporación, la insolación, el número de días de nieve y de tormenta, los extremos climáticos, la temperatura de las aguas marinas, el estado de las masas de hielo, etc.). Además, los observatorios del Ebro y Fabra y la serie plurisecular de Barcelona han aportado una mayor cobertura temporal que permite un análisis con perspectiva secular. El resultado más claro es el incremento de la temperatura media anual del aire, +0,23 °C/década, para el conjunto de Cataluña en el pe-

riodo 1950-2014, siendo el ritmo de aumento de la temperatura media de las máximas anuales de $+0,28\text{ }^{\circ}\text{C/década}$, superior al correspondiente a la mínima, de $+0,17\text{ }^{\circ}\text{C/década}$. Estacionalmente, es en verano cuando el incremento de la temperatura media tiene una tendencia positiva más marcada, de $+0,33\text{ }^{\circ}\text{C/década}$. En contraste, la precipitación media anual no muestra una variación estadísticamente significativa en el conjunto del país. Por otra parte, en coherencia con el aumento de la temperatura, se ha producido un incremento estadísticamente significativo de los días que térmicamente pueden considerarse como de verano, las noches y los días cálidos, así como de la temperatura del agua del mar en la Costa Brava, mientras que disminuyen con significación estadística los días y noches fríos, y los días de nieve. Las recomendaciones más importantes son el mantenimiento de una red de observación meteorológica con una adecuada densidad espacial para disponer de series climáticas homogéneas y de calidad, y la mejora en la difusión y la comunicación de la información sobre la evolución del clima a la población en general y a los sectores económicos más sensibles.

5 Proyecciones climáticas y escenarios de futuro

Autores

Josep Calbó Angrill
María Gonçalves Ageitos
Antoni Barrera Escoda
Javier García-Serrano

Francisco Doblas-Reyes
Virginie Guemas
Jordi Cunillera
Vicent Altava Ortiz

Síntesis

Este capítulo del TISCC presenta las proyecciones climáticas para Cataluña, es decir, propone diversas estimaciones de cambios en temperatura y precipitación, en un horizonte temporal que abarca hasta la mitad del siglo XXI. Con esta finalidad, se han analizado, para la zona geográfica de

Cataluña, los resultados de modelos climáticos globales incluidos en el reciente *Informe de evaluación* del IPCC, y, muy especialmente, se han considerado los resultados de diversos proyectos de regionalización que se han llevado a cabo, recientemente, a escala internacional, estatal y catalana. También se han tenido en cuenta, para el futuro más inmediato, las salidas de predicciones decenales efectuadas con diversos modelos globales.

Las proyecciones analizadas dan como resultado una señal muy robusta de aumento de la temperatura en Cataluña para las próximas décadas. Este aumento se manifiesta en todos los horizontes temporales, en todas las estaciones del año, y en todas las áreas geográficas/climáticas de Cataluña. Considerando como representativa la mediana de los diferentes valores proporcionados por los diferentes proyectos de regionalización, el aumento de temperatura podría ser de $+0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ en la presente década, y llegaría a $+1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a mediados del siglo XXI, siempre respecto a la media del período 1971-2000. Los incrementos podrían ser más elevados durante el verano y en el Pirineo. La tendencia de precipitación parece apuntar hacia una disminución, pero con un patrón más incierto. Tanto es así, que el cambio sería muy poco significativo para la década presente. Hacia mediados de siglo, en cambio, el descenso de la precipitación sería más marcado, con medias de la distribución de los valores particulares dados por cada proyección regional próximas al -10% en primavera, verano y otoño. En relación con esta variable, la regionalización de las simulaciones climáticas es crucial en áreas como Cataluña, ya que su orografía compleja y la interacción mar-tierra quedan mal representadas en los modelos globales. En el presente trabajo se han utilizado mayoritariamente escenarios de emisiones «moderados» (el A1B y el RCP4.5) y, por tanto, los valores de cambio futuro podrían ser ligeramente superiores a los que aquí se sintetizan en caso de que el escenario que se siguiese fuese uno más «alto» (el RCP6 o el RCP8.5). Aun así, el efecto adicional de un escenario más intensivo de emisiones no imperaría de forma clara hasta la segunda mitad del siglo.

6 Riesgos de origen climático

Autores

Maria del Carme Llasat
Botija
Jordi Corominas

Carles García Sellés
Pere Quintana Seguí
Marco Turco

Síntesis

Este capítulo se centra en los avances producidos desde el *Segundo informe sobre el cambio climático en Cataluña* (SICCC) sobre el conocimiento de la evolución de los principales riesgos naturales de origen meteorológico. Los estudios coinciden en señalar un aumento de las temperaturas extremas, las olas de calor, las noches tropicales, las noches y los días cálidos y la duración de las rachas cálidas. Este aumento es y seguirá siendo más elevado en verano y en las zonas de montaña. Respecto a los extremos pluviométricos, solo se detecta una tendencia significativa en el aumento de la precipitación por día de lluvia, en la precipitación de carácter convectivo y en la duración de las rachas secas, siendo muy probable que estas tendencias se agraven en el futuro. Estos cambios son especialmente notables en verano. Es posible que el ligero aumento de las inundaciones detectado principalmente en verano esté producido por el aumento de la exposición y de la vulnerabilidad, pero no se puede descartar completamente un posible aumento de las lluvias intensas de corta duración. De cara al futuro, los escenarios no son concluyentes, pero el posible aumento de las precipitaciones torrenciales aumentaría el riesgo de inundación. Hay indicios de que la sequía podría estar aumentando en frecuencia y haciéndose más severa. El aumento de la temperatura estimula la evapotranspiración; el manto de nieve disminuye y el deshielo avanza. Esto, conjuntamente con la reforestación de las cabeceras de muchas cuencas, está causando una disminución de los caudales. Estas tendencias continuarán en el futuro. Así pues, las sequías meteorológicas, hidrológicas y agrícolas serán más frecuentes y severas a lo largo

del siglo XXI, afectando los recursos hídricos, la calidad del agua, los ecosistemas y los incendios. En los últimos cuarenta años (1970-2010), la actividad de los incendios en Cataluña muestra una tendencia decreciente. La modelización indica que si no hubiesen existido las mejoras en la gestión y la prevención de incendios forestales, la tendencia habría sido creciente. Los escenarios de futuro indican que el aumento de las temperaturas llevará a un aumento en el número de incendios si no se introducen nuevas mejoras en su gestión.

Por lo que respecta a los riesgos geológicos de origen meteorológico, el interés de los expertos y los buscadores electrónicos han facilitado el inventario de deslizamientos y desprendimientos rocosos, superando la dificultad de trabajar con fenómenos dispersos a lo ancho del territorio. La mayor calidad y resolución de las observaciones ha llevado a la detección de un número elevado de casos de carácter local, en ocasiones con frecuencia anual, y a rebajar sensiblemente los umbrales de lluvia desencadenantes. No se han detectado cambios evidentes en el comportamiento de grandes deslizamientos, más sensibles a la lluvia estacional. Se ha observado una tendencia temporal positiva a escala anual en la actividad de grandes aludes, estadísticamente significativa, desde el decenio de los años setenta hasta la actualidad. Respecto a la tipología, se ha registrado un aumento de los episodios de aludes de nieve húmeda y de su magnitud, aunque no hay suficientes datos para hablar de tendencias. En este sentido, destacan los ciclos de grandes aludes húmedos por lluvia de los recientes inviernos, 2013-2014 y 2014-2015. En los últimos cuarenta años, en el conjunto de los Pirineos se ha observado una correlación negativa, estadísticamente significativa, entre la ocurrencia de ciclos de grandes aludes y el índice de oscilación del Atlántico Norte (NAO), pero esta relación es inexistente en el ámbito oceánico. Respecto a la evolución de la siniestralidad por aludes desde el último informe (SICCC, 2010), ha subido la media anual de accidentes y de heridos, pero paradójicamente, el número de fallecidos ha disminuido, probablemente por un aumento en el uso de las medidas de autoprotección y la concienciación social.

7 Recursos hidrológicos

Autores

Josep Mas-Pla
Ramon J. Batalla
Àngels Cabello
Francesc Gallart
Pilar Llorens
Diana Pascual

Eduard Pla
Laurent Pouget
Anabel Sànchez
Montserrat Termes
Laura Vergonyós

Síntesis

Los efectos del cambio climático sobre la disponibilidad de recursos hídricos en Cataluña es uno de los impactos clave en el desarrollo del país para las próximas décadas. La importancia del agua para las necesidades humanas y el mantenimiento de los ecosistemas convierte los recursos hídricos en uno de los componentes más relevantes de la sostenibilidad territorial. Diferentes estudios y proyectos realizados en Cataluña en los últimos años estiman que los cambios en los procesos hidrológicos son consecuencia tanto de las variaciones climáticas como de los aspectos antrópicos y, entre ellos, de los cambios de usos del suelo. Todos ellos, siguiendo diferentes metodologías y perspectivas (hidrológicas, ecológicas y socioeconómicas), coinciden en pronosticar un escenario de escasez hídrica que requiere medidas de adaptación.

Este capítulo presenta también unas cartografías del efecto de las proyecciones climáticas sobre los recursos hídricos, conceptualmente denominados *agua azul*, realizadas para el conjunto de subcuencas de Cataluña. Estas estimaciones, relacionadas con las variaciones de temperatura y de precipitaciones estimadas para los horizontes de 2021 y 2051 y con la distribución actual de usos del suelo en cada subcuenca, indican reducciones importantes de la disponibilidad de los recursos hídricos, con una marcada zonación. A grandes rasgos, indican una reducción media cercana al 10 % en las cuencas pirenaicas y un máximo del 22 % en las cuencas litorales para 2051. Esta re-

ducción se manifestará a corto plazo, dentro de los horizontes considerados.

En este proceso de adaptación, cabe destacar el papel de las cabeceras pirenaicas como áreas fundamentales de abastecimiento. Para afrontar la escasez de los recursos hídricos será necesario promover una gestión integrada del territorio que considere un replanteo de las infraestructuras, de sus conexiones, del uso de recursos alternativos y de la distribución territorial del recurso para las diferentes necesidades.

8 Sistemas costeros y dinámica litoral

Autores

Agustín Sánchez-Arcilla
Vicente Gracia
Joan Pau Sierra

Manel García-León
César Mössó

Síntesis

Este capítulo versa sobre la proyección de los impactos de climas futuros para tramos vulnerables de la costa catalana. En el inicio se revisa la geodiversidad de la costa en términos meteorológicos y geológicos. El conjunto de impactos resultantes (bajo climas presentes y futuros) presenta unos niveles de incertidumbre que deben tenerse en cuenta para poder tomar decisiones sostenibles. El análisis se basa en las proyecciones del nivel medio del mar y en las características del oleaje para las familias de escenarios RCP (trayectorias de concentraciones representativas). La proyección de los impactos de erosión e inundación para playas y de agitación y rebase para puertos permite determinar cuál es el dominio costero sometido a estos impactos, y también cuáles serán los niveles de riesgo que se pueden esperar en playas y puertos. Las conclusiones del capítulo se han estructurado como un conjunto de actuaciones secuenciales para favorecer la sostenibilidad de la costa. Este «camino de adaptación» permitirá llegar a unos niveles de riesgo actuales y futuros

explícitos, que deben ser tomados en cuenta para las actividades económicas de la zona litoral.

9 Ecosistemas terrestres

Autores

Josep Peñuelas	Laura Rico
Jordi Sardans	Adrià Barbeta
Iolanda Filella	Anders Achotegui-Castells
Marc Estiarte	Albert Gargallo-Garriga
Joan Llusà	Dominik Sperlich
Romà Ogaya	Gerard Farré-Armengol
Jofre Carnicer	Marcos Fernández-Martínez
Mireia Bartrons	Megan Popkin
Albert Rivas-Ubach	Jennifer Albrand
Oriol Grau	Chris Wheat
Guille Peguero	Daniel Nadal
Olga Margalef	Santi Sabaté
Sergi Pla	Carles Gracia
Constantí Stefanescu	Maria Vives
Dolores Asensio	Melodia Tamayo
Catherine Preece	Jaume Terradas
Lei Liu	
Aleixandre Verger	

Síntesis

El cambio climático produce, y muy probablemente seguirá produciendo, un aumento de la temperatura y de la sequía en nuestro país (IPCC, 2013). Si la combinación del cambio climático, las perturbaciones asociadas (por ejemplo, inundaciones, sequías, incendios forestales, etc.) y las modificaciones en los otros componentes que forman parte del cambio global (sobre todo los cambios de uso del suelo, la contaminación y la sobreexplotación de los recursos) continúan como hasta ahora, es probable que superen la resiliencia de muchos ecosistemas (IPCC, 2014) y alteren su estructura y funcionamiento (Peñuelas *et al.*, 2013), comprometiendo los servicios que actualmente proporcionan (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Al impacto del cambio climático, objeto de este informe, le influyen las interacciones con estas otras presiones y las medidas de gestión que se adopten.

En Cataluña, como en el resto del planeta, se han descrito numerosas evidencias observacionales y experimentales del impacto del cambio climático sobre los procesos biológicos y fisicoquímicos de los ecosistemas. El aumento de las temperaturas, las nuevas pautas de precipitaciones y otros cambios climáticos ya están afectando a nuestros ecosistemas y también a nuestras sociedades. Por ejemplo, es bien sabido que el inicio de la primavera se ha avanzado y la llegada del invierno se ha atrasado, prolongándose el período vegetativo unos tres o cuatro días de media por década en los últimos cincuenta años.

Se ha comprobado, tanto en estudios observacionales llevados a cabo en las últimas décadas como en estudios experimentales de calentamiento y de sequía, que algunas especies son más vulnerables a estos cambios, con lo cual se altera su habilidad competitiva, lo que en último término cambia la composición de las comunidades y produce desplazamientos en la distribución de las especies, como en el caso de la migración de especies mediterráneas a cotas más elevadas en las montañas del país o la disminución de la riqueza de especies de nuestros matorrales. En los casos más extremos, las poblaciones de algunas especies peligran a causa de la sinergia entre el estrés producido por el cambio climático, que convierte en inadecuados los hábitats en los que vivían, y los cambios en los usos del suelo, como la fragmentación del territorio, que dificultan su migración hacia hábitats con condiciones adecuadas para su supervivencia.

En paralelo a estos cambios estructurales, se han descrito cambios funcionales de los ecosistemas como consecuencia del calentamiento, tales como la disminución de la absorción de CO₂ en períodos de sequía o la mayor pérdida de nutrientes por la lixiviación después de las lluvias. Se han observado muchos otros cambios en respuesta al cambio climático, como sequías más frecuentes en los bosques, un mayor riesgo de incendio o un aumento en las emisiones de compuestos orgánicos volátiles biogénicos.

Estos cambios afectan y afectarán los múltiples servicios ecosistémicos productivos (suministro de

bienes naturales renovables como pastos, alimentos, medicinas o de productos de consumo como madera, caza o setas), ambientales (mantenimiento de la biodiversidad, regulación de la composición atmosférica y del clima, conservación de los suelos y el agua, o almacenamiento de carbono) y sociales (usos recreativos, educativos y de ocio, valores tradicionales culturales o el turismo y el excursionismo). Actualmente, uno de los servicios prioritarios en términos de políticas ambientales es el que está ligado al balance del carbono, ya que el cambio climático y otros factores del cambio global alterarán el almacenamiento de carbono en los bosques, si bien la magnitud y la dirección del cambio no son todavía claros.

En los próximos años, y para paliar tanto los efectos del cambio climático como el aumento de CO₂ atmosférico que lo origina, las políticas de reforestación de zonas perturbadas y de gestión de la aforestación (colonización por el bosque) de espacios agrícolas abandonados deberían considerar las condiciones climáticas más áridas previstas para los próximos años y décadas. Entre estas destaca la de una decreciente disponibilidad hídrica como consecuencia tanto de la disminución de las precipitaciones o del aumento de la evapotranspiración potencial, como de la mayor demanda de unos ecosistemas más fertilizados por la acción humana y de una población creciente. La gestión de los espacios forestales y de los naturales, en general, debe incorporar una escala de paisaje en la que se incluya una planificación a gran escala que tenga en cuenta la combinación de espacios diversos, así como sus múltiples usos y el efecto de las perturbaciones, como, por ejemplo, los incendios forestales.

10 Ecosistemas acuáticos continentales

Autores

Sergi Sabater
Vicenç Acuña
Ramon J. Batalla
Carles Borrego
Andrea Butturini
Marisol Felip
Emili García-Berthou

Stéphanie Gascón
Rafael Marcé
Eugènia Martí
Margarita Menéndez
Isabel Muñoz
Xavier Quintana
Francesc Sabater

Síntesis

Los sistemas acuáticos continentales incluyen ríos, lagos, lagunas y embalses como masas de agua superficiales. Estos sistemas recogen tanto las influencias climáticas como las que son fruto de la actividad humana que se desarrolla en la cuenca, y son receptores directos en su dinámica hidrológica, sedimentaria, biogeoquímica y biológica. El cambio climático afecta a la cantidad y la frecuencia de las lluvias y a la evapotranspiración en la cuenca, con efectos directos sobre la magnitud y frecuencia de los patrones hidrológicos. Se estima que el cambio climático puede ser el detonante de la mayor frecuencia de eventos extremos y transitorios (sequías y avenidas) en las regiones de clima Mediterráneo, y de la mayor rareza de condiciones hidrológicas basales; los sistemas funcionarán cada vez más en régimen episódico, mientras que los cambios progresivos y estacionales serán más difusos. El incremento anómalo de la temperatura puede estar detrás de la disminución de la cubierta del hielo en los lagos pirenaicos, del avance y prolongación del periodo de estratificación de las masas de agua lacustres, y del incremento de la temperatura del agua fluvial, con implicaciones biogeoquímicas y para la biodiversidad.

La mayor frecuencia de estos episodios extremos tiene implicaciones múltiples para los ecosistemas. Por un lado, las crecidas favorecen el paso rápido del agua y de los materiales, favoreciendo

pulsos puntuales de mayor productividad de los ecosistemas receptores (lagos y embalses, zonas aluviales y deltaicas y zonas costeras); por otro, las sequías fragmentan el continuo fluvial, o disminuyen drásticamente la duración del periodo de inundación de las masas estancadas temporales. Durante los periodos de bajo caudal –que se prevén más extensos como consecuencia del cambio climático–, el tiempo de residencia del agua en el sistema se alargará considerablemente. Esto tiene implicaciones biogeoquímicas muy relevantes, que favorecerán procesos anaeróbicos que producen gases de efecto invernadero, tales como el óxido nitroso fruto de la desnitrificación, o la producción de metano. También es de esperar que se favorezca la respiración de materia orgánica respecto de la producción de nueva biomasa, lo que entendemos como un progresivo favorecimiento de los heterótrofos.

La biodiversidad de los sistemas acuáticos continentales puede ser afectada por el cambio climático. Los ecosistemas acuáticos mediterráneos presentan una elevada diversidad de fauna y flora, y si bien su biota está adaptada a los cambios hidrológicos extremos, su incremento puede ponerlas al límite de su capacidad de resiliencia. Esto puede empeorar las condiciones vitales de los organismos y, a medio plazo, dejar nichos vacíos y expuestos a la invasión por especies no nativas. Un resultado puede ser la homogeneización de las comunidades y la disminución del número de especies endémicas, hoy por hoy más abundantes en el Mediterráneo que en otras regiones climáticas.

La acción humana directa puede tener un efecto sinérgico sobre las consecuencias potenciales del cambio climático. La capacidad de retención de nutrientes de los ríos (el proceso de autodepuración) disminuye cuando se incrementa su concentración, ya que el sistema se sobrecarga de nutrientes. Las entradas continuas procedentes de las depuradoras de aguas residuales contribuyen a un exceso de nutrientes, lo que se maximiza en condiciones de caudal bajo. La derivación y regulación (por canales, represas, embalses) o el confinamiento de las masas de agua interfieren en

las dinámicas hidrológicas y sedimentarias de los respectivos ecosistemas y complican la interpretación del efecto del cambio climático, e incluso ponen en segundo plano el efecto que el cambio climático puede ejercer sobre estos ecosistemas. Este es el llamado cambio global, que incluye tanto los efectos del cambio climático como las alteraciones que el hombre realiza en diferentes escalas temporales y espaciales.

11 Ecosistemas marinos y costeros

Autores

Carles Pelejero
Joandomènec Ros

Rafel Simó

Síntesis

El Mediterráneo es un mar semicerrado con mucha presión por parte de la actividad humana a lo largo de la costa, dos aspectos que lo hacen especialmente vulnerable al cambio climático. Observaciones que abarcan varias décadas muestran que el mar catalán se calienta a razón de 0,3°C por década, con una subida del nivel del mar de casi cuatro centímetros por década; los modelos señalan que casi la mitad de estos cambios es debida al calentamiento global por causas antrópicas. Estos cambios progresivos, acompañados de episodios ocasionales de sobrecalentamiento en verano y aumento de las tormentas de otoño, tienen efectos sobre los ecosistemas marinos. Las comunidades de coralígeno de los fondos litorales, formadas sobre todo por especies sésiles y de crecimiento lento, sufren mortandades masivas de las que les cuesta mucho recuperarse. La extensión de las praderas de *Posidonia* es sensible a la temperatura y a los cambios en el nivel del mar. En el ecosistema pelágico, el incremento potencial de fijación de carbono por el fitoplancton no se refleja en un incremento en la productividad neta del plancton, puesto que con la temperatura aumenta también la respiración. Tanto entre los organismos sésiles como en los vágiles se observa un despla-

zamiento hacia el norte de especies habituales del litoral catalán, a la vez que se hacen más frecuentes las especies termófilas llegadas de más al sur. Los inviernos suaves, una menor pluviosidad y los veranos cálidos favorecen los bancos de medusas en las playas. También algunas algas tóxicas se pueden ver favorecidas por aguas más cálidas y menos agitadas. Algunos de estos cambios suponen amenazas para los servicios con que los ecosistemas marinos proveen a la sociedad: referentes culturales, recursos económicos directos (turismo y pesca), protección a la erosión, captura y almacenamiento de CO_2 atmosférico, o aprovechamiento farmacéutico e industrial de la riqueza genética y metabólica. Por desgracia, los agentes climáticos actúan sinérgicamente y en la misma dirección con muchos otros agentes antrópicos. Recomendamos, pues, que los esfuerzos de mitigación del calentamiento global vayan acompañados de esfuerzos de mejora y regulación de actividades de impacto ambiental como algunas artes de pesca, la polución, la explotación recreativa o la construcción. Se hace imprescindible, asimismo, diseñar y aplicar estrategias de inversión en investigación y monitoreo, y en protección de hábitats singulares.

12 Suelos

Autores

Josep M. Alcañiz
Baldellou
Jaume Boixadera
i Llobet

Maria Teresa Felipó Oriol
Josep Oriol Ortiz i Perpiñà
Rosa M. Poch Claret

Síntesis

Se analizan los efectos del cambio climático sobre el suelo y la contribución de éste en las emisiones, entre otros aspectos. Las previsiones de cambio climático implican más energía incidente en el suelo, que se destina, en parte, a sustentar la vida (y la emisión de GEI), y en parte a mantener las reservas de carbono orgánico. Los cambios de uso del suelo, también relacionados con

el cambio climático, tienen un peso mayor que el propio cambio climático en las emisiones de GEI del suelo y, por lo tanto, deben tenerse muy en cuenta en las políticas de mitigación. En cultivos de secano, las emisiones son menores cuando se adopta el laboreo de conservación, pero en suelos de regadío la previsión es más difícil.

La combinación de factores climáticos y de la vegetación, y su evolución bajo el cambio climático siguen indicando una tendencia al aumento de la aridez y, en consecuencia, de la erosión que se podría atenuar mediante prácticas de conservación del suelo. Un mayor grado de evapotranspiración potencial debido al cambio climático reducirá la disponibilidad de agua en los suelos. Las áreas de regadío necesitarán mayor dotación de agua y prever fracciones de lavado para evitar la acumulación de sales. Por otro lado, el aumento de temperatura permitiría desplazar actividades agrícolas a zonas de mayor altitud, que en Cataluña equivalen a zonas de mayor riesgo de erosión. Por lo tanto, se debería implementar con criterios técnicos una combinación de medidas de laboreo de conservación y construcción de bancales.

Las reservas de carbono orgánico de los suelos agrícolas de la Cataluña mediterránea y semiárida son del orden de 100 Mg ha^{-1} (hasta 1 m). Para estimar mejor la capacidad de secuestro de carbono de los suelos se debería procesar los datos disponibles e integrarlos en modelos globales. Las previsiones de cambio climático indican que nuestros suelos experimentarán una pérdida lenta de materia orgánica por mineralización durante las próximas décadas. Para compensarla, la aplicación de restos de cosechas y de abonos orgánicos de calidad en la dosis adecuada en suelos agrícolas, o de enmiendas orgánicas en la rehabilitación de terrenos degradados, puede contribuir a mantener las reservas de carbono orgánico. También es previsible una cierta pérdida de biodiversidad edáfica por el cambio climático a medio o a largo plazo, pero menor que la debida a otras actividades humanas.

Las mejoras introducidas en la gestión de residuos facilitan su valorización en el suelo, importante

para el mantenimiento de la calidad ambiental. Para reducir emisiones de N_2O y NO , y pérdidas de calidad del suelo, se deben aplicar únicamente fertilizantes en la dosis y forma adecuadas. La aplicación de biocarbón (*biochar*) es una opción de mitigación a tener en consideración. Se deberían modificar los planes actuales de energía para incluir la pirolisis de biomasa de residuos y hacer una estimación muy prudente de la capacidad de recepción de biocarbón de los suelos de Cataluña.

El marco normativo existente no es el más adecuado para la protección del suelo ni para su papel en la lucha contra el cambio climático. Falta información sobre los suelos y las medidas más adecuadas para su protección, y en consecuencia para la adaptación/lucha contra el cambio climático. El mantenimiento de la calidad del suelo es la mejor recomendación para que los agroecosistemas contribuyan a mitigar los efectos del cambio climático. Por lo tanto, las acciones sobre el uso y manejo del suelo son las herramientas más eficaces de mitigación.

13 Sistemas agroalimentarios: agricultura, ganadería y pesca

Autores

María Teresa Sebastià
Josefina Plaixats
Jaume Lloveras
Joan Girona
Nuno Caiola
Robert Savé

Colaboradora

Rosa Llurba

Síntesis

El sector agropecuario catalán es plenamente consciente del cambio climático y del cambio global, y hace tiempo ya que inició políticas y actuaciones de mitigación y de adaptación a estos cambios. Parte de la adaptación de la agronomía basada en el conocimiento científico para adecuar

los métodos y los sistemas de producción a las nuevas condiciones ambientales y asegurar el mantenimiento cuantitativo y cualitativo de la producción, teniendo siempre en cuenta el contexto socioeconómico, ambiental y cultural en que se proyectan.

En los últimos años se observa un aumento de la conciencia de los productores y de los consumidores de productos agroalimentarios respecto a la existencia y a los efectos del cambio climático. Esto explica la intensificación tecnificada y la agricultura de precisión que, con campañas de consumo responsable, han tenido un gran éxito (a través de los productos de kilómetro cero o de proximidad).

La agricultura tiene dos retos importantes: el uso del agua y la gestión del nitrógeno. La agricultura de regadío ofrece mayores beneficios que la de secano en términos productivos y económicos. En este sentido, la mejora en la eficiencia en el uso del agua (es decir, el incremento del producto obtenido por cada gota de agua utilizada) es clave para la sostenibilidad respecto al cambio climático. La agricultura de secano, que representa el porcentaje más importante del suelo agrícola catalán, presenta más riesgo y, para mantener las funciones productivas, deberá escoger las especies y las variedades más resistentes a la aridez y hacer mayor uso de las estrategias de gestión, como la rotación de cultivos, el barbecho o la práctica de otros sistemas de cultivo (como, por ejemplo, la conservación, la producción ecológica, la producción integrada y la agricultura de precisión).

En la agricultura, la gestión de los fertilizantes nitrogenados es un factor básico para la producción vegetal. Sin embargo, es necesario hacer un uso más eficiente y reducir las emisiones de compuestos de nitrógeno y el efecto en la eutrofización de las aguas superficiales y subterráneas. En este sentido, hay que afinar la relación fertilizante-riego-suelo y el manejo de los nutrientes en el campo.

En cuanto a la ganadería, la intensidad y la cantidad de emisiones varían según las especies y los sistemas de producción. Así, pues, es esen-

cial mejorar las prácticas de gestión del ganado y de las deyecciones para aumentar la eficiencia de producción y reducir las emisiones. La ganadería de precisión y la aplicación de nuevas tecnologías como la nutrigenómica pueden contribuir al mantenimiento de la producción y, a la vez, a la mitigación del cambio climático.

Dada la importancia global, los ecosistemas marinos costeros son un punto importante de preocupación con relación a los impactos del cambio climático. A causa de la importancia económica y social, la pesca costera está fuertemente arraigada en Cataluña. La gestión de esta actividad debe hacerse con criterios de sostenibilidad y debe tener en cuenta los efectos del cambio climático (como el calentamiento global y la acidificación del medio marino).

14 Energía

Autores

Ramon Garriga
Josep Maria Serena

Síntesis

Con el objetivo de dar continuidad al *Segundo informe sobre el cambio climático en Cataluña* (SICCC), el capítulo empieza poniendo al día los datos de producción y de consumo de energía en Cataluña en los últimos años, así como las correspondientes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). No se entra en el detalle con el que lo hacía el SICCC por no repetir conceptos y porque la influencia en todos estos datos de la fuerte crisis económica de los años objeto de este TERCER INFORME SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN CATALUÑA (TICCC) es tan fuerte que cuesta distinguir con claridad qué mejoras son debidas a las medidas correctoras de las empresas y cuáles son consecuencia de la crisis. No obstante, se comparan las previsiones con la realidad, así como la correspondencia entre las medidas adoptadas y las que son recomendadas por la Unión Europea (UE), sin

perder nunca de vista la enorme influencia que el uso de la energía tiene en las emisiones de GEI, ya que representan, al menos, el 75 % del total.

Como consecuencia de las comparaciones antes citadas, se analizan las medidas que es necesario implementar durante los próximos años para alinear Cataluña con las políticas energéticas y de reducción de emisiones de la UE que son, por otro lado, las más avanzadas en el contexto mundial actual. Para reforzar la importancia de estas medidas se comparan también con la posición de centros de referencia de los Estados Unidos (EE. UU.) que coinciden plenamente con las propuestas en este capítulo.

Entre ellas destacan, en primer lugar, la necesidad de una mejora sensible de la eficiencia energética, que pasa por medidas tecnológicas y por la gestión de la demanda. Esta solo puede ser eficaz si se sensibiliza y se dota de la información adecuada al consumidor.

En segundo lugar, es necesario impulsar la implementación de las energías renovables, que, además de mejoras específicas en los propios sistemas de producción, requieren avances importantes en las redes de distribución y en la capacidad de almacenamiento de este tipo de energía, ya que es necesario garantizar el suministro con la máxima calidad y con continuidad, y las energías renovables tienen la característica de que, en general, su producción es discontinua.

También es necesario disminuir el peso de los hidrocarburos como combustibles de automoción, aunque el uso del gas generaría menos contaminación. El hecho de que este TERCER INFORME ya tiene un capítulo dedicado al transporte motiva que aquí se cite sin entrar en profundidad.

Estas implementaciones hacen que sean graduales y con objetivos claros para evitar tanto los vacíos a consecuencia de decisiones aceleradas –y que pueden llevar a rechazos no previstos–, como los atrasos derivados de un exceso de prudencia. En este sentido, se recomienda iniciar ya el debate sobre el futuro de nuestras centrales nucleares.

Para poder llevar a cabo todas estas medidas, son necesarios, al menos, tres requisitos: que el Gobierno disponga de la capacidad legislativa y normativa suficiente, que se habiliten recursos públicos y privados que puedan dar lugar a una industria de la energía y, como elemento esencial, que se impulse la investigación en aquellas líneas que se identifiquen como fundamentales para conseguir los objetivos marcados, líneas que no pueden estar alejadas de las que son objeto de atención por parte de los países punteros en investigación.

15 Industria

Autores

Àlvar Feliu Jofre
Jaume Josa i Pons

Síntesis

El capítulo se ha estructurado en cuatro apartados principales. El apartado 15.2 define con precisión el ámbito de la industria manufacturera, los sectores que la conforman y las emisiones de GEI que se han evaluado. El apartado 15.3 analiza el inventario de emisiones de GEI de la industria en Cataluña, su distribución sectorial y por tipos de gases, su origen dentro de los procesos industriales y su peso en el conjunto catalán. El apartado 15.4 diagnostica la situación actual del control de emisiones de GEI en los tres sectores industriales que aportan más valor añadido en Cataluña: alimentario, químico y automoción. Asimismo, se dibujan los ejes de actuación en los que hay que incidir para reducir las emisiones en los tres sectores seleccionados; esto significa una puerta abierta a la innovación mediante el rediseño del producto y la consecuente reducción de emisiones de GEI durante la fase de uso del mismo. El apartado 15.5 complementa el anterior, poniendo énfasis en las sinergias entre mitigación de las emisiones de GEI, incremento de la productividad de los recursos en la industria y mejora de los problemas ambientales y socioe-

conómicos prioritarios en Cataluña. Se destaca que un desarrollo industrial equilibrado e inclusivo para alcanzar los objetivos económicos, sociales y ambientales exige hacer tanto o más esfuerzo en la productividad de los recursos (incluyendo las infraestructuras) que meramente en lo laboral. Finalmente, se aportan recomendaciones para desarrollar y coordinar las políticas implicadas, complementando la Estrategia Industrial de Cataluña 2014-2020.

16 Turismo

Autores

Rosa Maria Fraguell	Carolina Martí
Sansbelló	Llambrich
M. Belén Gómez Martín	Anna Ribas Palom
Joan Carles Llurdés Coit	David Saurí Pujol

Síntesis

Las investigaciones de ámbito internacional sobre turismo y cambio climático demuestran el interés creciente que esta relación suscita. En Cataluña, donde el turismo es un sector estratégico en alza, es necesario conocer cómo afectarán los escenarios climáticos del futuro a los dos principales sectores turísticos: el turismo de sol y playa y el turismo de nieve. En este trabajo se han analizado los efectos de las proyecciones climáticas sobre la potencialidad climático-turística; los efectos del aumento del nivel del mar y la erosión costera sobre la disponibilidad de superficie de playa para la función recreativa, y los efectos sobre la disponibilidad del recurso del agua en las zonas costeras, dadas las predicciones de reducción de precipitaciones. Para el turismo de nieve, mediante la evaluación de los efectos del cambio climático en tres escenarios, se estudia la viabilidad natural y técnica de las actuales estaciones de esquí catalanas. Y, como respuesta a las problemáticas planteadas, se repasan, en primer lugar, las estrategias de adaptación aplicadas y, después, la implantación de estrategias y medidas de mitigación.

El turismo de sol y playa es altamente sensible y dependiente del tiempo meteorológico y del clima. Diferentes modelizaciones concluyen que el litoral catalán seguirá disfrutando de condiciones atmosféricas favorables para mantener su competitividad en el mercado de sol y playa. Sin embargo, la desestacionalización y la diversificación de actividades y productos turísticos es una de las estrategias fundamentales de adaptación al cambio climático.

La generalizada tendencia erosiva de las playas catalanas, junto con la fuerte presión de la demanda recreativa, disminuye la satisfacción del usuario y hace peligrar la perdurabilidad del recurso. La construcción de diques de defensa, la regeneración de arenas y la restauración de los sistemas dunares son actuaciones duras y blandas desarrolladas para la estabilización de las playas.

Garantizar la disponibilidad de agua, tanto en cantidad como en calidad, es fundamental para el desarrollo de las prácticas turísticas. La combinación de actuaciones como la desalinización, la reutilización, la recuperación de acuíferos, la interconexión de redes y la mejora de la eficiencia, impulsadas desde la Administración, debe acompañarse de medidas de eficiencia hídrica por parte del mismo sector turístico y de los turistas.

Las áreas de montaña de Cataluña son especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, dada la situación latitudinal de casi todas las estaciones en cotas límite para su viabilidad futura. En el turismo de nieve, las medidas de adaptación se dirigen a aumentar la capacidad de fabricación de nieve artificial con cañones, la cual incrementa el número de pistas con nieve artificial y el área esquiable, aunque no se tiende a la unión de estaciones ni de sus dominios esquiables. Para potenciar la desestacionalización de la oferta invernal se propone la transición de estación de esquí a estación de montaña, con una amplia oferta de actividades que no requieran la presencia de nieve.

El mismo sector turístico responde de modos distintos a los efectos del cambio climático. En Cataluña hay hoteles, campings, puertos deportivos, etc., que aplican medidas de ahorro y eficiencia

energética, y de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, entre otras acciones, gracias a la implantación de certificaciones ambientales.

17 Residuos y recursos

Autores

Xavier Gabarrell Durany
Ramon Farreny Gaya
Xavier Font Segura
Carles Martínez Gasol

María Eugenia Suárez
Ojeda
Joan Rieradevall
Gara Villalba

Síntesis

La gestión de los residuos, junto con las estrategias de prevención para reducir el consumo, abre oportunidades a una optimización de los recursos mediante la reutilización y el reciclaje para reducir y ahorrar emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Los valores de recogida selectiva en Cataluña se han estancado, y en los últimos años se sitúan en niveles del 38-40 %, si bien en 2007 eran sólo del 34 %. La vía principal de tratamiento de la fracción resto en Cataluña para el año 2013 es el tratamiento mecánico-biológico (TMB) (el 52 %), seguida del depósito controlado (el 37 %) y la valorización energética por medio de la incineración (el 11 %). Al mismo tiempo, la calidad del bioestabilizado procedente de los TMB es desigual; el parámetro más crítico es la falta de estabilidad biológica. El bioestabilizado se gestiona a través de depósito controlado, que genera emisiones de metano fruto de la degradación anaeróbica. Esto eleva el potencial de calentamiento global asociado a la gestión de este flujo de residuos. Por cuanto hace referencia a las tecnologías de tratamiento de la fracción orgánica, el consumo de energía se incrementa al aumentar la complejidad de la instalación. De una manera inversa, las emisiones a la atmósfera disminuyen al aumentar la complejidad de la instalación. Así, los procesos basados en pilas volteadas presentan consumos más bajos de energía, pero, como contrapartida, dado que

no disponen de un sistema de captación y tratamiento de los gases, tienen un impacto superior en cuanto a las emisiones a la atmósfera.

Con el objetivo de contabilizar las emisiones de GEI, la Agencia de Residuos de Cataluña utiliza, desde el año 2011, la herramienta Carbon Footprint Tool for Waste Management (CO2ZW®), desarrollada por el grupo de investigación Sostenipra. La contribución principal a las emisiones del tratamiento de los residuos proviene de los depósitos controlados, que emiten grandes cantidades de metano (a pesar de la captación de biogás). Por otro lado, la recogida selectiva contribuye, en gran parte, a reducir la huella de carbono del sector (los impactos evitados). Las variables que más condicionan estas emisiones son: 1) la generación de residuos por habitante y 2) la fracción resto enviada directamente a depósito controlado, que contribuyen a aumentar las emisiones, y 3) la recogida selectiva, que contribuye a minimizar las emisiones. En el caso de la huella de carbono de la gestión de los residuos municipales por habitante, en el período 2011-2013 se observa una reducción del 21 % hasta llegar a 94 kg CO₂ equiv./hab., fruto del descenso en la generación de residuos (del 11 %) y la disminución de las emisiones por tonelada de residuo gestionado. Con relación a los créditos de GEI, el balance entre los generados y los evitados, el aluminio es la fracción de residuos que genera más créditos, -12.580 kg CO₂ equiv./t, en comparación a los 354 kg CO₂ equiv./t del plástico o los 46 kg CO₂ equiv./t del papel. Estos créditos se obtienen teniendo en cuenta que el 38 % del papel, el 25 % del plástico y el 57 % del aluminio se exporta fuera de Cataluña y España, y que los créditos evitados en cada país dependen de la tecnología y también de la combinación energética.

El factor de emisión de GEI global del ciclo del agua podría llegar a ser de 2.148,4 g CO₂ equiv./m³ de agua consumida o más. La incerteza en los datos hace imprescindible que se continúe trabajando en los estudios globales del ciclo urbano del agua en Cataluña.

La situación de los residuos de origen ganadero, y más en concreto de los purines, es insostenible

y ha comportado el cierre de seis plantas de tratamiento que había en Cataluña, de manera que nos encontramos en el mismo punto de diez años atrás.

18 Salud

Autores

Xavier Basagaña
Èrica Martínez

Krijn Paaijmans
Jordi Sunyer

Síntesis

El objetivo de este capítulo es describir los principales impactos en la salud del cambio climático en Cataluña. Por eso se basa en la revisión de la evidencia científica reciente centrada en Cataluña y ofrece, también, proyecciones sobre los efectos esperados en salud de las condiciones climáticas pronosticadas para los próximos decenios.

Uno de los efectos en salud más ampliamente estudiado son las olas de calor, que provocan un aumento del número de defunciones y hospitalizaciones de más de un 20 %, principalmente entre las personas mayores y aquellas con patologías crónicas previas. Los resultados presentados en este capítulo determinan que el número de muertes a causa del calor en Cataluña se podrán multiplicar por ocho en 2050, produciéndose así más de 2.500 fallecimientos anuales durante los meses de verano.

La contaminación atmosférica es uno de los problemas que se agrava con determinadas condiciones climáticas, especialmente durante episodios de altas temperaturas, y que causa numerosos problemas respiratorios y cardiovasculares entre la población. En Cataluña se estima que anualmente hay 3.500 defunciones prematuras por afectaciones provocadas por la contaminación del aire.

El cambio climático también puede tener un impacto en la incidencia de las enfermedades transmitidas por vectores. Los cambios en la tempe-

ratura y las precipitaciones favorecen la aparición de mosquitos, los principales transmisores de este tipo de enfermedades. En el caso de Cataluña, se estima que aumentará el riesgo potencial de enfermedades como el dengue, la malaria o el chikunguña.

Pero el cambio climático puede afectar a la salud de la población por otros mecanismos. Este capítulo describe los riesgos de las olas de frío y la exposición al humo de los incendios forestales, que se han relacionado con incrementos en el número de hospitalizaciones y defunciones, especialmente por problemas cardiopulmonares. Además, se incluyen, brevemente, otros factores que pueden intervenir en la relación entre cambio climático y salud, pero que suponen un menor riesgo para Cataluña (como las enfermedades transmitidas por el agua) y que presentan varias incertidumbres de cómo pueden afectar a Cataluña en el futuro (como la radiación ultravioleta).

Entre las medidas de adaptación del calentamiento global, este capítulo describe el plan de prevención de los efectos en la salud de las olas de calor. Además, se analizan dos medidas de mitigación que tienen abundantes beneficios en la salud: la presencia de espacios verdes, especialmente en las zonas urbanas, y el fomento del transporte activo.

En conclusión, la salud es un tema de gran relevancia en cuanto a los efectos del cambio climático, y este capítulo destaca como medidas, entre otras, la necesidad de fomentar estilos de vida saludables a través de políticas que promuevan el uso del transporte activo, el mantenimiento de los planes de prevención de los efectos de las olas de calor, la mejora de la eficiencia energética de los edificios y la implantación de políticas que permitan reducir las desigualdades sociales y económicas.

19 Transporte, movilidad y logística

Autores

Francesc Robusté
Miquel Estrada

Síntesis

Las emisiones y el consumo energético asociados al sector del transporte, la logística y la movilidad se han reducido en este quinquenio 2010-2015 (un 20 % en relación al año 2005), pero el acercamiento a los objetivos es coyuntural. A pesar de que las nuevas tecnologías desarrolladas tienden hacia una descarbonización del transporte, la acción afirmativa de las administraciones y la concienciación creciente sobre el cambio climático, la sostenibilidad, las emisiones y el consumo energético del sector son aún preocupantes y presentan poca factibilidad de reducción sin medidas coercitivas (restricciones, tarificación, regulación, etc.) de un evidente impacto político.

20 Territorio y espacio urbano

Autores

Xavier Mayor Farguell
Júlia Barba Miralpeix

Clara Montaner Augé

Síntesis

Este capítulo tiene por objeto principal situar y actualizar el valor del territorio y de los espacios urbanos y su relación en el contexto actual de cambio climático.

En él, se plantea el escenario conceptual más actual, también en relación con el cambio climático, sobre el que hay que desarrollar políticas y acciones a nivel territorial y de espacios urbanos para los próximos años.

En la última década, en Cataluña se ha desarrollado una profusa actividad de planificación territorial como no se había visto nunca, y también una importante planificación urbanística. Ambas han contado con un instrumento innovador, como lo es la evaluación ambiental estratégica, que considera, por primera vez y con fuerza, los aspectos ambientales y de sostenibilidad en los correspondientes procesos de redacción de esta planificación. Así, el capítulo les dedica sendos apartados (territorio y espacios urbanos), que son los que plantean y condicionan en esencia el futuro territorial y urbano inmediato. Los apartados recogen la aplicación que se ha hecho hasta el momento de los instrumentos de planificación, y lo hace específicamente en relación con las consideraciones y determinaciones sobre la adaptación y mitigación que sobre el cambio climático plantean.

A nivel urbano, aunque en los últimos años se han introducido aspectos con relación a los flujos de energía y materia (más vinculados a la edificación y la vivienda), recientemente se están introduciendo otros aspectos a nivel ambiental y de sostenibilidad que van desde las estrategias urbanas, los modelos, los diseños (urbanos y de edificios) y las correspondientes concreciones materiales.

21 La interacción entre los sistemas naturales y los humanos en las áreas más vulnerables al cambio climático: sistemas montañosos

Autores

Marta G. Rivera Ferre
Feliu López i Gelats
Bernat Claramunt

Síntesis

Para la mayoría de la población, la palabra *montaña* evoca imágenes relacionadas con el excursionismo, el esquí, las vacas, el queso, el aire fresco y/o la nieve. Sin embargo, las montañas son más que un entorno bucólico con granjas y excursiones familiares. Las montañas proveen servicios ecosistémicos y otros que son vitales para el conjunto de la población, incluso para quienes habitan en la llanura. De hecho, la calidad de vida de casi toda la población depende, en buena parte, de los bienes y los servicios que las montañas ofrecen. El número de habitantes de las montañas ha disminuido notablemente y se ha concentrado en los valles, los glaciares están desapareciendo, la población envejece, el invierno se acorta, etc., y el cambio climático es un factor importante en muchos de los cambios a los que las montañas se enfrentan. Este capítulo ofrece una visión conjunta de los sistemas de montaña, tomando como modelo el Pirineo catalán, donde no sólo se tiene en cuenta cuál es el efecto del cambio climático sobre los sistemas naturales, sino que la especie humana está presente en todo momento, como agente y como factor de cambio. El análisis de los diferentes elementos y factores, y sus interacciones y resultados, nos permite entrever, a partir de los diversos deseos que tiene la población pi-

renaica, los posibles escenarios de futuro de las montañas catalanas. Al final de capítulo se hace evidente que no hay soluciones mágicas, y que la gestión del territorio en el momento de afrontar el cambio climático exige priorizaciones y renunciaciones. Quien lea este capítulo podrá ver (y decidir) cuál es el escenario de futuro que quisiera y qué aspectos relacionados con las montañas salen beneficiados o perjudicados.

22 Políticas e instrumentos para la mitigación y la adaptación al cambio climático

Autores

Josep Garriga Sala
Ismael Romeo Garcia
Irma Ventayol i Ceferino

Síntesis

El objetivo de este capítulo es describir las políticas y los instrumentos principales que existen en el ámbito internacional, estatal, catalán y local para facilitar la gestión y la gobernanza hacia el cambio climático.

En el ámbito internacional, las negociaciones entre los diferentes estados a través de las Conferencias de las Partes de las Naciones Unidas han sido el instrumento principal para luchar contra el cambio climático. En este capítulo se hace una descripción de las negociaciones llevadas a cabo, de los principales acuerdos tomados desde Copenhague (2009) hasta París (2015) y de la consecución, gracias a los esfuerzos de la Delegación de la Oficina Catalana del Cambio Climático, del reconocimiento del papel de los gobernantes subestatales en los textos oficiales.

Existen diferentes instrumentos de ámbito internacional, como el paquete legislativo de energía y clima, a través del cual la Unión Europea se ha comprometido a reducir las emisiones en un 40 % para el 2030 respecto del 1990, y que prevé medidas de financiación, de fomento de las energías renovables y de eficiencia, la creación de un mercado europeo de derechos de emisiones, etc. En cuanto a la adaptación al cambio climático, destaca la Estrategia Europea de Adaptación al Cambio Climático.

En el ámbito estatal, en el año 2007 se aprobó el Plan Nacional de Asignaciones, la Estrategia Española de Cambio Climático y de Energía Neta y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

A finales del 2006, el Gobierno de Cataluña se dotó de dos instrumentos muy importantes: la Oficina Catalana del Cambio Climático y la Comisión Interdepartamental de Cambio Climático. En 2008 se aprobó el Plan Marco de Mitigación del Cambio Climático en Cataluña, que posteriormente se actualizó como Plan de Energía y Cambio Climático 2013-2020, y en el año 2012 se aprobó la Estrategia Catalana de Adaptación al Cambio Climático. También se dispone de otros instrumentos, como el Programa de Acuerdos Voluntarios.

Actualmente ya no se discute la relevancia de los gobiernos locales en la lucha contra el cambio climático, dada la gran capacidad de liderazgo y de avance que han demostrado. Sin embargo, en un marco de multigobernanza nacional e internacional la acción de los gobiernos locales todavía depende de la sensibilidad de los gobiernos nacionales y estatales. En este sentido, existen varias iniciativas para apoderar la acción de los gobiernos locales, como el Pacto de Alcaldes y Alcaldesas por el Clima y la Energía o el Pacto de Alcaldes y Alcaldesas para la Adaptación (al cambio climático).

Finalmente, el último apartado trata del mercado de emisiones como una herramienta para la reducción de emisiones procedentes de los sectores industriales y hace un seguimiento de la evolución de los últimos años (la evolución de los precios, de los mecanismos de desarrollo neto y de los

proyectos de acción conjunta) y de las novedades principales.

23 Percepción, comunicación del conocimiento e implicación cívica en el cambio climático en Cataluña

Autores

Joan David Tàbara

Síntesis

El presente capítulo examina algunos de los principales resultados recientes en la evolución de la opinión pública, analiza los procesos de comunicación y de uso del conocimiento en materia de cambio climático y propone algunas recomendaciones para su mejora en Cataluña. Por un lado, el cambio climático sigue siendo una de las principales preocupaciones de los ciudadanos, a pesar de haberse moderado en parte a partir del 2007, a raíz de la crisis económica y su menor cobertura por los medios de comunicación. No obstante, nuevos marcos interpretativos cada vez son más presentes, como aquellos que entienden el cambio climático como *amenaza global* o los que lo entienden como *oportunidad* para la creación de puestos de trabajo, la mejora de la calidad de vida y el desarrollo económico. El marco de la oportunidad se muestra especialmente presente dentro de la opinión pública española, lo que debería facilitar la implementación de políticas dirigidas a potenciar la economía baja en carbono.

Debido a la importancia de entender los procesos de transmisión del conocimiento científico sobre el cambio climático al resto de la población, este trabajo también analiza la comunicación del *Quinto informe de evaluación* (AR5) del Grupo de

Expertos en Cambio Climático (IPCC) en España y Cataluña. Para este objetivo, un cuestionario respondido por veinte agentes relevantes y el análisis de la cobertura en la prensa escrita durante el lanzamiento de este informe permiten observar los principales impactos y mensajes comunicados, así como las dificultades y los marcos interpretativos que podrían mejorar la comunicación sobre el cambio climático. En este sentido, se postula la conveniencia de marcos interpretativos que enfatizen aspectos como el bienestar y la salud, las oportunidades de transformación y los mensajes que podrían llevar a la acción personal, huyendo de discursos sobre «malas noticias». De manera especial se subraya la necesidad de mostrar no solo impactos y posibles riesgos del cambio climático, sino sobre todo soluciones y ejemplos concretos sobre lo que se puede hacer en la práctica en los contextos de acción.

En concreto, las recomendaciones propuestas y derivadas de la consulta con agentes relevantes y del análisis de material secundario tienen relación con las siguientes dimensiones: 1) mejorar el seguimiento de la opinión pública en Cataluña; 2) aprovechar la fuerte presencia del marco interpretativo de la oportunidad del cambio climático para desarrollar una economía baja en carbono; 3) mejorar sustancialmente las capacidades y los procesos de comunicación del cambio climático en Cataluña; 4) crear y prestar apoyo a organizaciones delimitadoras que marquen las fronteras entre la ciencia, la política y la ciudadanía, pero que a la vez mejoren sus relaciones e interfaces (*boundary organisations*); 5) segmentar y «escuchar primero» a las distintas audiencias y agentes sociales relevantes y conectarlos en espacios abiertos de redes de interacción, y 6) integrar, abrazar y no temer la complejidad socioambiental para evitar caer en el reduccionismo.

24 La investigación sobre el cambio climático

Autores

Lluís Rovira i Pato

Síntesis

Cataluña ha desarrollado una extensa y heterogénea base de investigación en cambio climático en base a sus grupos de investigación ubicados en instituciones públicas. También el sector privado participa intensamente en proyectos de investigación europeos. La producción científica es abundante. En el texto se analizan los picos de calidad del sistema y se hace alguna recomendación al respecto. A su vez, se muestran datos sobre las diferentes fuentes de financiación, basal y de proyectos, principalmente, intentando anticipar posibles escenarios futuros con la visión de mantener todo el potencial científico intacto.

Epílogo jurídico: De Kyoto a París (COP21). Escenarios y retos futuros en las políticas internacionales de cambio climático

Autores

Isabel Pont i Castejón
Mar Campins Eritja
Juan Emilio Nieto Moreno

Síntesis

La 21.^a sesión de la Conferencia de las Partes del Convenio marco de la Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP21) y la 11.^a Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto (COP-MOP11) adoptaron, el 12 de diciembre de 2015, el Acuerdo de París y la Decisión que lo aprueba y lo acompaña. En relación con su antecesor, el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París es un instrumento más flexible, que integra más partes y un volumen mayor de emisiones, y que además prevé una arquitectura institucional más ligera. El presente capítulo analiza los elementos esenciales del Acuerdo de París y sus implicaciones jurídicas, fundamentalmente desde el punto de vista de Cataluña. Respecto a las diversas iniciativas y actuaciones encuadrables en la política catalana relativa al cambio climático, se centra de manera especial en el Proyecto de ley sobre esta materia que se está tramitando en el Parlamento de Cataluña, analizando sus potencialidades para afrontar los retos que se desprenden del nuevo marco jurídico internacional.



Obra Social "la Caixa"