

El medio ambiente y los fenómenos naturales: el cambio climático

L. E. Lázaro Touza y A. Gómez de Ágreda

Capítulo tercero

Resumen

Todas las actividades económicas y la práctica totalidad de las actividades humanas generan gases de efecto invernadero (GEI) que causan el cambio climático de origen antropogénico¹. Las consecuencias del mismo, y su poder de multiplicar o iniciar conflictos, convierten al cambio climático en el número uno de los problemas ambientales a enfrentar y en el mayor fallo de mercado de la historia. En el presente capítulo se analizan las causas y consecuencias del cambio climático, haciendo especial hincapié en los aspectos de seguridad nacional, gobernanza y oportunidades que de una gestión estratégica del cambio climático pueden surgir. Si el cambio y la incertidumbre² son las variables definitorias de nuestro tiempo, el cambio climático es uno de los motores de la modernidad líquida.

Abstract

All human and economic activities produce greenhouse gases (GHGs) that cause anthropogenic climate change. The consequences of climate

¹ De origen humano.

² LITTLE, Daniel. *Understanding Society: Liquid modernity?* 3 de mayo de 2014. Disponible en: <http://understandingsociety.blogspot.com.es/2014/05/liquid-modernity.html>

change and its potential to exacerbate or ignite conflict make it the prime environmental problem we are faced with and the largest market failure of all times. The present chapter analyses the causes and consequences of climate change emphasizing the national security implications of this phenomenon, governance dilemmas and opportunities that may result from adequately managing climate change. If change and uncertainty are two key defining variables of our time, climate change is one of the driving forces of liquid modernity.

Palabras clave

Medio ambiente, cambio climático, límites planetarios, seguridad nacional, transición energética, transformación social, acuerdos ambientales internacionales, desarrollo económico, equidad, modernidad líquida.

Key words

Environment, climate change, planetary boundaries, national security, energy transition, social transformation, international environmental agreements, economic development, liquid modernity..

Introducción

Medio ambiente y cambio climático: definiendo los términos

El medio ambiente puede definirse como aquel conjunto de variables que afectan tanto a los seres vivos como a los objetos. Los seres vivos se agrupan en ecosistemas, entendidos como áreas o conjuntos naturales cuyo equilibrio es dinámico, y en el que se producen intercambios materiales y energéticos entre el medio y las comunidades que lo integran. Los individuos del ecosistema son constantemente sustituidos, lo que lleva a la evolución de las especies. Ante cada cambio el ecosistema se reorganiza. Si se llega a un estado de estabilidad entre la comunidad de individuos y el medio ambiente, este tiende a perpetuarse³. Las alteraciones de la estabilidad, por causas naturales o antropogénicas, pueden llevar a nuevas condiciones de equilibrio ambiental, favoreciendo a unas especies y ecosistemas frente a otros, pudiendo alterar el desarrollo de las actividades económicas y humanas establecidas.

En el medio ambiente encontramos los recursos naturales que proporcionan, desde una óptica antropocéntrica, bienestar o utilidad al ser humano. Dichos recursos pueden ser: renovables, si podemos disfrutar de manera reiterada de ellos porque se reponen a través de los ciclos naturales a corto plazo (el agua por ejemplo); no renovables, que incluyen aquellos que no se reponen dentro de las escalas de tiempo del hombre (los combustibles fósiles); ilimitados o cuasi ilimitados, como la energía solar⁴.

El uso excesivo de los recursos y la contaminación ocasionan problemas ambientales en multitud de ámbitos. Centrándonos en uno de los problemas ambientales⁵ que más atención ha acaparado en la última década, y que será el objeto principal de estudio de este capítulo, definimos el término cambio climático. Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (*IPCC* en sus siglas en inglés) el cambio climático es la «variación estadística en el estado medio del clima o en su “variabilidad”, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos

³ ORTEGA, Francisco Román. *Diccionario de medio ambiente y materias afines*, Fundación Confemetal, Madrid, 1999.

⁴ *Ibídem*.

⁵ Además del cambio climático, los principales problemas ambientales a los que nos enfrentamos incluyen: el adelgazamiento de la capa de ozono, la alteración del ciclo del nitrógeno, la pérdida de diversidad biológica, la contaminación atmosférica, la contaminación del agua y el acceso al agua potable, la contaminación y pérdida del suelo (erosión), deforestación y desertificación, la generación de residuos, la contaminación de los mares, la sobreexplotación de los recursos pesqueros y la contaminación acústica. Ver AZQUETA OYARZUN, Diego. *Introducción a la Economía Ambiental*. McGraw-Hill, Madrid, 2002.

naturales internos o a cambios del forzamiento externo⁶, o bien a cambios persistentes “antropogénicos” en la composición de la “atmósfera” o en el “uso de las tierras”»⁷.

Algunas de las características básicas que definen el fenómeno del cambio climático incluyen⁸:

- «Complejidad». El análisis del cambio climático es complejo y está sujeto a un grado de incertidumbre significativo en lo relativo a las consecuencias exactas del fenómeno y en lo referente a cuándo acaecerán⁹.
- «Escalas temporales largas». Las consecuencias de las emisiones de gases de efecto invernadero perduran en el largo plazo.
- Hay un «lapso de tiempo» significativo entre las emisiones de gases de efecto invernadero y las consecuencias derivadas de dichas emisiones. Dicho lapso de tiempo, unido a los ciclos políticos cortos y a decisiones de consumo miopes han hecho que los avances en la mitigación del cambio climático hasta la fecha hayan sido lentos.
- «Daños transfronterizos». Las consecuencias del cambio climático son asimétricas, afectan más a unas zonas del planeta que a otras. No obstante, el sistema climático global en su conjunto se verá afectado. Esto implica que los efectos del cambio climático trascienden las fronteras nacionales, convirtiéndose en una amenaza global.
- «Las causas antropogénicas de cambio climático se derivan en gran medida del normal funcionamiento de la sociedad». No nos enfrentamos a una amenaza puntual. El cambio climático es el fruto de un proceso de desarrollo derivado del actual modelo socio-económico, basado en el consumo de combustibles fósiles. Por esta razón se ha denominado el «problema malvado». Suponiendo que la información recopilada por el IPCC es fiable y que la amenaza es real, atajar este

⁶ El forzamiento radiativo se define como el «cambio en la irradiación neta vertical en la “tropopausa” debido a un cambio interno o un cambio en el forzamiento externo del sistema climático. El sistema climático evoluciona en el tiempo bajo la influencia de su propia dinámica interna debido a forzamientos externos (por ejemplo, erupciones volcánicas, variaciones solares), y forzamientos inducidos por el hombre tales como la composición cambiante de la atmósfera y el cambio en el uso de las tierras». Vea: <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

⁷ <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

⁸ LÁZARO TOUZA, Lara, y ZOGHBY, Michel. «Climate Risks: Theory, Data and the Global Governance of Climate Change», en RODRIGUES, Teresa; GARCÍA PÉREZ, Rafael, y SOUSA FERREIRA, Susana de (eds.). *Globalization and International Security: An Overview*. Nova Science Publishers, New York, 2014. Pp. 95-125.

⁹ En relación a la complejidad puede leerse MENDLER DE SUÁREZ, Janot; SUAREZ Pablo, y BACHOFEN, Carina. *Games for a New Climate: Experiencing the Complexity of Future Risks*. Pardee Center Task Force Report, Boston, The Frederick S. Pardee Center for the Study of the Longer-Range Future, Boston University, 2012. Disponible en: <http://www.climatecentre.org/downloads/files/Games/Games-related%20publications/Pardee%20report.pdf>

problema va suponer la profunda transformación de los valores, las acciones y las instituciones establecidas, con la dificultad que ello conlleva.

- «Problema de acción colectiva con ciudadanos ambivalentes». Todos los individuos se beneficiarían de una acción colectiva encaminada a la reducción de las emisiones. Aún así, y a pesar de que los ciudadanos pueden expresar su preocupación por el problema del cambio climático¹⁰, hay una brecha entre las preocupaciones e intenciones y las acciones reales de los individuos^{11, 12}.

Importancia del medio ambiente: valor en sí y valor antropogénico

Es en el medio ambiente donde se desarrollan todas las interacciones entre especies. Su valor va por tanto más allá de los recursos que extraemos de él o de la capacidad que tiene el entorno de absorber residuos. El medio ambiente sostiene la vida en la Tierra y, con ella, todas las actividades socio-económicas.

A pesar de que economistas como Malthus o Jevons, entre otros, han analizado los problemas derivados de la escasez de recursos, la economía no ha considerado en sus modelos clásicos el valor del medio ambiente. Dicha visión tradicional de la economía se circunscribe al análisis de los fenómenos económicos al margen de las consideraciones ambientales. A modo de ejemplo, en el modelo del flujo circular de la renta que podemos encontrar en los libros de texto de economía¹³, vemos intercambios de bienes y servicios, pagos de salarios e intereses, consumos, ahorro e inversión, sin que en el análisis figuren los recursos naturales que hacen posible dicha actividad o los residuos que de la actividad económica se derivan. Es decir, la visión tradicional de la economía ignora en gran medida los aspectos físicos de dicha actividad y presenta, en palabras de Michael Jacobs, «una máquina de movimiento perpetuo en la que el flujo de dinero aparentemente no es impulsado por ninguna fuente externa de energía»¹⁴.

¹⁰ European Commission: Special Eurobarometer 409: *Climate Change*. Report. March 2014. Disponible en http://ec.europa.eu/health/healthy_environments/docs/ebs_409_en.pdf

¹¹ FISCHER, Anke, *et al.* «Climate Change? No, Wise Resource Use is the Issue: Social Representations of Energy Climate Change and the Future». *Environmental Policy and Governance*, 2012. 22. Pp. 161–176.

¹² United Nations Environmental Programme (UNEP). *The Emissions Gap Report 2012. A UNEP synthesis Report*. 2012. Disponible en <http://www.unep.org/pdf/2012gapreport.pdf>

¹³ MANKIW, Gregory. *Principios de Economía*. Cengage Learning Editores. México D.F., 2009.

¹⁴ JACOBS, Michael. *La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro*. ICARIA, FUHEM. Barcelona, 1991, p. 61.

La «nueva» imagen de la economía que ofrece, por ejemplo el profesor Jacobs, y que queda reflejada en el análisis económico del medio ambiente, integra los flujos de materia y energía en la visión económica. Así, surgen del medio ambiente las materias primas y la energía que alimentan los procesos de producción y consumo. A su vez, vuelven al medio ambiente los residuos generados por los procesos económicos, para ser absorbidos o acumularse en el entorno. La Figura 1 a continuación ilustra la visión de la economía tradicional y la nueva visión de la economía que integra el medio ambiente.

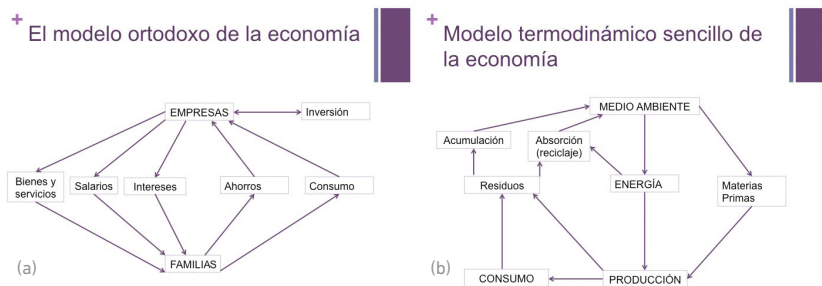


Figura 1. Economía ortodoxa (a) y modelo termodinámico de la economía (b)

Fuente: Adaptado de Jacobs (1991, p. 61-62).

Aun con una visión ampliada, termodinámica, de la economía, el análisis económico es incapaz, a día de hoy, de proporcionar información completa relativa al valor del medio ambiente. En general, el análisis económico considera, en la valoración de proyectos y programas, parte del valor económico total, el cual no incluye el valor primario del medio ambiente como el soporte de la vida. Es más, los análisis de proyectos suelen incluir solo un subconjunto de los valores de uso y de no uso¹⁵ del medio ambiente¹⁶. Por otro lado, en el caso de los modelos económicos que analizan las consecuencias económicas del cambio climático es importante apuntar que no incluyen ni los efectos de eventos climáticos extremos ni las consecuencias sociales como, por ejemplo, las migraciones o los conflictos que pueden verse iniciados o agravados a causa del cambio climático¹⁷.

¹⁵ Por ejemplo, el valor que otorgamos a un paisaje exuberante de la selva amazónica que no pensamos visitar nunca.

¹⁶ BATEMAN, Ian, et al: *Economic Valuation with Stated Preference techniques. A Manual*, Edward Elgar, Cheltenham, UK, 2002.

¹⁷ STERN, Nicholas. *The Economics of Climate Change: the Stern Review*. Cambridge University Press, Cambridge, 2007. DIETZ, Simon; STERN, Nicholas, and ZENGHELIS, Dimitri. «Reflections on the Stern review (1). A Robust Case for Strong Action to Reduce the Risks of Climate Change», *World Economics*, 2007, 8 (1), pp. 121-168.

Por lo tanto, las estimaciones económicas serán subestimaciones del valor de los proyectos que se lleven a cabo con consecuencias para el entorno. No tendremos en cuenta, si nos circunscribimos a los criterios económicos de decisión tradicionales, más que un subconjunto de todos los impactos de las actividades económicas. La consecuencia de esta subestimación será el uso excesivo de recursos y la producción en demasía de residuos, entre otras.

Este uso del entorno puede exacerbar los procesos de cambio, de forma que la naturaleza, de por sí líquida y adaptativa, en equilibrio dinámico y constante cambio, presente patrones de cambio acelerado que son más complejos de gestionar que los cambios graduales y previsibles. En este sentido, la encíclica del Papa sobre el cuidado de la «casa común»¹⁸ denuncia la existencia de una modernidad acelerada que se guía por una visión del lucro cortoplacista y que ataca la naturaleza.

Del holoceno al antropoceno: la sociedad del riesgo y los límites planetarios

El holoceno es el período geológico en el que nos encontramos y cuya duración se remonta 10.000 años aproximadamente. Este período se ha caracterizado por una notable estabilidad de las condiciones climáticas que han permitido nuestra vida en la Tierra. En los albores del siglo XXI, el premio Nobel Paul Crutzen enunciaba la transición a un nuevo período geológico denominado el antropoceno, en el que el hombre se convierte en el vector de cambio de la Tierra. Dicho período coincide con la Revolución Industrial y la quema de combustibles fósiles que han tenido como consecuencia el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera¹⁹, además de otros muchos efectos sobre el medio ambiente global.

El desarrollo económico experimentado desde la Revolución Industrial ha contribuido al aumento del bienestar global, aunque de manera desigual²⁰. Sin embargo, este desarrollo económico y tecnológico ha venido acompañado de riesgos sin precedentes. En este sentido, Ulrich Beck²¹ advierte que vivimos en una sociedad del riesgo que puede acabar minando los progresos logrados por la modernidad. Así, el nuevo objetivo de la sociedad del riesgo sería la gestión de los daños derivados de la modernidad (cambio climático, por ejemplo) de suerte que se respeten los límites planetarios.

¹⁸ BERGOGLIO, Jorge (Papa Francisco). «Encíclica Laudato Si'». Romana Editorial. 2015. ISBN: 9788415980384.

¹⁹ STEFFEN, Will; CRUTZEN, Paul J., y MCNEILL, John R. «The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?». *Ambio*, December 2007, vol. 36, n.º 8. pp. 614-621.

²⁰ HOWES, Michael. *Politics and the Environment: Risk and the Role of Government and Industry*. Earthscan London, 2005.

²¹ BECK, Ulrich. *Risk Society. Towards a New Modernity*, SAGE Publications, London, 1992.

El objetivo del análisis ambiental centrado en los límites planetarios^{22, 23} es ayudar al avance del conocimiento de la Tierra, identificando los límites biofísicos que permiten el funcionamiento del planeta en las condiciones actuales. Los límites planetarios identificados en el estudio original del *Stockholm Resilience Centre* en 2009 están relacionados con: el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, la acidificación de los océanos, la pérdida de biodiversidad, la carga biogeoquímica (medida a través de los elementos nitrógeno y el fósforo), el cambio en el uso de la tierra, el uso a nivel global de agua dulce, los aerosoles en la atmósfera y la contaminación química. Los límites planetarios indican los niveles de riesgo en los que se desarrollan las actividades humanas dentro de los sistemas y procesos que gobiernan la vida en la Tierra. El mencionado análisis concluía que se habían traspasado los límites en cuanto a nitrógeno, pérdida de biodiversidad y cambio climático. La Figura 2 representa los límites planetarios presentados en el informe de 2009. Las zonas representadas en color verde indican que estamos operando dentro de los límites planetarios. Las zonas representadas en color rojo representan los límites planetarios traspasados.

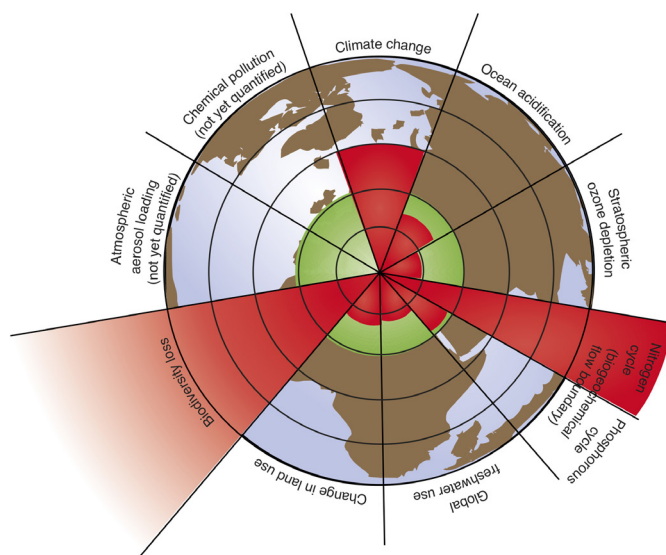


Figura 2. Los límites planetarios en 2009. Fuente: Rockström et al. (2009)²⁴.

²² ROCKSTRÖM, Johan, et al. «Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity». *Ecology and Society*, 2009. 14 (2): 32. Disponible en <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>

²³ STEFFEN, Will. et al. «Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet». *Science*, 2015. Vol. 347, n.º 6223. DOI: 10.1126/science.1259855.

²⁴ Imagen disponible en <http://www.stockholmresilience.org/download/18.53ee94ff132ea9955288000961/1381790876011/planetary-boundaries-credit-Azote.eps>

A principios de 2015 se publicaba una actualización del análisis publicado en 2009 por el Stockholm Resilience Centre relativo a los límites planetarios. El estudio, titulado *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*, reitera que los límites planetarios del cambio climático y de la integridad de la biosfera son clave en el funcionamiento de la Tierra. Afirma el informe actualizado que cuatro de los nueve límites establecidos en 2009 han sido traspasados. Estos límites están relacionados con cambio climático, pérdida de biodiversidad (renombrado «integridad de la biosfera»), cambios en el uso de la tierra (renombrado «cambios en el sistema terrestre») y la alteración de los ciclos biogeoquímicos: nitrógeno y fósforo. La Figura 3 ilustra los límites planetarios en 2015.

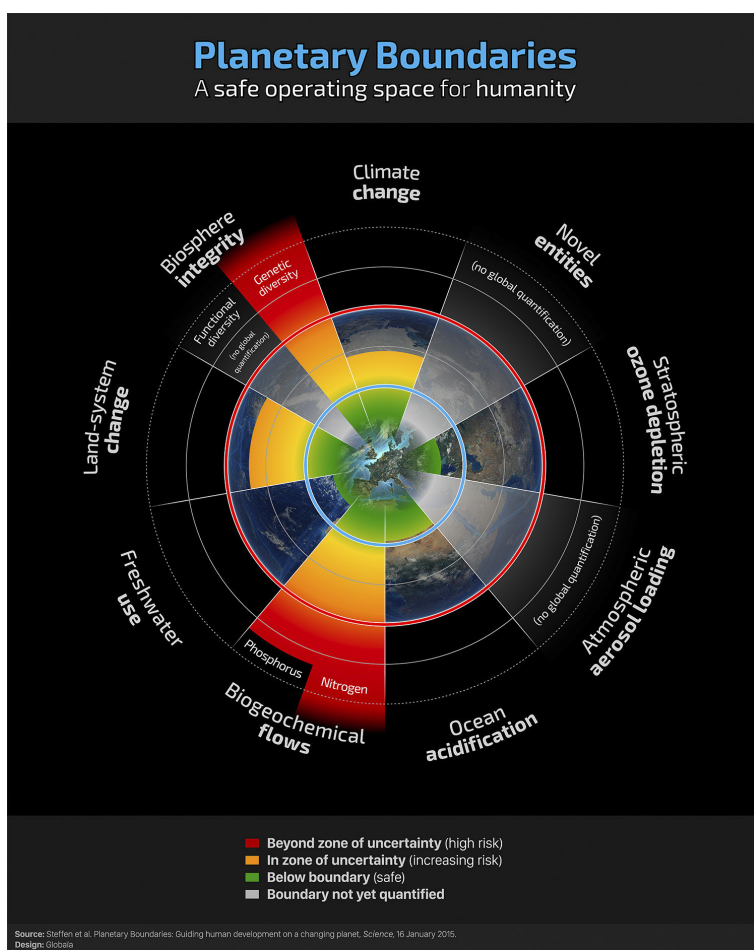


Figura 3. Límites planetarios (2015). Fuente: Steffen et al. (2015).

²⁵ Imagen disponible en http://www.stockholmresilience.org/images/18.3110ee8c-1495db74432676c/1421678696891/PB_FIG33_globaia+16+Jan.jpg

A pesar de haber traspasado varios de los límites planetarios planteados, los autores de este estudio aseveraban que era posible revertir la trasgresión de dichos límites. Para ello, la sociedad tendría que transformarse radicalmente en un muy breve período de tiempo. En la presente década el objetivo consistiría en pasar de la visión lineal, basada en el crecimiento ininterrumpido, a una sociedad que se desarrolla dentro de un sistema finito. Usando la jerga económica este objetivo equivaldría a la transición del modelo lineal de extracción, uso y desecho de residuos a una visión circular en el que el sistema económico se biomimetiza para hacer un uso crecientemente eficiente de todos los recursos²⁶. Dicha transición hacia una economía circular, con mayor presencia de energías renovables en el *mix* energético, es una demanda de la recientemente publicada encíclica del Papa²⁷ al igual que un objetivo estratégico de la Unión Europea²⁸. Una vez más nos encontramos ante una necesidad imperiosa de cambio y transformación hacia una nueva modernidad que se asemeje al equilibrio dinámico del medio ambiente, dentro de los límites que este impone. Una tarea hercúlea.

Cambio climático

Un clima estable es, técnicamente, un bien público global, no rival y no excluible. El cambio climático atenta contra este bien mostrándose como el Goliat de las externalidades²⁹, el mayor fallo de mercado. Tanto el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático como autores de la talla de Martin Weitzman o Nicholas Stern, entre otros, han advertido sobre los efectos potencialmente irreversibles y catastróficos ocasionados por el cambio climático. A continuación se presentan de manera sucinta las principales causas y consecuencias del cambio climático, señalando que las omisiones en los modelos climáticos, en los modelos de impactos y en los modelos económicos subestiman de manera sistemática el verdadero alcance del problema³⁰.

²⁶ European Commission: «Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe». 2014b. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0398&from=EN>

²⁷ Vid. *op. cit.* Nota 18.

²⁸ http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

²⁹ Las externalidades negativas se pueden definir como aquellas consecuencias derivadas de las acciones del hombre que afectan a terceros que no son compensados por estar expuestos a dichas consecuencias.

³⁰ STERN, Nicholas. «The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risks onto already Narrow Science Models». *Journal of Economic Literature*, 2013, 51(3), pp. 83-859.

Causas del cambio climático: variabilidad natural y variabilidad antropogénica

El clima de la Tierra está en constante cambio. Dicho cambio es el resultado tanto de variaciones de origen natural como de variaciones de origen antropogénico. La variabilidad natural puede ser tanto externa (por ejemplo, proveniente de la variación en la radiación solar recibida por la tierra) como interna (causada por la interacción entre los océanos, la atmósfera y la biosfera). Las variaciones de origen antropogénico se deben a las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la quema de combustibles fósiles, cambios en los usos de la tierra y generación de residuos, principalmente.

El Gráfico 1 a continuación muestra las concentraciones de CO_2 (principal gas de efecto invernadero) en los últimos 650.000 años.

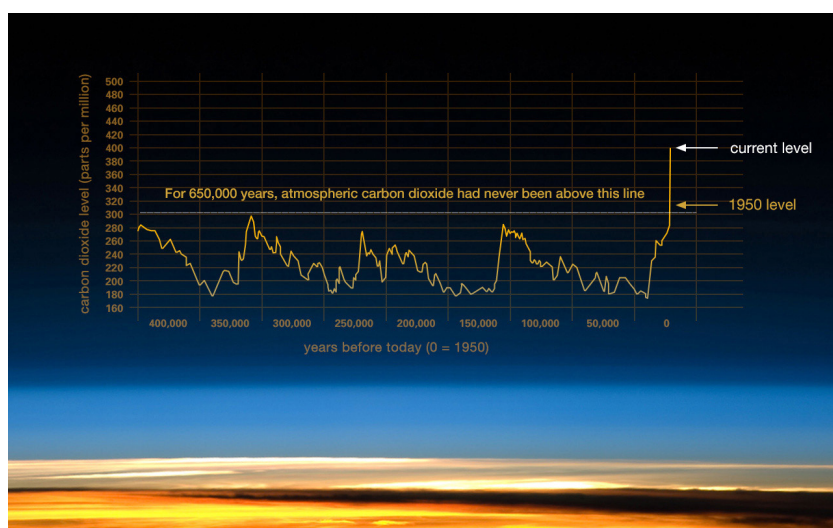


Gráfico 1. Concentraciones históricas de CO_2 en la atmósfera.

Fuente: <http://climate.nasa.gov/evidence/>.

Es, precisamente, el traspaso de la línea horizontal del Gráfico 1 lo que confiere naturaleza líquida al problema del cambio climático. Con ese cambio cualitativo, el CO_2 , cuyas concentraciones han permanecido prácticamente constantes a lo largo de la historia, pasa a adquirir una variabilidad medible en una escala temporal humana. En este sentido, el cambio climático observado desde 1950 es, según el último informe del IPCC (2013, 2014), inequívoco, de origen antropogénico y de dimensiones sin precedentes en decenios o milenios.

A modo de ilustración del aumento de las temperaturas desde 1880 hasta 2005, vea el Gráfico 2 a continuación sobre el que William Nordhaus comenta que el aumento medio global de las temperaturas en el último siglo es uno de los datos más robustos de la ciencia del clima.

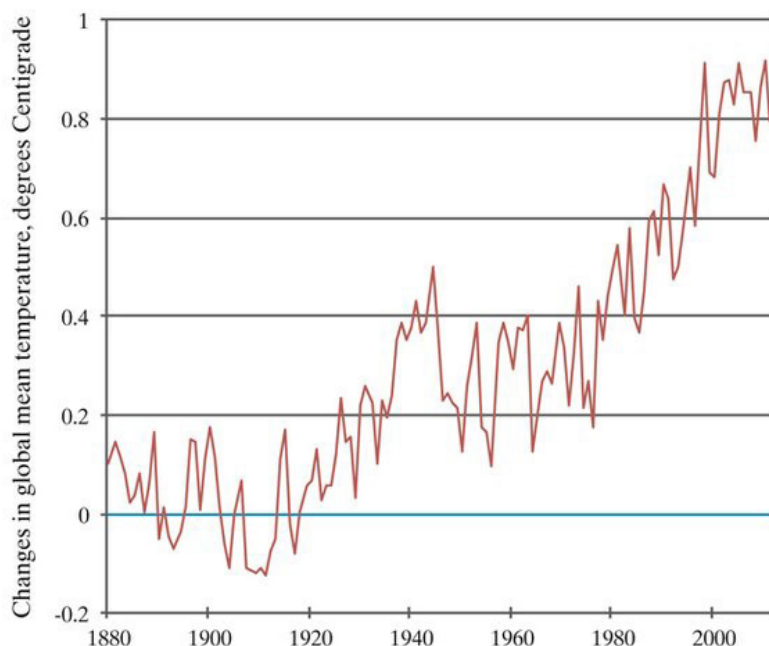


Gráfico 2. Cambios en la temperatura media global en grados centígrados (1880-2005).
Fuente. Nordhaus (2012).

La siguiente pregunta que podríamos hacernos es si podemos explicar el fenómeno del cambio climático atendiendo únicamente a factores naturales. Ya el Cuarto Informe de Evaluación del *IPCC* afirmaba que ningún modelo climático que use únicamente los forzamientos naturales, es decir, factores naturales de calentamiento, ha sido capaz de reproducir el aumento medio de las temperaturas de la segunda mitad del siglo XX. En este sentido, diversos expertos en modelos climáticos llevaron a cabo un experimento cuyo objetivo era saber si se podían replicar con los modelos climáticos las temperaturas observadas entre 1900 y 2005 con y sin forzamiento antropogénico del clima.

En el caso 1, correspondiente al Gráfico 3 a continuación, los modelizadores incluyeron tanto los factores de forzamiento natural como factores de forzamiento antropogénico. En el caso 2, correspondiente al Gráfico 4 a continuación, los modelizadores incluyeron únicamente los factores de forzamiento natural.

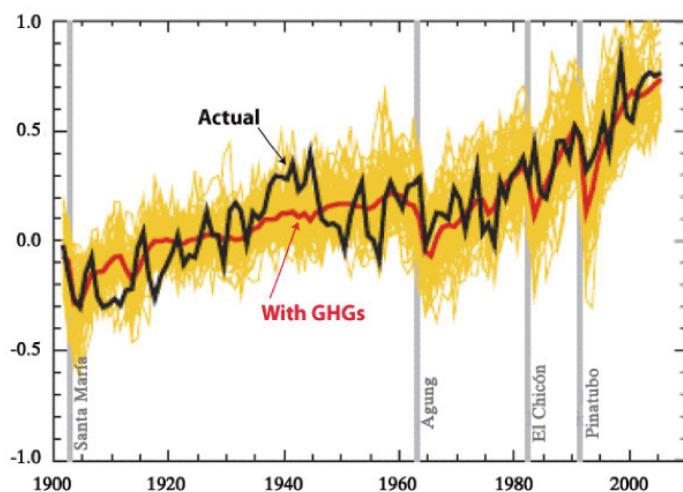


Gráfico 3³¹. Comparación entre las anomalías medias globales térmicas (°C) derivadas de observaciones (línea negra) y las estimaciones de los modelos incluyendo factores naturales y antropogénicos (línea roja, media; líneas amarillas, estimaciones de distintos modelos). Fuente: IPCC (2007b: 685).

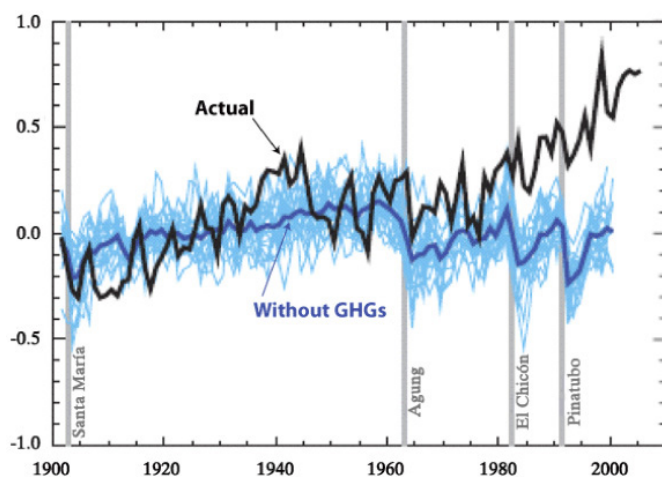


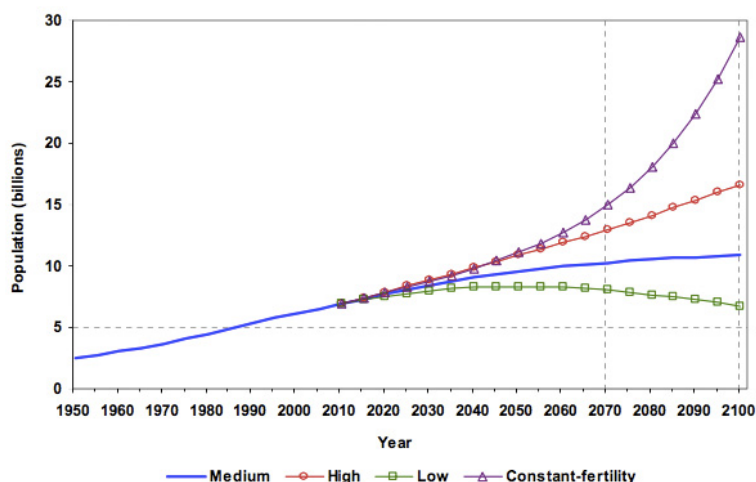
Gráfico 4. Comparación entre las anomalías medias globales térmicas (°C) derivadas de observaciones (línea negra) y las estimaciones de los modelos incluyendo solo factores naturales (línea azul oscuro, media; líneas azul claro, estimaciones de distintos modelos). Fuente: IPCC (2007b: 685).

³¹ En el gráfico 3, la palabra inglesa «actual» significa «observaciones reales» en español.

Los resultados de este análisis muestran claramente que solo si se incluyen tanto los factores de forzamiento natural como los factores de forzamiento antropogénico (Gráfico 3) se pueden reproducir las temperaturas observadas. No incluir los factores de forzamiento antropogénico (Gráfico 4) subestima en 0,7 °C las temperaturas.

Respondida la pregunta relativa al origen antropogénico del cambio climático, ahondamos ahora en los factores antropogénicos específicos que resultan en la emisión de gases de efecto invernadero. Según la Identidad de Kaya³² dichos factores son la población, el crecimiento económico y el uso de energía, estando estos tres factores positivamente relacionados con las emisiones de efecto invernadero. A estos tres factores habría que añadir la tendencia hacia la urbanización del planeta.

En lo referente a las predicciones relativas a los factores antropogénicos causantes del cambio climático, Naciones Unidas estimaba en 2013 que la población a mediados de siglo alcanzará la cifra de 9.600 millones de personas³³ (vea el Gráfico 5 a continuación), creciendo con mayor intensidad en países en desarrollo, especialmente en África.



Source: Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat (2013). *World Population Prospects: The 2012 Revision*. New York: United Nations.

Gráfico 5. Población mundial (en miles de millones) 1950-2100 según distintas predicciones. Fuente: United Nations (2013b: 1).

³² <http://www.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=50>

³³ Según Naciones Unidas, las previsiones se basan en las proyecciones medias que suponen un descenso en la población para aquellos países con familias numerosas y un ligero aumento de la fertilidad para países en los que la fertilidad es inferior a dos niños por mujer en media.

La economía mundial crecerá, según Pricewaterhouse Coopers³⁴, un 3 por ciento anual hasta 2050, triplicando su tamaño actual y continuando con la tendencia hacia el desplazamiento del poder económico mundial desde Estados Unidos, Europa occidental y Japón, hacia economías emergentes, especialmente en Asia. En materia energética, la Agencia Internacional de la Energía estimaba en 2014 en su «escenario de nuevas políticas» que la demanda energética mundial crecerá a un ritmo del 1,1 por ciento anual, aumentando un 37 por ciento hasta 2040³⁵.

Por último, las ciudades ocupan menos del 2 por ciento de la superficie terrestre de la Tierra, pero en ellas habita más de la mitad de la población mundial, cifra que se elevará al 70 por ciento en 2050³⁶. Las ciudades consumen las tres cuartas partes de la energía mundial y emiten también el 75 por ciento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, las ciudades son una pieza clave del motor económico mundial ya que en ellas se produce alrededor de tres cuartas partes del PIB mundial.

De los datos anteriormente expuestos se deriva que las emisiones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico seguirán creciendo si las tendencias se confirman y se mantiene el actual *mix* energético global.

Por gases, el principal responsable del cambio climático es el CO₂ proveniente de la quema de combustibles fósiles, seguido del metano y del CO₂ proveniente de cambios en los usos de la tierra. El Gráfico 6 a continua-

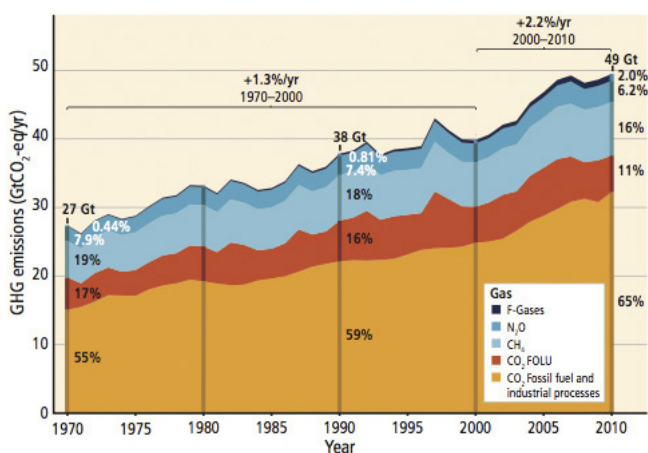


Gráfico 6. Emisiones totales anuales de GEI por gas entre 1970 y 2010.
Fuente: IPCC (2014: 5).

³⁴ Pricewaterhouse Coopers. «The World in 2050: will the shift in global economic power continue?». PwC, 2015. Disponible en <http://www.pwc.com/gx/en/issues/the-economy/assets/world-in-2050-february-2015.pdf>

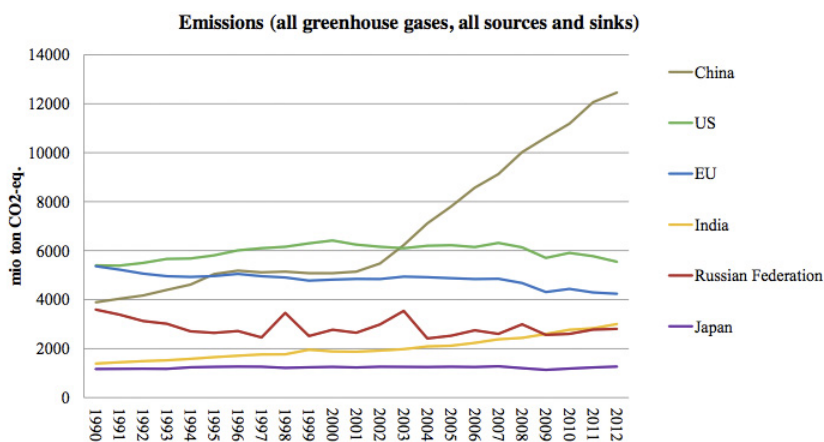
³⁵ International Energy Agency. *World Energy Outlook 2014*. Disponible en <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2014/>

³⁶ OECD: *Cities and Climate Change*, OECD Publishing, París, 2010.

ción ilustra la evolución en las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero entre 1970 y 2010.

Por países, en cifras globales, medidas en millones de toneladas de CO₂e, China, Estados Unidos, la Unión Europea, India, Rusia y Japón son los principales emisores de gases de efecto invernadero.

El Gráfico 7 presenta las emisiones totales de los países y regiones citados desde 1990 hasta 2012.

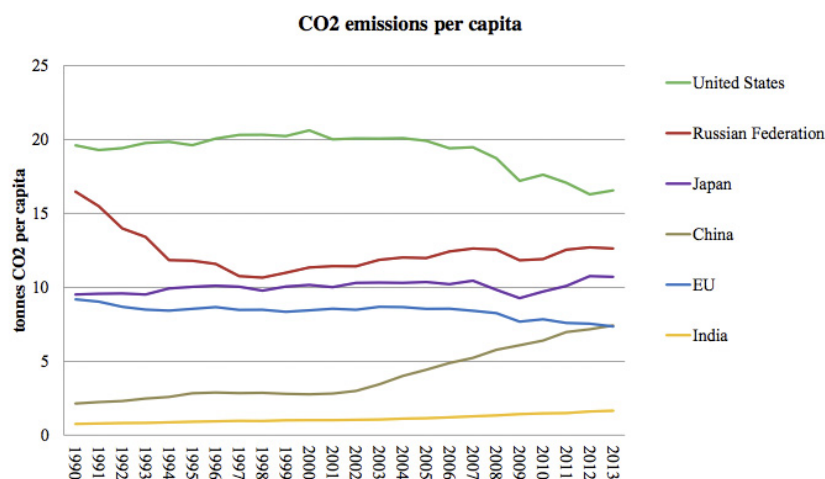


Source historical emissions data: inventories data to the UNFCCC (http://unfccc.int/national_reports/), emissions with Land Use, Land-Use Change and Forestry; for China and India data from EDGAR, all GHG emission, all sources and sinks, excl. forest and peat fires

Gráfico 7. Emisiones totales de todos los GEI, fuentes y sumideros 1990-2012.
Fuente: European Commission (2015: 2).

De los principales emisores de GEI, en términos per cápita, Estados Unidos encabeza el *ranking* de las emisiones de gases de efecto invernadero seguido de Rusia, Japón, China, la Unión Europea e India. El Gráfico 8 a continuación ilustra la evolución de las emisiones per cápita entre 1990 y 2012.

Lo expuesto con anterioridad en este apartado identifica el aumento medio global de las temperaturas como una de las observaciones más robustas de la ciencia climática. Además, los modelos climáticos solo pueden reproducir adecuadamente las temperaturas si se incluyen las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por el hombre. Dichas emisiones vienen fundamentalmente derivadas de la quema de combustibles fósiles y del cambio en los usos de la tierra. En la atribución de responsabilidades en términos per cápita, Estados Unidos ha estado a la cabeza de los principales contaminadores desde 1990, seguido por Rusia y Japón. Es interesante ver cómo China ha adelantado a la Unión Europea en emisiones per cápita y cómo la India es el único de los grandes contaminadores con emisiones por debajo de 2 toneladas de CO₂ per



Source : CO₂ emissions per capita from fossil-fuel use and cement production, trends in global CO₂ emissions, 2014 Report, PBL, JRC

Gráfico 8. Emisiones de CO₂ per cápita de los principales emisores 1990-2013.

Fuente: European Commission (2015: 2).

cápita³⁷. Es preciso recordar que para evitar una interferencia peligrosa con el clima las emisiones per cápita deben situarse en 1,7 toneladas al año.

Impactos y consecuencias del cambio climático

Como se apuntaba en la introducción de esta sección, los modelos climáticos, los modelos de los impactos del cambio climático y los modelos económicos subestiman la dimensión del problema del cambio climático. A continuación se presentan brevemente las principales limitaciones de los modelos mencionados para dar paso a la descripción de las consecuencias que dichos modelos prevén.

Los modelos climáticos a menudo ignoran los efectos de los puntos de no retorno que supondrían «la existencia de un umbral crítico a partir del cual una mínima perturbación podría alterar cualitativamente el estado o el desarrollo de un sistema»³⁸. En concreto, los modelos climáticos suelen omitir: el derretimiento del permafrost y la consiguiente emisión de metano, el colapso de los casquetes polares, la emisión del metano procedente del lecho marino y las interacciones del cambio climático con los ecosistemas y con la biodiversidad. Además, hay una subestimación

³⁷ <http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC>

³⁸ LENTON, Timothy M. «Tipping elements in the Earth's climate system», *Proceedings of the National Academy of Sciences*, February 2008, Vol. 105, n.º 6, pp. 1786-1793.

en los modelos climáticos relativa a la acidificación de los océanos, el colapso de la circulación termohalina, el colapso de la Amazonía y de otros bosques tropicales y el comportamiento dinámico de otros sistemas complejos. También es preocupante que los actuales modelos climáticos no sean capaces de replicar eventos climáticos significativos del pasado³⁹.

Por otro lado, los «modelos de impactos», aquellos que se ocupan de las consecuencias que el cambio climático tendrá para la población, no incluyen, por ejemplo, los impactos no lineales del cambio climático en los cultivos. Tampoco reflejan en su totalidad los efectos de los cambios en la disponibilidad de agua. Además, hay muy pocos modelos de impactos que estimen las consecuencias del cambio climático para escenarios de calentamiento medio global de 4 °C o más. Por último, la modelización de las migraciones ocasionadas por el cambio climático es limitada hasta el momento.

A las omisiones y limitaciones de los modelos climáticos y de los modelos de impactos se suman las limitaciones de los «modelos económicos». Estos últimos modelos presuponen que los impactos del cambio climático van a ser moderados y, por lo tanto, en general no incluyen los eventos climáticos extremos o las catástrofes. Además, los modelos no consideran las consecuencias sociales, como los posibles conflictos agravados o iniciados debido a la competencia por los recursos naturales. Estas omisiones implican que la mayoría de los modelos económicos solo informan sobre aquellos costes que pueden ser analizados de manera precisa por modelos de equilibrio general computable. Es decir, los datos que no son suficientemente precisos para permitir una adecuada modelización, ya sea por lo extremo e impredecible de sus consecuencias, ya sea porque no hay un mercado para cierto tipo de bienes y servicios (por ejemplo, la pérdida de una especie endémica), no se reflejan en los resultados de los modelos económicos del cambio climático. Otra omisión fundamental de estos modelos es que no tienen en cuenta las interacciones entre los impactos⁴⁰. Por último, la elección de las tasas de descuento para comparar costes y beneficios que ocurren en distintos períodos temporales depende en cada modelo de la importancia que le demos a los costes y beneficios ambientales que afectan a distintas generaciones, una cuestión ética y práctica que está lejos de ser resuelta.

Así pues, las consecuencias que se detallan a continuación no pueden considerarse más que el extremo inferior del rango de posibles impactos del cambio antropogénico del clima.

³⁹ Vid. STERN, Nicholas, *op. cit.*, nota 27, pp. 842-843.

⁴⁰ DIETZ, Simon; STERN, Nicholas, y ZENGHELIS, Dimitri. «Reflections on the Stern review (1). A Robust Case for Strong Action to Reduce the Risks of Climate Change», *World Economics*, 2007, 8(1), pp. 121-168.

Medio ambiente

Algunas de las principales consecuencias ambientales derivadas del cambio climático a nivel global incluyen: cambios en los patrones de temperatura y precipitaciones, aumento en el nivel del mar, variaciones en los ecosistemas y aumento de los fenómenos meteorológicos extremos. A continuación se resumen brevemente los principales resultados del Quinto Informe de Evaluación del IPCC en relación con dichas consecuencias ambientales.

Temperaturas

Entre 1880 y 2012 el aumento medio global de las temperaturas⁴¹ ha sido de 0,85 °C. El IPCC estima que a finales del siglo XXI las temperaturas medias globales pueden incrementarse entre 3,7 y 4,8 °C con relación a la media de las temperaturas experimentadas entre 1850 y 1900 si no aumentamos nuestros esfuerzos de reducción de emisiones. Es necesario recordar que un aumento de la temperatura media global mayor de 2 °C en relación a la era preindustrial supondría adentrarnos en un escenario de interferencia peligrosa con el sistema climático.

La Figura 4 a continuación, proveniente del Cuarto Informe del IPCC, muestra las principales consecuencias del cambio climático para distin-

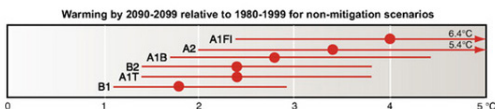
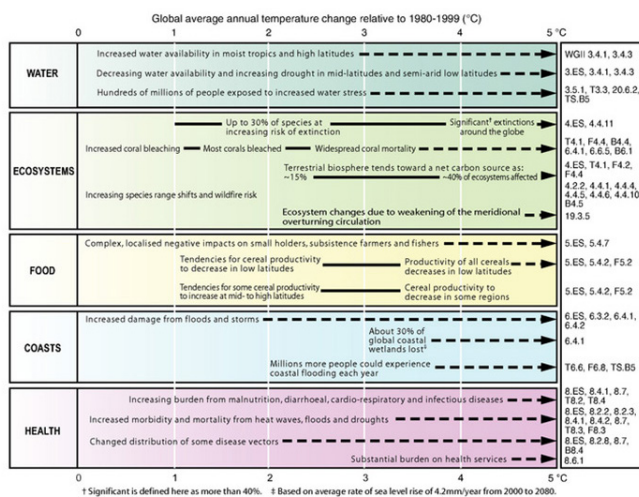


Figura 4. Consecuencias del aumento medio global de las temperaturas.
Fuente: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/figure-3-6.html

⁴¹ Teniendo en cuenta tanto la temperatura de la superficie terrestre como la temperatura de la superficie del océano.

tos aumentos de las temperaturas medias globales. Al afectar a un espectro muy amplio de entornos es una muestra más de su naturaleza líquida y permeable.

Aumento en el nivel del mar

El Quinto Informe de Evaluación del *IPCC* afirma que la tasa de aumento del nivel del mar que ha tenido lugar desde mediados del siglo XIX ha sido mayor que en los últimos dos mil años. Desde principios del siglo XX y hasta 2010 el aumento medio del nivel del mar fue de 19 cm. En el último cuarto del siglo XXI se espera que el nivel del mar aumente entre 26 cm y 98 cm en media a nivel global, dependiendo del escenario analizado, en comparación con el periodo 1986-2005. Las consecuencias para los países con una proporción significativa de su población viviendo en la costa y para los Estados insulares serán graves, especialmente para países en desarrollo debido a su vulnerabilidad y a su falta de capacidad de adaptación⁴².

Agua

A pesar de la incertidumbre inherente a las predicciones sobre la disponibilidad de agua y las precipitaciones, los últimos estudios analizados en el Quinto Informe del *IPCC* apuntan a que se exacerbarán las tendencias existentes.

Las zonas áridas y semiáridas (como por ejemplo el sur de Europa, la mayor parte de América, el sur de Australia y gran parte de África) tendrán menores precipitaciones. La consecuencia de ello es que cientos de millones de personas quedarán expuestas a estrés hídrico⁴³ (*IPCC*, 2007a). Además, países menos desarrollados cuya estructura económica es de base agrícola (por ejemplo, países de África subsahariana) o países cuyo aporte hídrico depende en gran medida de los glaciares (países en desarrollo en América Latina y en Asia) son muy vulnerables a las reducciones en las precipitaciones y a las reducciones en la disponibilidad de agua⁴⁴. Pero incluso países desarrollados en el área del Mediterráneo, el suroeste de Estados Unidos o Australia se verán afectados en lo que a su producción agrícola se refiere. También las regiones urbanas en países desarrollados sufrirán de manera significativa la falta de agua. Por otro lado, las zonas húmedas experimentarán un aumento en las precipitaciones (los trópicos y las latitudes más altas, por

⁴² RIVERA, Alicia. «El mar subirá hasta 0,80 metros en España por el cambio climático», *Diario El País*, 24 de septiembre de 2014. Disponible en http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/09/24/actualidad/1411585542_946724.html

⁴³ Por estrés hídrico nos referimos a un exceso de demanda de agua durante un período determinado.

⁴⁴ SHEA, J. M.; IMMERZEEL, W. W.; WAGNON, P.; VINCENT, C., y BAJRACHARYA, S. «Modelling glacier change in the Everest region, Nepal Himalaya». *The Cryosphere*, 9, 1105-1128, doi:10.5194/tc-9-1105-2015, 2015.

ejemplo). Por último, se esperan precipitaciones extremas más frecuentes a medida que aumenta la temperatura media global.

Deshielo ártico y de los glaciares

No hay espacio en este capítulo para tratar *in extenso* las consecuencias que el retroceso del hielo ártico tendrá sobre distintos factores económicos, políticos, legales y de todo tipo. Lo llamativo del fenómeno del deshielo estival de buena parte de las costas siberianas está, no obstante, restando el protagonismo que merece a otros efectos como la desaparición del permafrost siberiano y la liberación de grandes cantidades de metano contenidas en él⁴⁵.

También es llamativo el deshielo de los glaciares, en particular los andinos y los de las grandes cordilleras asiáticas. La desaparición de estas reservas de agua dulce empezará a tener efectos muy notorios sobre las poblaciones, los cultivos y la vegetación general de regiones que albergan una rica biodiversidad y son importantes sumideros de CO₂. En el caso andino, la ausencia de precipitaciones en la vertiente pacífica de la cordillera hace que esta solo sea habitable gracias al aporte del deshielo. Hay pocas esperanzas de que el cambio en el patrón de las precipitaciones que se está viendo en todo el mundo vaya a contrarrestar la falta de agua procedente del deshielo en las regiones anteriormente mencionadas.

Alteración de las corrientes termohalinas

Las corrientes *termohalinas* son aquellas cuya circulación en los océanos está regulada por la temperatura (*thermos*) y la salinidad (*halinos*) del agua. Quizás la más conocida sea la Corriente del Golfo. Son un caso claro de la complejidad del sistema climático al convertirse en causa y efecto del mismo. Sus flujos se ven alterados por el vertido de grandes cantidades de agua dulce del deshielo, principalmente del Ártico. Estas grandes masas de agua disminuyen la salinidad del Atlántico —en el caso de la Corriente del Golfo— y también la temperatura media de las aguas⁴⁶.

En un sistema complejo como este, la posición de los sistemas de presión atmosférica depende de las corrientes *termohalinas*. En el Atlántico norte, es el anticiclón de las Azores el que se posiciona en función de la ubicación de la corriente submarina. El anticiclón, a su vez, determina los ciclos de pluviosidad en Europa y es, en buena parte, el responsable de

⁴⁵ El metano tiene veinticinco veces más poder de calentamiento que el CO₂.

⁴⁶ BOULTON, C. A. *et al.* «Early warning signals of Atlantic Meridional Overturning Circulation collapse in a fully coupled climate model». *Nat. Commun.* 5:5752 doi: 10.1038/ncomms6752 (2014). <http://www.nature.com/ncomms/2014/141208/ncomms6752/full/ncomms6752.html>

las diferencias de precipitaciones que experimenta la península ibérica respecto de otras latitudes continentales.

De este modo, a través de su efecto sobre las corrientes *termohalinas*, el deshielo ártico termina por determinar la pluviosidad en España y, probablemente, también su temperatura si la Corriente del Golfo se desplaza hacia otras latitudes.

Ecosistemas

Las especies y los ecosistemas tienen una capacidad de adaptación notable. Así, determinadas especies pueden migrar en busca de climas más propicios si las temperaturas de un área determinada cambian. Sin embargo, esta capacidad de adaptación es limitada, especialmente a partir de un incremento de 2 °C. De hecho, hasta el 30 por ciento de las especies podrían desaparecer si la temperatura global media aumenta en más de 1 °C en comparación con las temperaturas experimentadas entre 1980 y 1999 (vea la Figura 4). Para aumentos de la temperatura superiores a 4 °C en comparación con la era preindustrial se esperan cambios ecosistémicos y pérdida de biodiversidad significativos⁴⁷.

Agricultura y seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria depende, entre otros factores, de las expectativas de crecimiento económico a largo plazo, de los niveles preexistentes de desnutrición de la población, del posicionamiento de los países en los mercados agrícolas mundiales y de la capacidad de adaptación.

A pesar de que mayores temperaturas medias globales podrían aumentar la producción de ciertos cultivos (por ejemplo, el trigo en España⁴⁸), el consenso en la comunidad científica internacional indica que la seguridad alimentaria se vería amenazada a nivel global para escenarios de calentamiento superiores a los 4 °C en comparación con la era preindustrial⁴⁹.

Salud

Al igual que el resto de los impactos del cambio climático, aquellos que afectan a la salud de los ciudadanos afectan de diferente manera a los habitantes de distintos países. Habrá consecuencias positivas de un au-

⁴⁷ Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. *Turn Down the Heat. Why a 4 °C Warmer World Must be Avoided*. November 2012. World Bank.

⁴⁸ Met Office Hadley Centre. *Climate: Observations, projections and impacts*. Spain. 2011. Department of Energy and Climate Change. Disponible en: <http://www.metoffice.gov.uk/media/pdf/k/i/i/Spain.pdf>

⁴⁹ *Ibid.*

mento moderado de las temperaturas como por ejemplo la disminución de muertes ocasionadas por el frío. Aun así, se espera que los efectos negativos sobre la salud prevalezcan sobre los positivos.

La desnutrición exacerbada a causa del cambio climático, las muertes ocasionadas por la mayor prevalencia de fenómenos meteorológicos extremos, el aumento de las enfermedades infecciosas y los problemas respiratorios y cardíacos, afectarán de manera desproporcionada a los países en desarrollo, en especial a las mujeres⁵⁰.

El desplazamiento de condiciones climáticas hacia el norte propiciado por el calentamiento global no se presenta solo. El cambio climático podría favorecer un aumento de casos de dengue, virus del Nilo occidental o la fiebre Chikungunya, entre otros⁵¹.

Por último, los impactos del cambio climático serán diferentes dependiendo de la zona analizada. La Figura 5 a continuación presenta dichos impactos por regiones, especificando el grado de confianza relativo a si los impactos tienen su origen en el cambio climático.

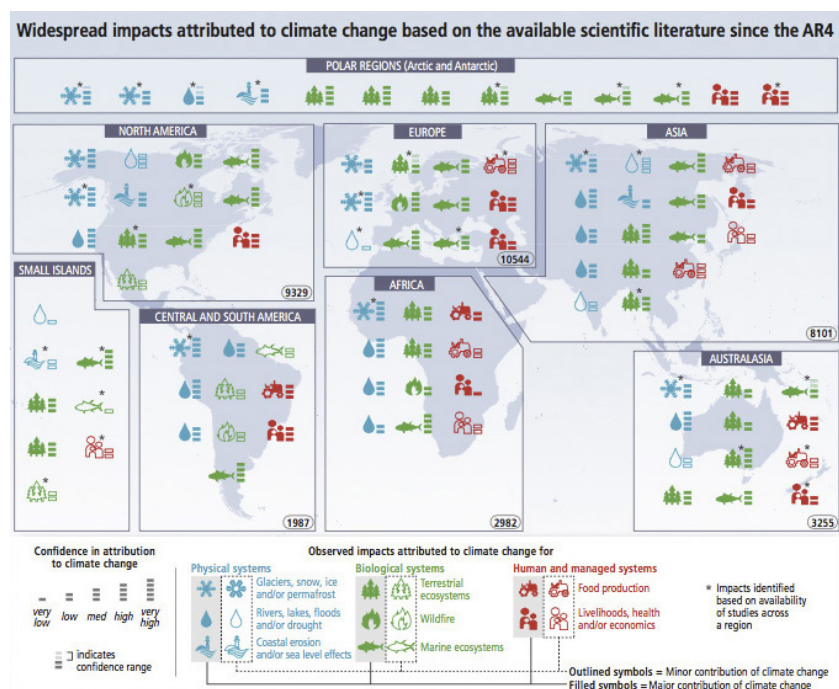


Figura 5. Impactos del cambio climático por regiones. Fuente: IPCC (2014a: 7).

⁵⁰ <http://www.transicionenergeticaycc.org/web/es/foro/post/Cambio-climatico-y-mujer/>

⁵¹ http://www.oscc.gob.es/en/general/salud_cambio_climatico/enfermedades_infecciosas_en.htm

Para conseguir limitar el aumento global medio de las temperaturas a 2 °C el *IPCC* estima que sería necesario reducir las emisiones de CO₂ entre un 40 y un 70 por ciento en 2050 en relación con las emisiones de 2010. A finales de siglo las emisiones deberían ser cercanas a cero, suponiendo esto una revolución hacia una economía, política y sociedad completamente descarbonizadas.

Economía

Afirmaba Martin Weitzman en 2009 que el cambio climático había puesto a prueba la disciplina de la economía más allá del análisis marginal y del entorno de los mercados. Además, los gases de efecto invernadero residen en la atmósfera durante muchos años y hay una probabilidad no despreciable de una reducción «desastrosa» de bienestar del planeta⁵². Todo ello se conjuga con el análisis, en general cortoplacista, de empresas, Gobiernos e individuos. Estos factores, añadidos a las limitaciones en la modelización detalladas con anterioridad, invitan a contextualizar los datos de las consecuencias económicas del cambio climático.

Estudios empíricos relativamente recientes afirman que, en el pasado, aumentos de las temperaturas de 1 °C en países en desarrollo han supuesto reducciones del PIB del 1,3 por ciento que han afectado al sector agrícola, al industrial y a la estabilidad política de dichos países. Los efectos de las variaciones en los patrones de precipitaciones son menos acusados que los de las temperaturas⁵³.

Las estimaciones de los costes futuros a nivel macroeconómico derivadas del cambio climático dependen de manera significativa de los modelos y sus supuestos. Stern, por ejemplo, afirmaba que el cambio climático podía suponer una reducción en el crecimiento de entre el 5 y el 20 por ciento ahora y en el futuro, si no se tomaban medidas de mitigación contundentes a corto plazo.

En lo relativo a los costes de estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero el *IPCC* afirmaba en 2007 que, dependiendo de los escenarios de estabilización de los gases de efecto invernadero, los impactos económicos oscilaban entre la obtención de ganancias del 1 por ciento del PIB mundial y las pérdidas del 5 por ciento del PIB global. La Tabla 1 a continuación presenta la información detallada sobre distintos escenarios de estabilización y sus costes en dos horizontes temporales, 2030 y 2050.

⁵² WEITZMAN, Martin. «On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change». *Review of Economics and Statistics*, (2009). 91(1), pp. 1-19.

⁵³ RICHARDSON, Katherine; STEFFEN, Will, y LIVERMAN, Diana. «Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions». Cambridge University Press, Cambridge, 2011.

Nivel de estabilización (ppm de CO ₂ -eq)	Mediana de la reducción del PIB ^{a)} (%)		Franja de reducción del PIB ^{a)} (%)		Reducción del promedio anual de las tasas de crecimiento del PIB (en puntos porcentuales) ^{c, d)}	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
445 – 535 ^{e)}	No disponible		<3	<5,5	< 0,12	< 0,12
535 – 590	0,6	1,3	0,2 y 2,5	ligeramente negativo y 4	< 0,1	< 0,1
590 – 710	0,2	0,5	-0,6 y 1,2	-1 y 2	< 0,06	< 0,05

Notas:
Los valores indicados en esta tabla corresponden al conjunto de todas las publicaciones científicas para todos los niveles de referencia y escenarios de mitigación que arrojan cifras del PIB.
a) PIB mundial basado en los tipos de cambio de mercado.
b) Se indican cuando proceden los percentilos 10 y 90 de los datos analizados. Los valores negativos indican aumentos del PIB. En la primera línea (445-535 ppm de CO₂-eq) se indica la cota superior estimada de los estudios publicados únicamente.
c) El cálculo de la reducción de la tasa de crecimiento anual está basado en el promedio de la reducción conseguida durante el periodo estudiado que daría lugar a la disminución indicada del PIB de aquí a 2030 y a 2050, respectivamente.
d) El número de estudios es relativamente pequeño, y sus niveles de referencia suelen ser bajos. Niveles de referencia de las emisiones altos suelen arrojar costos superiores.
e) Los valores corresponden a la estimación más alta de la reducción del PIB (tercera columna).

Tabla 1. Variación del PIB global para distintos escenarios de estabilización.
Fuente: IPCC (2007a: 69).

El IPCC concluía en su informe de 2007 que el cambio climático muy probablemente suponga un coste neto para el crecimiento económico global. Además, estos costes aumentan a medida que aumenta la temperatura.

Estudios más recientes, cuyos datos recoge el Quinto Informe del IPCC (2014b), afirman que el impacto económico del cambio climático oscilaría entre un aumento menor del 3 por ciento del PIB global para aumentos de la temperatura media global de 1 °C en comparación con la era pre-industrial y una pérdida cercana al 12 por ciento del PIB global para aumentos de las temperaturas de más de 3 °C. El Gráfico 9 a continuación presenta los impactos sobre el crecimiento económico de distintos niveles de aumento de las temperaturas. Los análisis más recientes también indican que los costes de estabilización del cambio climático han aumentado ya que el retraso en la acción supone costes mayores de la mitigación⁵⁴.

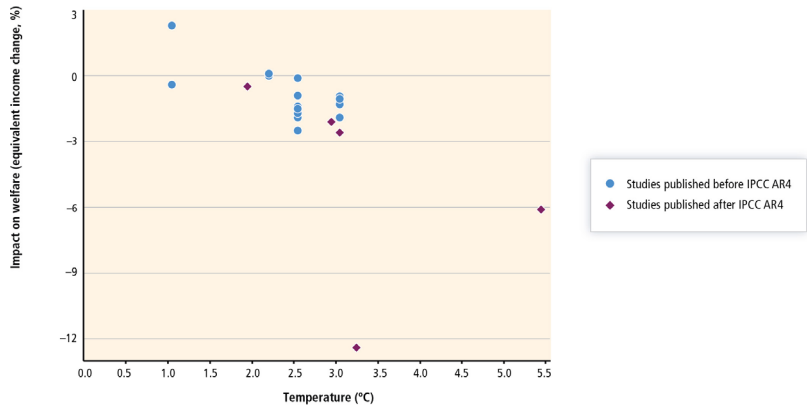


Figure 10-1 | Estimates of the total impact of climate change plotted against the assumed climate change (proxied by the increase in the global mean surface air temperature); studies published since IPCC AR4 are highlighted as diamonds; see Table SM10-1.

Gráfico 9. Impacto económico global del cambio climático (PIB %) para distintas temperaturas (°C). Fuente: (IPCC, 2014b: 84).

⁵⁴ FLOATER, Graham. Comunicación personal. *Climate Change & Global Economy*. «Low Carbon Growth: Cities leading the next economy». London School of Economics and Political Science y Fundación Ramón Areces. Madrid, 6-8 de julio de 2015.

No obstante, más allá de las cifras, que seguro se revisarán en el futuro cuando haya más datos disponibles, es preciso plantearse si queremos asegurarnos, actuar, por un futuro con un clima más estable, menos extremo, que permita la vida en la Tierra en condiciones habitables.

Sociedad: migraciones ambientales y su contexto

Las migraciones poblacionales responden a múltiples factores. Aunque el económico suele estar presente en la mayor parte de los casos, el origen de la depauperación suele ser más complejo de analizar. La pérdida de oportunidades —incluso la pérdida de esperanza— tiene uno de sus orígenes en la degradación de la capacidad productiva del entorno desde el origen de los tiempos.

Factores como, por ejemplo, la deslocalización de las industrias productivas y altamente contaminantes contribuye a un sustancial empeoramiento de las condiciones medioambientales a cambio de una magra promesa de ingresos en industrias cuyos principales beneficiarios siguen estando lejos de los lugares donde se sufren sus efectos.

Ni las migraciones son nada nuevo, ni son necesariamente un fenómeno negativo⁵⁵. Los movimientos masivos de personas son un síntoma de que algo no está bien —o, simplemente, está peor de lo que estaba— en algún lugar.

A partir de ahí, el desplazamiento de personas implica una serie de retos y oportunidades. Por un lado, permite equilibrar oferta y demanda, por otro, requiere de una planificación adecuada para que este equilibrio se produzca. Los actuales repartos de expatriados que se están produciendo, por ejemplo, en Europa no responden, desgraciadamente, a este concepto de equilibrio, sino a una distribución más o menos pactada de la carga que supone administrar una sobreoferta.

En cualquier caso, la misma causa de las migraciones ofrece una posibilidad para su mitigación. Más que el establecimiento de fronteras pretendidamente impermeables o del sostenimiento de Estados tapón punitivos, la deslocalización de industrias hacia regiones en desarrollo en los márgenes de los países de destino puede permitir una mayor eficiencia en la producción, un aprovechamiento de los recursos humanos a nivel global y un alivio para el equilibrio oferta-demanda de las condiciones laborales en los países desarrollados. El establecimiento de políticas de apoyo al desarrollo en terceros países es una solución mucho más efec-

⁵⁵ Las migraciones son consideradas en el Quinto Informe de Evolución del IPCC como una respuesta adaptativa, positiva, al cambio climático. Vea: Kayly Ober: «¿How the IPCC views migration». University of Bonn. 2014. Disponible en http://www.geographie.uni-bonn.de/forschung/wissenschaftliche-bereiche/geographische-entwicklungsforschung-1/nachwuchsgruppe-sakdapolrak/transre-fact-sheet-no1_pdf

tiva —y socialmente aceptable— que la aplicación de medidas coercitivas de seguridad.

Igual que la mejor manera de combatir las consecuencias del cambio climático es atajar sus causas, el mejor modo de limitar los efectos de las migraciones, una vez que se dan las circunstancias para que estas se produzcan, es derivar los movimientos hacia nuevos polos de producción donde la integración de los migrantes pueda efectuarse de un modo más natural.

Dicho lo anterior, cabe ahora analizar la magnitud de las migraciones desde los años 90, así como los factores que previsiblemente impactarán en las migraciones futuras. Naciones Unidas estimaba en 2013 que el número de migrantes a nivel mundial había alcanzado la cifra récord de 232 millones de personas⁵⁶, habiendo aumentado un 50 por ciento desde 1990. El Gráfico 10 a continuación presenta los datos de migraciones tanto en países desarrollados como en países en desarrollo entre 1990 y 2013.

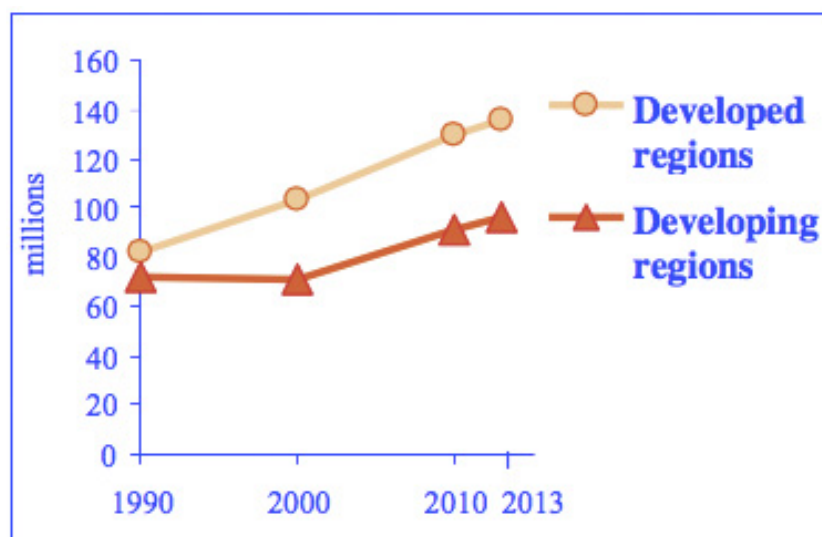


Gráfico 10. Evolución de las migraciones internacionales 1990-2013.
Fuente: *United Nations* (2013a: 1).

Por regiones, Europa seguida de cerca por Asia y América del Norte, son las zonas en las que se produce el mayor número de migraciones como muestra el gráfico 11.

⁵⁶ United Nations: Population Facts, n.º 2013/2, septiembre de 2013. Disponible en http://esa.un.org/unmigration/documents/The_number_of_international_migrants.pdf

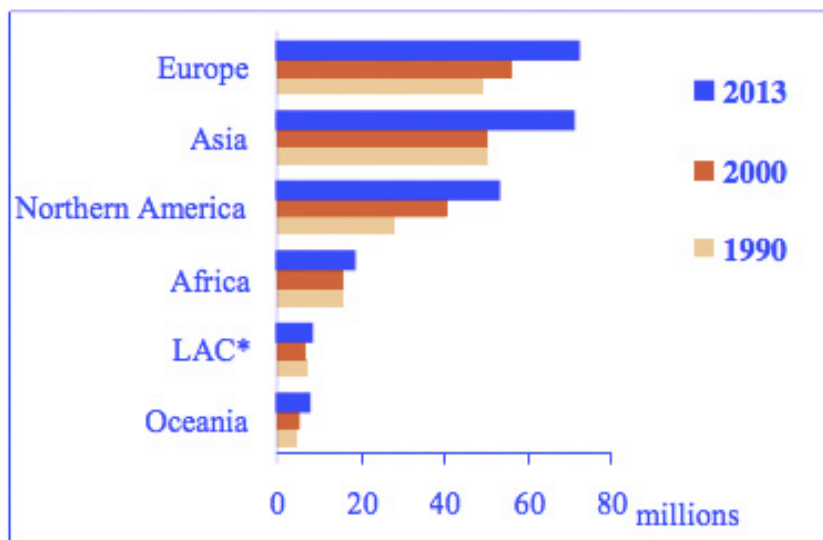


Gráfico 11. Emigraciones por regiones 1990, 2000 y 2013.
Fuente: United Nations (2013a: 1).

Además, es interesante destacar que diez países, con Estados Unidos a la cabeza y entre los que se encuentra España, concentran más de la mitad de las migraciones a nivel global (ver el Gráfico 12).

En el futuro, los principales factores que van a determinar las migraciones a nivel internacional, y que se añaden a los ya mencionados, incluyen⁵⁷: la globalización, la diversificación de las sociedades, los procesos de urbanización en los países en desarrollo, el descenso en la fertilidad de la población, unido al aumento de la longevidad, causantes ambos del envejecimiento de la población, los cambios tecnológicos, el aumento en la educación, los cambios demográficos y el cambio climático. A pesar de las limitaciones en los datos, el resto de este apartado analizará los factores más relevantes de las migraciones relacionadas con factores ambientales y sus implicaciones.

Las migraciones por causas medioambientales se están convirtiendo en una de las principales preocupaciones de los gobernantes por el potencial desestabilizador que presentan. Cuando algunas estimaciones cifran el potencial de las migraciones medioambientales⁵⁸ en uno o dos órdenes

⁵⁷ International Migration Institute: Global «Megatrends» for Future International Migration, University of Oxford, 2011, Disponible en <http://www.imi.ox.ac.uk/publications?keywords=&year=&group=gmf&author=&type=>

⁵⁸ Vea MARCOS GAMERO RUS, Jesús. «Las migraciones humanas inducidas por el cambio climático como un fenómeno multicausal: la respuesta desde las políticas socio-laborales y los mecanismos de protección social». Directora: Mercedes Prado Buendía.

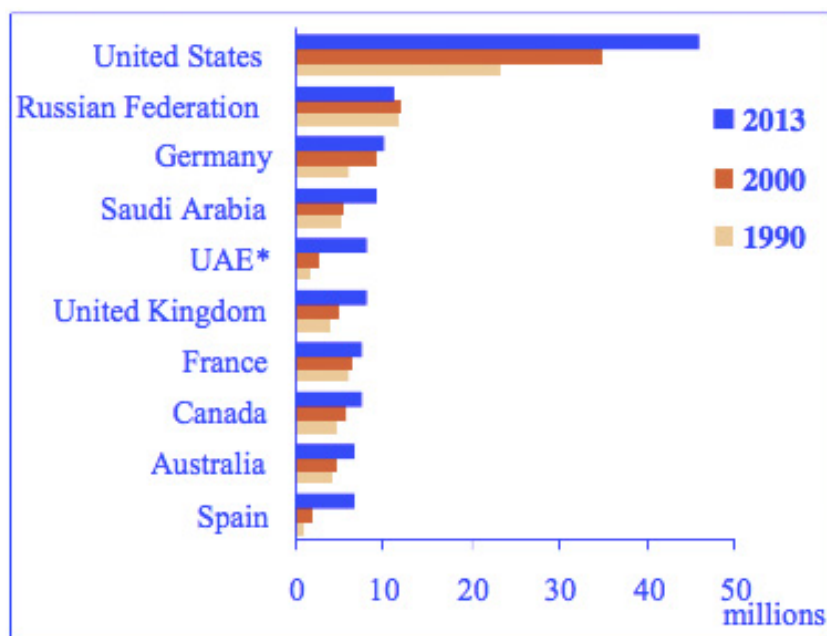


Gráfico 12. Países con más migrantes 1990, 2000 y 2013.
Fuente: *United Nations* (2013a: 2).

de magnitud superior a las de carácter económico y político (esto es, entre diez y cien veces mayores), cabe preguntarse cuál sería la respuesta de los mismos países que cuestionaron el Tratado de Schengen de libre circulación de personas, mercancías y servicios ante una avalancha de personas de 25.000 inmigrantes a las costas de la isla italiana de Lampedusa y su posterior acceso al continente⁵⁹ hasta mayo de 2015.

Limitar el estudio de los fenómenos migratorios al ámbito medioambiental de forma estricta nos priva de la perspectiva necesaria para comprender su alcance. La Figura 6 a continuación ilustra los elementos clave en los procesos migratorios entre los que destacan las relaciones entre la seguridad medioambiental, la seguridad energética y la seguridad alimentaria, además de los avances en el ámbito tecnológico.

Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Análisis Social, 2014. Disponible en <http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/19802/Gamero-Rus-JMarcos-tesis.pdf?sequence=1>

⁵⁹ <http://www.euronews.com/2011/05/10/what-future-for-schengen/>. Según la IOM (International Organization for Migration) desde el 1 de enero hasta el 25 de septiembre de 2015 habían cruzado el Mediterráneo más de medio millón de personas desde Siria en busca de asilo en la UE. <http://missingmigrants.iom.int/en/half-million-migrants-cross-mediterranean-while-almost-3000-die-so-far-2015>

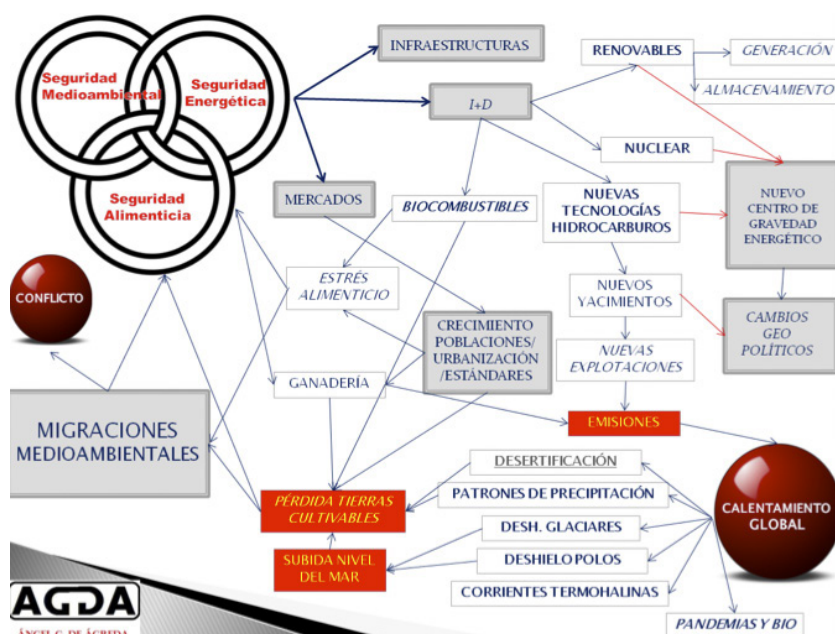


Figura 6. El cambio climático como elemento multiplicador en la generación de conflictos a través de los fenómenos migratorios. Fuente: Elaboración propia. Ángel Gómez de Ágreda.

La llegada de flujos migratorios procedentes de regiones donde las condiciones de vida, ya de por sí difíciles, se ha visto agravada por el avance de la desertificación y por la especulación con el menguante terreno cultivable y el agua de riego⁶⁰.

La pérdida de tierras cultivables tiene que ver con factores como el incremento de los pastos para alimentación del ganado necesario para cubrir las necesidades de una creciente población urbana de países en desarrollo que incluye la carne en su dieta. De igual modo, la utilización de la tierra disponible para el cultivo de plantas oleaginosas de las cuales extraer biocombustibles es otro de los factores beligeros. A este respecto baste recordar la rebelión que se produjo en Madagascar ante la pretensión de la compañía coreana Daewoo en 2008⁶¹. Ese fue, precisamente, el mismo año en el que el precio del barril de petróleo alcanzaba su cénit, propiciando la búsqueda de fuentes alternativas de energía que pasasen a ser rentables a esos precios. De alguna manera, el cambio climático fue uno de los elementos que germinaron en las «revueltas árabes», que

⁶⁰ <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/rb18.pdf>

⁶¹ <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/africaandindianocean/madagascar/4240955/Land-rental-deal-collapses-after-backlash-against-colonialism.html>

comenzaron en un mercado tunecino como consecuencia de la subida del precio de los alimentos⁶².

La disponibilidad de tierra también se ve afectada por la subida del nivel del mar, especialmente en los grandes deltas de los principales ríos que han sido tradicionalmente los graneros principales de sus países. Además de las consecuencias para zonas densamente pobladas de las que ya se habló anteriormente, el efecto para la agricultura es doble, por un lado la inundación de las tierras por el mar (que, en casos como las Bocas del Ganges, en Bangladesh, podría llegar a ser catastrófica) y, por otro, la inundación de los acuíferos próximos a la línea de costa y su consiguiente salinización e inhabilitación para el riego y el consumo humano y animal.

El resultado final del proceso del cambio climático es la alteración de las condiciones de vida de las poblaciones de un determinado entorno. El empobrecimiento de las mismas en unos casos y el surgimiento de nuevas oportunidades en otros determinarán un fenómeno que no por menos novedoso deja de ser altamente preocupante y beligerante, las migraciones masivas de poblaciones humanas. La Figura 7 a continuación ilustra las áreas en las que se concentran las migraciones a nivel mundial y algunas de las causas, relacionadas con factores ambientales y climáticos, que causan dichas migraciones.

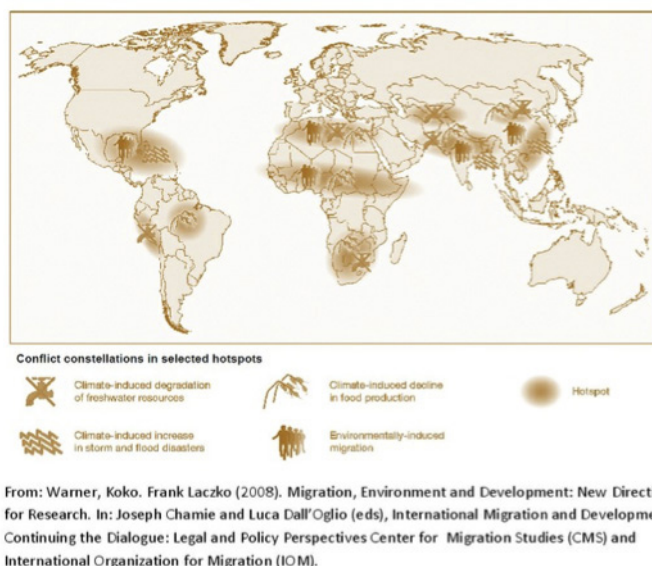


Figura 7. Migraciones, medio ambiente y desarrollo. Fuente: Warner y Laczko (2008).

⁶² <https://www.opendemocracy.net/openeconomy/%C3%A1ngel-g%C3%B3mez-de-%C3%A1greda/globalisation-view-from-jetstream>

Históricamente, las migraciones masivas siempre han dado lugar a conflictos; en esta ocasión tenemos la ventaja de tener una visión global del problema y la capacidad de actuar sobre él a escala planetaria. Lo que parece evidente desde el punto de vista de la seguridad es que el gran reto que nos presenta el cambio climático es la gestión de sus consecuencias para millones de personas en todo el mundo. Lo inteligente será actuar sobre las causas que están provocando los éxodos al tiempo que se diseñan políticas de reparto de oportunidades que canalicen los flujos migratorios.

Seguridad nacional

La liquidez de la geopolítica del siglo XXI se manifiesta principalmente en la interrelación existente entre los distintos factores que la conforman. La seguridad, como un componente más de la misma, deja de poder ser entendida de la forma separada que nos sugiere el idioma inglés. *Security* y *safety* no pueden concebirse como aspectos separados ni separables, ya que la sociedad demanda una seguridad que los abarca a los dos. Esta seguridad, además, debe comprender todos los campos que afectan al ser humano, ya que la fluidez de la misma mezcla sus distintos aspectos sin que sea posible diferenciarlos.

En lo relativo al cambio climático, la Estrategia Nacional de Seguridad de 2013 (ENS2013)⁶³ lo considera como un multiplicador de amenazas para España. Literalmente, la Estrategia afirma que «es preciso considerar la incidencia del cambio climático y los fenómenos ambientales extremos a él asociados» (ENS2013, p. 34)⁶⁴.

Otros países, como Estados Unidos, incluyen al cambio climático en la misma categoría en sus respectivas estrategias⁶⁵. Además de reconocer

⁶³ Departamento de Seguridad Nacional, «Estrategia Nacional de Seguridad de España, un proyecto compartido», Presidencia del Gobierno, 2013. Disponible en http://www.lamoncloa.gob.es/documents/seguridad_1406connavegacionfinalaccesiblebpdf.pdf

⁶⁴ Para una visión del impacto del cambio climático particularizado en España puede verse el blog de RUIZ DE ELVIRA, Antonio, «¿Por qué afectarán los extremos climáticos más a España que a otras regiones?», publicado en *El Mundo* el 3 de mayo de 2015. <http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/elporquedelascosas/2015/05/03/por-que-es-espana-especialmente.html>

⁶⁵ En el caso de Estados Unidos, se contempla tanto en la Estrategia Nacional de Seguridad de 2015 (https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/2015_national_security_strategy.pdf) y sus predecesoras, como en la Estrategia Nacional Militar (<http://www.defense.gov/pubs/2011-National-Military-Strategy.pdf>) que publicó el Departamento de Defensa en 2011. La primera mención al cambio climático por parte del Departamento de Defensa se remonta al Informe de la Revisión Cuatrienal de la Defensa (*Quadrennial Defense Review Report*) de 2010 (<http://www.defense.gov/QDR/QDR%20as%20of%2029JAN10%201600.pdf>).

que los efectos del clima —muy especialmente los fenómenos extremos— pueden suponer un riesgo directo para las infraestructuras, los medios y los miembros de las Fuerzas Armadas, la estrategia americana subraya que el cambio climático es un elemento desestabilizador y potenciador de conflictos. De hecho, todo cambio en la naturaleza, sea física o humana, implica una necesidad de reacomodo y, por lo tanto, un potencial de conflicto en tanto se alcanza un nuevo *statu quo*.

El secretario de Defensa Hagel hace un excelente resumen de los distintos intereses que, desde la óptica de su Departamento, tiene el cambio climático. En el prefacio de *2014 Climate Change Adaptation Roadmap*⁶⁶ (CCAR), Hagel repasa los tres aspectos fundamentales sobre los que recaen las consideraciones medioambientales:

- Los tipos de misiones en que se verán implicadas las Fuerzas Armadas y los países en que tendrán lugar.
- La planificación de las operaciones.
- Los cambios logísticos y organizativos que supondrá el cambio climático.

Nuestros ejércitos, efectivamente, tendrán que adaptarse a nuevos tipos de misiones, tanto dentro como fuera de nuestro territorio nacional. Ya no se trata solo de garantizar la libertad y el bienestar frente a amenazas externas, sino también frente a fenómenos naturales o fortuitos. Un ejemplo de ello es la existencia de la Unidad Militar de Emergencias (UME)⁶⁷ en España. Su creación supuso un hito en la interpretación del papel de las Fuerzas Armadas e iba mucho más allá de las misiones fundamentales de las mismas. Sin embargo, esta misma línea de actuación está presente en las palabras de Hagel cuando dice que «The military could be called upon more often to support civil authorities, and provide humanitarian assistance and disaster relief in the face of more frequent and more intense natural disasters (CCAR, *op. cit.*)». En los últimos años, la UME ha recibido la visita de delegaciones de docenas de países de todo el mundo interesándose por su modelo de funcionamiento.

Una parte importante de la actividad militar consiste en preparar los medios humanos y materiales, así como los procedimientos de actuación, a los escenarios más probables. El planeamiento de las operaciones tiene que incluir los factores climáticos a la hora de determinar los posibles escenarios de confrontación. De hecho, esta realidad ya tiene lugar hoy día, cuando se potencia la construcción de rompehielos para facilitar las operaciones en el nuevo teatro de operaciones ártico, que se abre según retrocede el hielo, o cuando se favorece la elección de un determinado

⁶⁶ http://www.acq.osd.mil/ie/download/CCARprint_wForeword_c.pdf

⁶⁷ <http://www.ume.mde.es/>

camuflaje en función de la vegetación existente (o ausente) en las regiones potencialmente más conflictivas⁶⁸.

Estados Unidos ha creado incluso un centro especializado en el análisis y la investigación y en el asesoramiento en el desarrollo de políticas relativas al cambio climático y la seguridad. El Centro para el Clima y la Seguridad⁶⁹ explora los riesgos asociados al clima para la Seguridad Nacional desde el convencimiento de que la influencia del mismo ha alcanzado un nivel sin precedentes en la historia de la humanidad.

Además de las consecuencias directas de la acción del clima sobre las operaciones de los ejércitos, el factor medioambiental va a forzar un cambio en el paradigma energético que ha predominado durante los dos últimos siglos. El carácter global y transfronterizo del clima, al que ya se ha aludido, trae consigo una serie de consecuencias geoestratégicas que se reflejan no solamente en el ámbito de la defensa, sino también en el resto de los campos de la acción del Estado⁷⁰.

Finalmente, los mismos cambios que se producen en el clima a nivel global, y afectan a nuestras operaciones en el exterior, condicionarán la logística de nuestras bases y nuestros destacamentos. Este aspecto es, quizás, el más complejo de todos por la diversidad de los factores que contiene. Va mucho más allá de la amenaza física que suponen los fenómenos altamente destructivos para nuestras instalaciones y para nuestro personal. También tiene que ver con la seguridad de nuestras líneas de suministro, con las condiciones a las que habrá que enfrentarse una vez en misión y con aquellas que estarán presentes en la preparación de las tropas o que impactarán en el diseño o la vida útil del material.

Estos condicionantes logísticos obligan a una aproximación dual al problema del cambio climático. Por un lado, con el fin principal de mantener la eficacia de funcionamiento, exigen la adaptación de los medios y los procesos a las nuevas condiciones. De forma paralela, como parte del compromiso con la sociedad y del esfuerzo por limitar los efectos del cambio, se requiere la adopción de soluciones imaginativas que coadyuven a la mitigación los mismos.

La implicación de las Fuerzas Armadas en la seguridad energética y medioambiental en algunos países quedó bien patente en 2009 con el nombramiento del almirante Neil Morisetti como enviado especial del Go-

⁶⁸ Centre for Climate and Security. «UK to Integrate Climate Change Into Military Planning». Disponible en <http://climateandsecurity.org/2014/10/15/uk-to-integrate-climate-change-into-military-planning/>

⁶⁹ <http://climateandsecurity.org/tag/department-of-defense/>

⁷⁰ GILES CARNERO, Rosa (coord.). «Cambio climático, energía y Derecho Internacional: perspectivas de futuro», Editorial Aranzadi, 27 de junio de 2012. ISBN 978-84-9014-099-4.

bierno británico para esos asuntos⁷¹ y, posteriormente, con su nombramiento como representante especial para el Cambio Climático⁷².

Todo lo expuesto anteriormente, relativo tanto a las causas como a las consecuencias del cambio climático, invita a reflexionar sobre cómo gestionar dicho cambio. El siguiente apartado analizará los aspectos más relevantes de la gobernanza climática.

La gobernanza del cambio climático: negociaciones climáticas internacionales

La regulación ambiental puede entenderse como el conjunto de acciones encaminadas a controlar los riesgos⁷³ derivados principalmente de las actividades económicas. Cuando dicho control o influencia se dispersan a niveles tanto supranacionales como subnacionales de gobierno, y cuando los instrumentos de regulación van más allá del mandato y el control, para incluir instrumentos económicos, acuerdos voluntarios o medidas de persuasión, estamos hablando de gobernanza⁷⁴. Las limitaciones de espacio obligan a centrar el análisis del presente apartado en el nivel internacional.

Los primeros datos científicos relativos al balance energético de la Tierra son fruto de las investigaciones de Joseph Fourier y datan de principios del siglo XIX. Sin embargo, no fue hasta finales del siglo XX cuando se comienza a forjar el régimen climático internacional.

Tras la primera Conferencia Mundial sobre el Clima, que tuvo lugar en 1979, y el establecimiento del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático en 1988⁷⁵, el pistoletazo de salida a la acción conjunta global en materia climática lo dio la creación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1992. La CMNUCC, que entraría en vigor el 21 de marzo de 1994, fue uno de los resultados tangibles más significativos de la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro. El objetivo último de la CMNUCC, tal como afirma el artículo 2 de la misma, supone lograr «la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los

⁷¹ <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200910/cmselect/cmclaff/145/14507.htm>

⁷² <https://www.gov.uk/government/people/neil-morisetti>

⁷³ BALDWIN, Robert; CAVE, Martin, y LODGE, Martin. *Understanding Regulation: Theory, Strategy and Practice*, New York: Oxford University Press. 2012.

⁷⁴ JORDAN, Andrew; WURZEL, Rüdiger, y ZITO, Anthony. «The Rise of "New" Policy Instruments in Comparative Perspective: Has Governance Eclipsed Government?» *Political Studies*, 2005, 53, pp. 477-496.

⁷⁵ http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php

ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible»⁷⁶.

En 1995, ante la necesidad de aumentar los compromisos en materia de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, comenzaron las negociaciones climáticas que culminaron en el Protocolo de Kioto de 1997. El objetivo del Protocolo de Kioto, reflejado en su artículo 3, era reducir las emisiones globales al menos un 5 por ciento, en relación a los niveles de emisiones de 1990, en el primer período de compromiso (2008-2012). Dicha reducción debía llevarse a cabo por los países industrializados, incluidos en el anexo I del Protocolo de Kioto, atendiendo al principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas. El 13 de febrero de 2015, la CMNUCC anunciaba que los países desarrollados que se habían comprometido a reducir sus emisiones habían cumplido con creces los objetivos de reducción de emisiones marcados en Kioto⁷⁷. Los datos relativos a los resultados del primer período de compromiso del Protocolo de Kioto, aun siendo positivos, son claramente insuficientes para limitar una interferencia peligrosa con el clima.

Según el informe del PNUMA del 2012⁷⁸, que analiza la brecha entre las emisiones actuales y las necesarias para limitar una interferencia peligrosa con el clima⁷⁹, las emisiones actuales se sitúan en el entorno de las 50.1GtCO₂e⁸⁰. Esta cifra es un 14 por ciento superior a la que deberíamos alcanzar en 2020, si queremos tener una probabilidad aceptable de cumplir con el objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a un nivel tolerable. Además, esta cifra es un 20 por ciento mayor que las emisiones de principios del presente siglo. En términos de concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, en la actualidad se estima que hemos alcanzado concentraciones de 445 ppm de CO₂e. Además, estamos añadiendo 3 ppm de CO₂e al año a la atmósfera. Esto nos llevará a alcanzar la cota de 750 ppm de CO₂e en un siglo en un escenario tendencial.

⁷⁶ Naciones Unidas. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992, p. 8. Disponible en http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf

⁷⁷ <http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/kyoto-protocol-10th-anniversary-timely-reminder-climate-agreements-work/>

⁷⁸ UNEP, *The Emissions Gap Report 2012*. United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi. 2012.

⁷⁹ Consensuada en 2 °C de aumento en la temperatura media global en relación a la era preindustrial.

⁸⁰ CO₂e (CO₂ equivalente) es, según la OCDE, «una medida utilizada para comparar las emisiones de los distintos gases de efecto invernadero que se basa en su potencial de calentamiento». <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=285>

Según el Quinto Informe de Evaluación del *IPCC* para evitar una interferencia peligrosa con el sistema climático, consensuado en limitar el aumento medio global de las temperaturas a 2 °C en relación a la era preindustrial, deberíamos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero entre un 40 y un 70 por ciento en 2050 en comparación con las emisiones de 2010. El *IPCC* advierte que si no ponemos en marcha políticas adicionales de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, el aumento medio de la temperatura oscilará entre los 3, 7 y los 4,8 °C, con las consecuencias que ello podría ocasionar⁸¹.

El primer período de compromiso del Protocolo de Kioto ha sido sucedido por un segundo período de compromiso que finalizará en 2020 y cuya entrada en vigor depende de la ratificación de la Enmienda de Doha⁸² por tres cuartas partes de aquellos países que ratificaron el Protocolo de Kioto. En 2020 previsiblemente entrará en vigor un nuevo «protocolo, otro instrumento legal o un acuerdo con fuerza legal bajo la Convención, aplicable a todas las partes, que será completado no más tarde de 2015 y que se adoptará en la vigésima primera Conferencia de las Partes (*COP*) para que sea efectivo y se implemente no más tarde de 2020»⁸³. Ver Tabla 2, en la que se resumen los principales hitos en las negociaciones climáticas a nivel internacional.

Según Scott Barrett⁸⁴, para que un acuerdo ambiental internacional tenga éxito es necesario que haya una amplia participación, que las partes cumplan con los compromisos adquiridos de manera voluntaria y que cambien su comportamiento de manera significativa. Y, sin embargo, los datos nos indican que los acuerdos ambientales internacionales son o bien amplios en cuanto al número de participantes pero poco exigentes, o bien tienen pocos participantes y son más exigentes.

Algunos de los elementos que han dificultado hasta la fecha el cumplimiento de los requisitos mencionados en el ámbito del cambio climático son:

1. *Cuestiones de equidad*. La asimetría inherente al fenómeno del cambio climático implica que los países desarrollados son los causantes históricos del fenómeno debido a la quema de combustibles fósiles desde la Revolución Industrial. Por otro lado, los países en desarrollo son los más afectados por los efectos del cambio climático y argumentan que tienen derecho a desarrollarse emitiendo

⁸¹ IPCC: *Climate Change 2014. Synthesis Report. Summary for Policymakers*, 2014a. Disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf

⁸² http://unfccc.int/kyoto_protocol/doha_amendment/items/7362.php

⁸³ <http://unfccc.int/bodies/body/6645.php>

⁸⁴ BARRETT, Scott. «Rethinking Goba Climate Change Governance» in *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 2009, 5, pp.1-12.

Timeline of the international negotiation processes			
1988	IPCC established		
1989			
1990	First IPCC Assessment Report (AR1) is published		
1991			
1992	Adoption and open for signature		
1993			
1994	Entry into force		
1995			
1995		COP1	<i>Berlin Mandate:</i> agreement on willingness to reduce GHGs. Establishment of the Special Group on the Berlin Mandate that will result in the KP. Developing countries are exempted from mitigation commitments.
1996		COP2	<i>Second IPCC Assessment Report (AR2) is published.</i> <i>Geneva:</i> Anthropogenic CC is acknowledged and non-uniform commitments are accepted.
1997	Agreement	COP3	<i>KYOTO PROTOCOL:</i> First global agreement that limits GHGs (5.2% below 1990 levels).
1998	Open for signature	COP4	<i>Buenos Aires Plan of Action:</i> The rules for the implementation of the KP are negotiated. Developed and developing countries differ in their views regarding acceptable Burden Sharing Agreements (BSA).
1999		COP5	
2000	Open for ratification	COP6	<i>The Hague meeting ends without agreement. US withdraws from the KP.</i>
2001		COP6-bis & COP7	<i>Bonn:</i> 'The triumph of multilateralism' meant the world continued negotiating without the US. <i>Marrakech Accords:</i> Legal rules for the implementation and interpretation of the KP are adopted. <i>Third IPCC Assessment Report (AR3) is published.</i>
2002		COP8	
2003		COP9	
2004	Russia ratifies	COP10	
2005		COP11 - MOP1	<i>Montreal Action Plan:</i> The goal was to extend the first commitment period and to commit to greater emission reductions.
2006	Entry into force	COP12 - MOP2	
2007		COP13 - MOP3	<i>Bali Action Plan:</i> Fourth IPCC Assessment Report (AR4) is published. The AR4 is key in the COP13 where governments agree to engage in a new negotiating process that focuses on: shared vision, mitigation, adaptation, technology and financing.
2008	KP First commitment period	COP14 - MOP4	
2009		COP15 - MOP5	<i>Copenhagen Accord:</i> Outside the UNFCCC but establishes key elements for the COP 16 including: limiting temperature increases to 2°C, endorsement by developed and developing countries, new and additional funding commitments, Green Climate Fund & progress on verification.
2010		COP16 - MOP6	<i>Cancun Agreement:</i> Enshrined the Copenhagen Accord within the UNFCCC framework.
2011		COP17 - MOP7	<i>Durban Platform for Enhanced Action:</i> A new process is launched to develop 'a protocol, another legal instrument or an agreed outcome with legal force under the Convention applicable to all Parties' to be negotiated by 2015 and entering into force by 2020. In the interim, the KP will remain in force in its second commitment period.
2012	KP Second commitment period	COP18 - MOP8	<i>Doha Climate Gateway (DCG):</i> The DCG is responsible for defining the future climate agreement that will replace the KP.
2013		COP19 - MOP9	<i>Warsaw International Mechanism for Loss and damage.</i> Addresses the loss and damage of climate change in especially vulnerable developing countries. <i>Release of the Fifth IPCC Assessment Report</i>
2014		COP20 - MOP10	<i>Lima Call for Climate Action.</i> Green Climate Fund exceeds 10billion dollars. Developed countries subject to Multilateral Assessment. Calls to include climate change in development and education. <i>Finalising the release of the Fifth IPCC Assessment Report</i>
2015			<i>New Climate Agreement to replace the KP should be agreed on in COP 21, Paris</i>
2016			
2017			
2018			
2019			
2020	Entry into force of the New Climate Agreement that will replace the Kyoto Protocol		

Tabla 2. Principales hitos en las negociaciones climáticas internacionales.

Fuente: Adaptado de Lázaro Touza y Zoghby (2014), basado en Secretaría de Estado de Cambio Climático (2009).

gases de efecto invernadero igual que lo hicieran los países desarrollados. Lograr un acuerdo entre países que se enfrentan a situaciones muy asimétricas es, en el mejor de los casos, complicado.

2. *Beneficios netos de la acción conjunta.* Hay países que dudan del valor de realizar una transición hacia la descarbonización de sus

economías debido a que la mitigación supone costes a corto plazo y beneficios a largo plazo.

3. *Tempo climático versus tempo político*. Los ciclos políticos cortos y la urgencia de problemas o crisis nacionales relegan a un segundo plano de manera habitual los problemas ambientales y climáticos.
4. *Incertidumbre científica*. A pesar de que el Protocolo de Kioto incluye el precepto de no usar la incertidumbre científica como razón para la inacción (al igual que el Protocolo de Montreal), históricamente ha habido reticencias por parte de distintos actores ante la falta de certidumbre sobre las consecuencias exactas y el horizonte temporal de los impactos del cambio climático.

Así pues, las perspectivas para alcanzar un acuerdo en París que solucione de manera definitiva el problema del cambio climático son, siendo optimistas, limitadas⁸⁵. No obstante, la Conferencia de las Partes (*COP* en sus siglas inglesas) que se celebrará en París a finales de 2015 invitan a pensar en un futuro acuerdo pos 2020 dinámico en el que la ambición (en cuanto a objetivos) va incrementándose a lo largo del tiempo. Para aumentar dicha ambición se podrían establecer revisiones de los compromisos quinquenales. Este enfoque dinámico además se basa en una aproximación desde abajo hacia arriba (*bottom-up*). Es decir, frente a las decisiones internacionales que se ratificaban a nivel nacional (enfoque *top-down*), que han caracterizado las negociaciones climáticas hasta la *COP15* de Copenhague, se va abriendo camino el enfoque *bottom-up* a través de mecanismos como las contribuciones nacionales [*Intended Nationally Determined Contributions (INDCs)*] que los países anuncian atendiendo a sus circunstancias⁸⁶.

Se abre en este sentido un interesante debate sobre si con ese enfoque estamos simplemente gestionando el fracaso de las negociaciones internacionales tal y como las conocíamos. Nicholas Stern afirma, sin embargo, que países como Estados Unidos o China no aceptarían imposiciones externas en materia de restricción de emisiones o verificación de las mismas por parte de un organismo internacional⁸⁷. Así pues, quizá sea la

⁸⁵ CAMPINS ERITJA, Mar. «De Kyoto a París: ¿Evolución o involución de las negociaciones internacionales sobre el cambio climático?». *Documento de Opinión*. Instituto Español de Estudios Estratégicos 61/2015, 15 de junio de 2015. Disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2015/DIEEO61-2015_Kioto_paris_Mar-Campins.pdf

⁸⁶ El camino hacia París sigue avanzando con acuerdos sobre la agenda a desarrollar y el texto de la negociación, según recoge la página oficial del FCCC: <http://newsroom.unfccc.int/es/bienvenida/los-gobiernos-convienen-el-texto-de-negociacion-del-acuerdo-climatico-de-paris/>

⁸⁷ STERN, Nicholas. «Growth, climate and collaboration: towards agreement in Paris 2015», Centre for Climate Change Economics and Policy. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. 2014. Disponible en <http://www.lse.ac.uk/>

aproximación actual, si bien imperfecta, una posible manera de avanzar hacia la descarbonización global⁸⁸.

A modo de conclusión, se podría afirmar que la CMNUCC, con participación cuasi universal, no ha sido capaz hasta la fecha de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero de forma satisfactoria. Una de las consecuencias directas de la falta de resultados es que académicos y decisores se planteen si es hora de centrar los esfuerzos de las negociaciones climáticas en foros minilaterales o «clubs climáticos» al estilo del G-2 o G-7. No parece que dichos foros reducidos o minilaterales (que podrían actuar de forma paralela al proceso multilateral de la CMNUCC) vayan a superar las limitaciones de instituciones multilaterales como la CMNUCC⁸⁹.

No obstante, los clubs climáticos podrían ayudar a mejorar la eficacia en las negociaciones entre las «potencias climáticas», impulsando así las negociaciones multilaterales y apuntalando los cimientos de la CMNUCC, reduciendo los costes de transacción climáticos y limitando los incentivos de los *free-riders*. Aunque la negociación en foros paralelos a la CMNUCC pue-

GranthamInstitute/wp-content/uploads/2014/12/Growth_Climate_and_Collaboration_Stern_2014.pdf

⁸⁸ Las limitaciones de espacio impiden desarrollar el análisis relativo a las negociaciones climáticas internacionales en toda su extensión. Es necesario, no obstante, reseñar que además del aspecto de la mitigación mencionado con anterioridad, va ganando peso en las negociaciones la «adaptación» a las consecuencias inevitables de cambio climático. La «financiación» de las actividades de mitigación y adaptación (principalmente) desde los países desarrollados a los países en desarrollo a través del Fondo Verde para el Clima (*Green Climate Fund*) es también un tema de gran interés. Dicho fondo logró contribuciones de más de 10.000 millones de dólares durante la COP20 en Lima en diciembre de 2014. Esta cifra, aun siendo significativa, está lejos de los 100.000 millones de dólares al año comprometidos en Copenhague para que los países en desarrollo luchen contra el cambio climático. http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=31217#VX_kcWCS5EQ Otro tema de gran interés es la «transferencia tecnológica», aún en un estado incipiente, en parte debido a los problemas derivados de los derechos de propiedad intelectual, y canalizada hasta la fecha en gran medida a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio y al *Global Environmental Facility* (GEF). Para más información vea: LÁZARO TOUZA, L. E., y ZOGHBY, M. «Climate Risks: Theory, Data and the Global Governance of Climate Change», en RODRIGUES, Teresa; GARCÍA PÉREZ, Rafael, y DE SOUSA FERREIRA, Susana (eds.). *Globalization and International Security: An Overview*. Nova Science Publishers, New York, 2014, pp. 95-125. Por último, es interesante resaltar los avances en el Mecanismo Internacional de Varsovia para las pérdidas y los daños relacionados con el cambio climático que pretende ayudar a los países más vulnerables y a los estados insulares a recuperarse de las pérdidas ocasionadas por el cambio climático. <http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/spa/l15s.pdf>

⁸⁹ FALKNER, Robert. «A Minilateral Solution for Global Climate Change? On Bargaining Efficiency, Club Benefits and International Legitimacy». Centre for Climate Change Economics and Policy. Working, Paper n.º 222. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Working, Paper n.º 197. 27th of June 2015. Disponible en <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/07/Working-Paper-197-Falkner.pdf>

da interpretarse como una disolución del sistema climático internacional establecido —y en este sentido se pueda ver como una variable más que subyace al cambio institucional que caracteriza a la modernidad líquida—, podría ocurrir que, al otorgar más flexibilidad a las potencias climáticas en foros reducidos, aunque relacionados con la CMNUCC, se fomente una gobernanza climática más efectiva. Parece, por tanto, que la diplomacia climática a futuro será más compleja y líquida, si cabe.

Retos y oportunidades de la transición hacia la descarbonización

Los retos de un futuro acuerdo de París son múltiples. En primer lugar habrá que coordinar la acción de las distintas naciones, en especial de los grandes emisores, para lograr limitar una interferencia peligrosa con el clima en concordancia con el consenso científico existente. Además, será imprescindible monitorizar⁹⁰ el cumplimiento efectivo de los compromisos climáticos adquiridos. La financiación a largo plazo jugará un papel absolutamente esencial. Sin financiación para la mitigación, adaptación, desarrollo tecnológico, transferencia tecnológica y reparación de daños y pérdidas resultantes no atajaremos el problema del cambio climático. Adicionalmente, el problema de los refugiados climáticos no ha figurado de manera significativa en la agenda negociadora previa a la cita de París, aun siendo este un tema de gran importancia. Otra de las tareas clave pendientes es aumentar la concienciación de la población y de los líderes mundiales respecto a la problemática que supone el cambio climático y asegurar que la mayor conciencia se traduce en una transición efectiva hacia una sociedad descarbonizada.

Como a cada reto corresponde una oportunidad, aquellos que sean capaces de asimilar el alcance de los cambios que se avecinan podrán posicionarse mejor para adoptar una configuración resiliente y adelantarse a las nuevas circunstancias. En este sentido, según apunta el informe *The New Climate Economy Report*, hay acciones que pueden ayudarnos a alcanzar hasta el 90 por ciento de las reducciones de gases de efecto invernadero necesarias en 2030 para evitar una interferencia peligrosa con el clima al tiempo que crece la economía. Dichas medidas incluyen: la integración de consideraciones climáticas en los procesos de toma de decisiones económicas, la entrada en vigor de un acuerdo climático vinculante, ambicioso y duradero, la eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles, la eliminación de los incentivos al *urban sprawl*, la internalización del precio del carbono a lo largo de las cadenas de valor, la reducción de los costes de inversión en infraestructuras bajas en car-

⁹⁰ OECD. «National Climate Change Adaptation: Emerging Practices in Monitoring and Evaluation», publicado el 16 de abril de 2015 y disponible en <https://www.oecd.org/publications/national-climate-change-adaptation-9789264229679-en.htm>

bono, la reducción de la deforestación o la reducción de la generación eléctrica procedente del carbón.

En materia de seguridad nacional, las Fuerzas Armadas no pueden ser ajenas a ninguna amenaza que pueda afectar a la Seguridad Nacional. El cambio climático es, como se ha demostrado, un potenciador de un buen número de estas amenazas y un agente transformador de los escenarios en que se desarrollarán los conflictos. Su estudio, por lo tanto, debe ser una prioridad para los ejércitos.

Una muestra del incipiente grado de preocupación de los militares por esta área es la existencia del Centro de Excelencia de la OTAN para la Seguridad Energética (ENSEC CoE)⁹¹, situado en Vilnius, Lituania. En sus publicaciones podemos encontrar estudios para incrementar la eficiencia y autosuficiencia de las instalaciones militares⁹², otros sobre eficiencia y sostenibilidad energética, y soluciones logísticas al suministro energético.

Este último tema también está presente en ejercicios como el *Smart Energy*⁹³, que buscan aportar alternativas innovadoras al grave problema logístico y medioambiental que plantean las operaciones militares de gran envergadura. La dependencia actual de los hidrocarburos para proveer de toda la energía que consume una base como la hispano-italiana de Herat, en Afganistán, no solo supone un coste económico y ecológico desorbitado, sino que implica una vulnerabilidad en el suministro que sería difícilmente asumible en un conflicto simétrico.

Los nuevos desarrollos armamentísticos apuntan a vectores y armas cuyo consumo de energía será siempre mayor. Casos como el de los portaaviones de la clase *Queen Elizabeth*, donde la generación de propulsión para el sistema de catapultas resulta crítico, o como las armas de energía dirigida o los láseres ilustran la necesidad de encontrar nuevos modelos de producción y almacenamiento energético que proporcionen suficiente autonomía y munición. En este sentido es interesante el análisis y seguimiento de los desarrollos en materia de energía nuclear de baja intensidad (*LENR* en sus siglas en inglés)⁹⁴.

Una mirada al futuro

Para comprender las transformaciones, los retos y las oportunidades que se avecinan es necesario incluir en el análisis aspectos adicionales a los estudiados. En este apartado nos centraremos en las relaciones entre

⁹¹ <http://www.enseccoe.org/en/home.html>

⁹² <http://www.enseccoe.org/download/165/esforum201301.pdf>

⁹³ <http://www.enseccoe.org/en/news/smart-energy-exercise.html>

⁹⁴ <http://www.currentscience.ac.in/php/feat.php?feature=Special%20Section:%20Low%20Energy%20Nuclear%20Reactions&featid=10094>

energía (vector clave en la mitigación del cambio climático), tecnología y medio ambiente.

La introducción del carbón y el vapor supuso probablemente la penúltima gran revolución para la humanidad. De hecho, siguiendo a Rifkin (*op. cit.*), la transformación social no se produce, por ejemplo, con el descubrimiento de la imprenta, sino con su mecanización, cuando a la revolución de las comunicaciones se une la de la energía y la de la logística asociada a su distribución.

No son, por tanto, los cambios tecnológicos por sí solos los que provocan transformaciones, es la convergencia de cambios tecnológicos, energéticos, ambientales y sociales los que las provocan. Es decir, las transformaciones, al igual que muchos otros fenómenos, suelen tener múltiples causas que están interrelacionadas. Estas alineaciones planetarias de acontecimientos disruptivos se han producido en muy contadas ocasiones a lo largo de la historia.

En muchas de las transformaciones sociales, una nueva forma de energía convirtió en obsoletas las formas anteriores aunque, eso sí, sin anularlas completamente. Tenemos que asumir que las viejas formas de producción de energía permanecerán en el futuro, aunque en unos niveles proporcionalmente menores.

En lo referente al motor de la transformación, históricamente podemos comprobar cómo siempre ha habido motivos económicos detrás de la introducción de las nuevas formas de producción y distribución energética. Además, el desarrollo de las nuevas formas de energía va asociado a factores ligados a la existencia de infraestructuras para su producción, almacenamiento y distribución, y a la adecuación de las máquinas a las nuevas fuentes energéticas. Por otro lado, los mercados van a condicionar el desarrollo de nuevas fuentes energéticas y de nuevas tecnologías basándose en su eficiencia y en la amortización de las infraestructuras preexistentes. Además, el desarrollo y evolución de estas nuevas fuentes energéticas dependerán de las inversiones que se realicen en investigación y desarrollo, y cómo se orienten las mismas.

El *mix* energético tendrá que evolucionar en el medio plazo, el ritmo al que lo haga, sin embargo, estará condicionado por los mercados y los intereses geopolíticos. La configuración de un nuevo centro de gravedad energético vendrá determinado por la voluntad de las grandes naciones y por el grado de madurez que hayan alcanzado en el desarrollo de las nuevas fuentes⁹⁵.

⁹⁵ FERRO RODRÍGUEZ, Joaquín. «La anunciada autosuficiencia energética de Estados Unidos y su cambio de intereses geoestratégicos: estudio de claves», Documento de Opinión 148/2014, 24 de diciembre de 2014. http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2014/DIEEE0148-2014_AutosuficienciaEnergeticaEEUU_FerroRguez.pdf

Cabe afirmar que el nuevo centro de gravedad vendrá determinado a medio plazo por la capacidad tecnológica más que por la posesión de unas reservas energéticas que serán de naturaleza prácticamente inagotable. De este modo, y paradójicamente, la independencia energética estará basada en el conocimiento y no en los recursos.

Las técnicas no convencionales de extracción de hidrocarburos y el efecto que han tenido en los precios y en la actitud hacia los patrones de consumo son un ejemplo fehaciente de la influencia de los mercados. Estos han valorado más el potencial productor que su repercusión medioambiental⁹⁶. Con independencia de su probable carácter transitorio, de canto del cisne de la era de los hidrocarburos, su efecto inmediato ha sido la alteración de los equilibrios existentes entre los productores y los consumidores tradicionales. Su mera existencia ha condicionado políticas y precios, y ha distraído la atención respecto de las renovables.

Cabe incluso considerar los cambios geopolíticos y de alianzas en función de la modificación de los intereses energéticos de países cuya producción se vea significativamente alterada por la explotación de recursos no convencionales. La capacidad de los Estados Unidos para autoabastecerse de energía ha hecho correr ríos de tinta y fomentado innumerables debates.

Esta visión cortoplacista de explotación de los recursos y presentación de beneficios en las cuentas de resultados anuales deja de lado las consideraciones medioambientales y cierra los ojos ante las evidencias de la influencia de los factores antropogénicos en el cambio climático que, estimamos, habrán quedado ya suficientemente recogidos en este trabajo. La explotación de nuevos yacimientos y la recuperación de otros con técnicas extractivas no convencionales mejoran las perspectivas a corto plazo, pero modifica el centro de gravedad de la producción. A medio plazo, una mitigación insuficiente seguirá incrementando el cambio climático. En este punto es forzoso recordar que el cambio climático podrá beneficiar a alguna de las partes implicadas y perjudicar a otras, siendo el balance neto negativo a nivel global.

Nótese que se habla de cambios, no de evoluciones, de los conceptos de comunicación y de energía. Un cambio, una alteración en las condiciones sobre las cuales se asienta una forma de relación, es siempre un factor disruptivo de la misma. Las alteraciones en la influencia sobre los seres humanos de estas relaciones prefiguran una sociedad distinta a la existente, al modificarse las bases sobre las que se asienta la misma.

⁹⁶ SÁNCHEZ ARANA, Juan Diego. «La fracturación hidráulica en la Unión Europea: estado de la cuestión». Documento Marco 18/2014, Instituto Español de Estudios Estratégicos, 3 de noviembre de 2014. http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_marco/2014/DIEEEM18-2014_FracturacionHidraulica_SandezArana.pdf

Estas alteraciones requerirán de un nuevo reacomodo. De un modo similar a la tectónica de placas, estamos viviendo el terremoto asociado al reajuste de las condiciones de vida y relación. A partir de la incorporación de estas nuevas formas de relación vía las nuevas tecnologías, y de la incorporación de las formas de producción y distribución energética de la economía colaborativa, como pilar de la transición hacia una economía circular⁹⁷, lo verdaderamente relevante serán los cambios sociales que surgirán del acomodo a la nueva realidad.

Mientras que en el ámbito digital se están modificando los patrones de conducta relacionales y las escalas de valores en cuanto a conceptos como la privacidad, en el ámbito energético, la primera consecuencia de los cambios es la alteración de los patrones climáticos.

Las sociedades de todo el mundo, aquellas directamente más afectadas por los fenómenos meteorológicos y aquellas en las que los efectos se sientan en menor medida, están modificando en menos de una generación muchos de los valores que habían configurado la sociedad occidental durante siglos. Más allá de las medidas de carácter científico y tecnológico que se deban adoptar para controlar o mitigar en su caso las consecuencias de estos cambios, surge la necesidad de establecer un nuevo código de conducta que se adapte a estos nuevos valores y prioridades.

En la geopolítica líquida del siglo XXI, en un mundo en el que las dimensiones físicas van perdiendo relevancia y las temporales acortan los plazos conforme el tempo de los acontecimientos se acelera, no se puede esperar que la regulación de las conductas, que las normas que rigen una convivencia distinta de la clásica, siga haciéndose según los patrones tradicionales.

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar empezó a redactarse treinta y ocho años antes de su implementación tras su ratificación por sesenta estados. Ni el ciberespacio ni el clima serán siquiera parecidos a los actuales dentro de cuatro décadas y, por lo tanto, la humanidad no puede permitirse mantener en funcionamiento las estructuras y procesos del siglo XX durante más tiempo. En cierto modo, el carácter líquido de la geopolítica de los últimos años gana en fluidez con el incremento del tempo de los acontecimientos. Se trata de un salto cualitativo en el ritmo del cambio y, por lo tanto, en una alteración de las condiciones en las que se desarrollaba la vida y la actividad humana.

⁹⁷ WEF. «Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chain». 2014. Disponible en http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf

En el futuro, la búsqueda de la sostenibilidad del sistema económico estará condicionada por la necesidad de que el uso que hacemos del entorno sea también sostenible, que se actúe dentro de los límites plantarios. La transición hacia un paradigma de economía circular requiere una forma distribuida de producción y un consumo ajustado a las necesidades.

En este sentido, una visión optimista del futuro implicaría la materialización de una transición desde el modelo lineal de extracción, consumo y desecho, que presupone la existencia de recursos y capacidad de absorción de residuos ilimitados, a un modelo de economía circular que emula a la naturaleza en la eficiencia en el uso de recursos y que minimiza los residuos.

Desde luego, las cuentas de resultados de las compañías no reflejan el medio ambiente en sus apuntes. De hecho, igual que la seguridad, las consideraciones ecológicas han tenido durante un tiempo un carácter de mal necesario, de pasivo si se quiere. Solo cuando la viabilidad del conjunto del sistema se ha visto amenazada ha empezado a cambiar el modelo energético.

Tanto las grandes empresas energéticas como algunos Estados están marcando el ritmo de la transición en función de la maximización de los beneficios y, siempre, teniendo en cuenta la necesidad de liderar el proceso de transición. Algunos, por ejemplo, están queriendo ver en la generalización del uso de las técnicas no convencionales de extracción de hidrocarburos una forma de exprimir el mercado tradicional en su fase final al tiempo que se dota de capital a las grandes empresas para acometer la introducción de los nuevos sistemas de producción y distribución.

En cualquier caso, sería miope intentar descifrar el alcance de los cambios psicosociológicos que se avecinan interpretando únicamente factores energéticos, comunicativos, sociales o geopolíticos. Estamos ante una alteración profunda de la forma de entender la convivencia y ante un fenómeno que tiene consecuencias e influencias globales. Ya no es posible la simplificación de las ecuaciones, hay que generar visiones holísticas que interrelacionen todos estos aspectos.

El resultado es, probablemente, una sociedad que gana en individualismo. Los consumidores se convierten, al mismo tiempo, en productores (el famoso «prosumidor»), los individuos se ven empoderados por Internet y las redes digitales, las estructuras orgánicas se aplanan y se transforman en redes neuronales.

Pero también es una sociedad que tiende a conceder un valor muy relativo al individuo frente a las necesidades de la comunidad. Las estructuras de poder tienden a desdoblarse en distintos planos, haciendo perder peso a los grupos concretos y ganarlo a la sociedad a nivel global. El individuo, de alguna manera, puede ser más individual y mantener una personalidad más diferenciada de los demás pero siempre dentro de una

norma cada vez más estricta y que, con la aplicación de las técnicas de *Big Data*, se tiene un conocimiento cada vez mayor de los distintos aspectos de la vida de los individuos y se es capaz de regularlos.

Hasta cierto punto, este sería también el resultado de la convergencia de las visiones occidental y oriental de los modelos sociales. El individualismo occidental se encajaría dentro del fuerte sentimiento de pertenencia al grupo oriental. Los individuos de la nueva sociedad se defienden, en primer lugar a sí mismos y, luego, como tribu.

Conclusiones

El medio ambiente es todo aquello que nos rodea y nos condiciona, es el escenario físico donde se desarrolla nuestra actividad como seres vivos. Una parte fundamental del mismo son las condiciones climáticas en tanto que determinan la habitabilidad del planeta para cada especie vegetal o animal y, por lo tanto, la forma final que adquiere el ecosistema en el que vivimos.

De esta Gaia, erigida en sistema vivo autorregulado, surgen, como en la mitología griega clásica, todas las oportunidades y desafíos de la naturaleza. A pesar de la definición clásica de la economía como ciencia que estudia la asignación de los recursos escasos susceptibles de usos alternativos, la visión tradicional de la economía limitaba el análisis relativo a los recursos que podían extraerse de la Tierra, igual que el análisis relativo a la capacidad de la misma para absorber los residuos de la actividad humana.

Los mencionados límites planetarios tienen dos consecuencias derivadas del valor que el medio ambiente tiene como fuente de recursos. En primer lugar, condiciona la actividad económica y productiva humana obligando a buscar nuevos recursos según se agotan los recursos disponibles (o su generación resulta económica o técnicamente inviable). En segundo lugar, es necesaria la introducción de los factores medioambientales en la ecuación productiva para asegurar la sostenibilidad del sistema en su conjunto.

La variabilidad del clima favorece a unas especies al tiempo que perjudica a otras. Su estabilidad en los valores actuales redunda en el interés de las especies que poblamos el planeta en estos momentos, muy en especial, la humana. Mientras que la variabilidad natural del clima ha permitido una evolución y adaptación de las especies, los cambios antropogénicos se producen a un ritmo que imposibilita la adaptación y fomenta la sustitución de especies.

Aunque los modelos utilizados para la medición del impacto de la acción del hombre en el clima son limitados, el fenómeno del cambio climático y su origen antropogénico han quedado documentados en el texto.

Las principales consecuencias ambientales derivadas del cambio climático a nivel global incluyen: cambios en los patrones de temperatura y precipitaciones, aumento en el nivel del mar, variaciones en los ecosistemas y aumento de los fenómenos meteorológicos extremos. Las cifras concretas sobre los costes del cambio climático son inciertas y se revisarán en el futuro. No obstante, se espera que las pérdidas económicas sean significativas. Actuar para asegurar un futuro con un clima estable parece la estrategia prudente a seguir.

Con todo, uno de los principales fenómenos en que se traducen las variaciones en el clima son las migraciones de origen medioambiental. Aun si definir como tales y muy difíciles de disociar del resto de las causas de los éxodos masivos de población, las migraciones climáticas son cualitativamente distintas a las políticas o económicas. Históricamente, su impacto sobre las sociedades humanas —incluso cuando el origen de la variación era natural— ha sido enorme.

Por otro lado, el cambio climático está ya empezando a afectar a las Fuerzas Armadas. La aparición de nuevas misiones y teatros de operaciones ligados al factor climático, la derivación de inversiones y programas para responder a catástrofes medioambientales dentro y fuera del territorio nacional, y el realineamiento geoestratégico de las potencias en función del nuevo escenario van a ir modelando el futuro de los Ejércitos.

La gobernanza del medio ambiente y su regulación internacional tendrá que adoptar, con toda probabilidad, modelos novedosos en el Derecho Internacional. Ni los tempos ni los modelos empleados en el pasado parecen adaptarse de forma eficiente a un campo tan transversal como el clima.

La geopolítica líquida se desarrolla en un entorno en el que lo único permanente es el cambio. Se trata de un mundo en constante evolución que obliga a una continua adaptación a las nuevas circunstancias. Pocos ámbitos ilustran esta idea de una manera tan evidente como el cambio climático. No es que las condiciones climáticas se hayan mantenido inalteradas hasta ahora a lo largo de la historia, sino que el rápido ritmo de su variación desde la Revolución Industrial afecta a nuestras decisiones en una escala temporal humana. Este tempo acelerado y nuestra mayor capacidad para adquirir y analizar los datos del clima y sus consecuencias están siendo el motor de numerosos cambios sociopolíticos y geoestratégicos en estos primeros años del siglo XXI.

Al hablar de cambio climático, la comunidad científica tiende a poner el énfasis en el clima. La comunidad estratégica lo pone, sin embargo, en el cambio, potenciador de conflictos e inestabilidades. En este sentido, las Fuerzas Armadas tendrán un papel importante que jugar, no ya en la lucha contra el cambio climático, sino principalmente en la gestión del mismo y de sus consecuencias. Ha llegado el momento de trasladar a

los Planes de Operaciones las consideraciones recogidas en las líneas de acción de las estrategias nacionales.

Referencias

- AZQUETA OYARZUN, Diego. *Introducción a la economía ambiental*. Madrid: Mc Graw-Hill, 2002. 448 p. ISBN: 9788448135263.
- BALDWIN, Robert; CAVE, Martin; LODGE, Martin (2012). *Understanding Regulation: Theory, Strategy and Practice*. New York: Oxford University Press, 2012. 548 p. ISBN: 978-0199576098.
- BARRETT, Scott. «Rethinking Global Climate Change Governance» in *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*. 2009. N.º 5, pp.1-12.
- BATEMAN, Ian, et al. *Economic Valuation with Stated Preference techniques. A Manual*. Cheltenham. UK: Edward Elgar. 304 p. ISBN: 978-1840649192.
- BAUMAN, Zygmunt. *Liquid Modernity*. Cambridge: Polity Press. 2000. 240 p. ISBN: 978-0745624105.
- BECK, Ulrich. «Climate for Change, or How to Create a Green Modernity?». *Theory of Culture and Society*. 2010. Vol. 27 (2-3), pp. 254-266.
- BECK, Ulrich. *Risk Society. Towards a New Modernity*. London: SAGE Publications. 1992. 268 p. ISBN: 978-0803983465.
- BERGOGLIO, Jorge (Papa Francisco). «Encíclica Laudato Si». Romana Editorial. 2015. 224 p. ISBN: 9788415980384.
- BOULTON, Chris. A. et al. «Early warning signals of Atlantic Meridional Overturning Circulation collapse in a fully coupled climate model». *Nat. Commun.* 2014. 5:5752 doi: 10.1038/ncomms6752. Disponible en <http://www.nature.com/ncomms/2014/141208/ncomms6752/full/ncomms6752.html>
- BROWN, Donald. «Do US GHG Emissions Commitments pass Ethical Scrutiny?». USA: Widener University. 2015. Disponible en <http://blogs.law.widener.edu/climate/2015/06/16/do-us-ghg-emissions-commitments-pass-ethical-scrutiny/>
- CAMPINS ERITJA, Mar. «De Kyoto a París: ¿Evolución o involución de las negociaciones internacionales sobre el cambio climático?». Documento de Opinión, Instituto Español de Estudios Estratégicos 61/2015. 15 de junio de 2015. Disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2015/DIEEO61-2015_Kioto_paris_MarCampins.pdf
- Centre for Climate and Security «UK to Integrate Climate Change Into Military Planning». 2014. Disponible en <http://climateandsecurity.org/2014/10/15/uk-to-integrate-climate-change-into-military-planning/>

- Departamento de Seguridad Nacional. «Estrategia Nacional de Seguridad de España, un proyecto compartido». Presidencia del Gobierno, 2013. Disponible en http://www.lamoncloa.gob.es/documents/seguridad_1406connavegacionfinalaccesiblebpdf.pdf
- DIETZ, Simon; STERN, Nicholas; ZENGHELIS, Dimitri. «Reflections on the Stern review (1). A Robust Case for Strong Action to Reduce the Risks of Climate Change». *World Economics*. 2007. 8 (1), pp. 121-168.
- European Commission. «Annex to the communication from the Commission to the European Parliament and the Council: The Paris Protocol - A blueprint for tackling global climate change beyond 2020». 2015. Disponible en http://ec.europa.eu/priorities/energy-union/docs/paris-annex_en.pdf
- European Commission. «Special Eurobarometer 409: Climate Change. Report». 2014a. Disponible en http://ec.europa.eu/health/healthy_environments/docs/ebs_409_en.pdf
- European Commission. «Towards a circular economy: A zero waste programme for Europe». 2014b. Disponible en <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0398&from=EN>
- European Commission. «A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050». 2011. Disponible en http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5d-b26ecc-ba4e-4de2-ae08-dba649109d18.0002.03/DOC_1&format=PDF
- European Parliament. «U.S. Climate Change Policy. In-depth Analysis for the ENVI Committee». Directorate-General for Internal Policies. Policy department. Economic and Scientific Policy A. 2015. Disponible en http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/536321/IPOL_IDA%282015%29536321_EN.pdf
- FALKNER, Robert. «A Minilateral Solution for Global Climate Change? On Bargaining Efficiency, Club Benefits and International Legitimacy». Centre for Climate Change Economics and Policy. Working Paper No. 222. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. Working Paper nº 197. 27th of June 2015. Disponible en <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/07/Working-Paper-197-Falkner.pdf>
- FERRO RODRÍGUEZ, Joaquín. «La anunciada autosuficiencia energética de Estados Unidos y su cambio de intereses geoestratégicos: estudio de claves». Documento de Opinión 148/2014. Disponible en http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_opinion/2014/DIEEE0148-2014_AutosuficienciaEnergeticaEEUU_FerroRguez.pdf
- FISCHER, Anke, *et al.* «Climate Change? No, Wise Resource Use is the Issue: Social Representations of Energy Climate Change and the Future». *Environmental Policy and Governance*. 2012. 22, pp. 161-176.

FLOATER, Graham. *Climate Change & Global Economy, Low Carbon Growth: Cities leading the next economy*. London School of Economics and Political Science y Fundación Ramón Areces. Madrid, 6-8 de julio de 2015.

GAMBHIR, Ajay. *et al.* «India's CO₂ Emissions Pathways to 2050». Grantham Institute for Climate Change. University College London Energy Institute. 2013. Disponible en <http://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/institute-reports-and-analytical-notes/India's-emissions-pathways-to-2050---summary-report.pdf>

GAMERO RUS, Jesús Marcos. «Las migraciones humanas inducidas por el cambio climático como un fenómeno multicausal: la respuesta desde las políticas sociolaborales y los mecanismos de protección social». Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Social. Universidad Carlos III. 2014. Disponible en <http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/19802/Gamero-Rus-JMarcos-tesis.pdf?sequence=1>

HARRINGTON, Winston; MORGESTERN Richard. D. «Economic incentives vs. Command and Control. What's the best approach for solving environmental problems?» *Resources for the Future*. Winter 2004, pp. 13-17. Disponible en http://www.rff.org/rff/Documents/RFF_Resources_152_ecoincentives.pdf

HOWES, Michael. «Politics and the Environment: Risk and the Role of Government and Industry». London: Earthscan, 2005. 256 p. ISBN: 978-1844072125.

<http://climateactiontracker.org/countries/india.html>

<http://climateandsecurity.org/2014/10/15/uk-to-integrate-climate-change-into-military-planning/>

<http://climateandenergy.worldviews.org/results/>

<http://climatechange.velaw.com/ChinasNationalPlanforClimateChange2014-2020.aspx>

<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC>

http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/index_en.htm

http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0030&from=EN>

<http://foreignpolicy.com/2015/06/18/a-record-year-in-misery-the-world-has-never-seen-a-refugee-crisis-this-bad/>

<http://newsroom.unfccc.int/es/bienvenida/los-gobiernos-conviene-el-texto-de-negociacion-del-acuerdo-climatico-de-paris/>

<http://newsroom.unfccc.int/unfccc-newsroom/kyoto-protocol-10th-anniversary-timely-reminder-climate-agreements-work/>

<http://results.globalwarming.worldviews.org/new2/index.php?cid=blank&gid=blank&ccid=blank&cgid=blank&question=blank&rec=0&lang=573&reclang=0>

<https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=285>

<http://unfccc.int/bodies/body/6645.php>

http://unfccc.int/essential_background/items/6031.php

http://unfccc.int/kyoto_protocol/doha_amendment/items/7362.php

<http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/spa/l15s.pdf>

http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145397.pdf

<http://www.currentscience.ac.in/php/feat.php?feature=Special%20Section:%20Low%20Energy%20Nuclear%20Reactions&featid=10094>

http://www.eia.gov/beta/international/analysis_includes/countries_long/India/india.pdf

<http://www.eia.gov/beta/international/data/browser/#?cy=1994&start=1980&end=2012&ord=SA&v=T&vo=0&so=0&io=0&vs=INTL.44-1-AFRC-QBTU.A~INTL.44-1-ASOC-QBTU.A~INTL.44-1-CSAM-QBTU.A~INTL.44-1-EURA-QBTU.A~INTL.44-1-EURO-QBTU.A~INTL.44-1-MIDE-QBTU.A~INTL.44-1-NOAM-QBTU.A>

<http://www.iclei.org/details/article/iclei-joins-city-of-paris-in-calling-for-cities-and-local-governments-day-during-cop21.html>

<http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/emission/index.php?idp=50>

<https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/figure-3-6.html

http://www.iri.edu.ar/revistas/revista_dvd/revistas/R14/R14-ESER.html

<http://missingmigrants.iom.int/en/half-million-migrants-cross-mediterranean-while-almost-3000-die-so-far-2015>

http://www.moef.nic.in/sites/default/files/Pg01-52_2.pdf

<http://www.msnbc.com/morning-joe/millennials-environment-climate-change>

http://www.oscc.gob.es/en/general/salud_cambio_climatico/enfermedades_infecciosas_en.htm

<http://www.theguardian.com/sustainable-business/smart-cities-innovation-energy-sustainable>

<http://www.transicionenergeticaycc.org/web/es/foro/post/Cambio-climatico-y-mujer/>

<http://www.transicionenergeticaycc.org/web/es/foro/post/China-en-transicion/>

<http://www.transicionenergeticaycc.org/web/es/foro/post/New-York-New-York-cities-and-climate-change/>

<http://www.transicionenergeticaycc.org/web/es/foro/post/Propositos-para-el-2015-parte-II-factores-que-influyen-en-la-mitigacion-individual-del-cambio-climatico/>

<http://www.un.org/en/development/desa/news/population/world-urbanization-prospects-2014.html>

http://www.un.org/spanish/News/story.asp?NewsID=31217#.VX_kcWCS5EQ

<http://www.unep.fr/ozonaction/information/mmcfiles/3139-e-oan-HCFCspecialissue.pdf>

<https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/image/president27climateactionplan.pdf>

https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/National_Security_Implications_of_Changing_Climate_Final_051915.pdf

<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2014/11/11/us-china-joint-announcement-climate-change>

<http://www.wri.org/blog/2014/09/un-climate-summit-whats-it-cities-1>

International Migration Institute. «Global “Megatrends” for Future International Migration». University of Oxford. 2011. Disponible en <http://www.imi.ox.ac.uk/publications?keywords=&year=&group=gmf&author=&type=>

International Monetary Fund. «Fiscal Monitor - Now is the Time: Fiscal Policies for Sustainable Growth». April 2015, pp. 1-98. Disponible en <http://www.imf.org/external/pubs/ft/fm/2015/01/pdf/fm1501.pdf>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2014. Synthesis Report. Summary for Policymakers*. 2014^a. Disponible en https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf

IPCC. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Chapter 10*. 2014b. Disponible en http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIAR5-Chap10_FGDall.pdf.

IPCC. *Climate Change 2007: Synthesis Report*. 2007a. Disponible en http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf

IPCC. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Edited by S. Solomon and others. Cambridge: Cambridge University Press. 2007b.

International Energy Agency. *World Energy Outlook 2014*. 2014. Disponible en: <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2014/>

- International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Energy Prospects: China. November. pp: 1-104. 2014. Disponible en http://irena.org/remap/IRENA_REmap_China_report_2014.pdf
- JACOBS, Michael. «La economía verde: medio ambiente, desarrollo sostenible y la política del futuro». Barcelona, ICARIA, FUHEM, 1991. 432 p. ISBN: 9788474262742.
- JORDAN, Andrew; WURZEL, Rüdiger. K. W; ZITO, Anthony. «The Rise of "New" Policy Instruments in Comparative Perspective: Has Governance Eclipsed Government?». *Political Studies*, 2005. 53: 477-496.
- LÁZARO TOUZA, Lara. E.; ZOGHBY, Michel. «Climate Risks: Theory, Data and the Global Governance of Climate Change», en Teresa Rodrigues, Rafael García Pérez y Susana de Sousa Ferreira (eds.). *Globalization and International Security: An Overview*. New York: Nova Science Publishers. 2014, pp. 95-125. ISBN: 978-1-63463-075-7.
- LÁZARO TOUZA, Lara. E. «El papel de la Unión Europea en la gobernanza global en materia climática». Cuadernos Europeos de Deusto. Núm. 45/2011. 2011, pp. 117-148. Disponible en: <http://www.deusto-publicaciones.es/deusto/pdfs/revistas/revistas45.pdf>
- KOLLENBERG, Sascha; TASCHINI, Luca. «The European Union Emissions Trading System and the market stability reserve: optimal dynamic supply adjustment». Centre for Climate Change Economics and Policy Working, paper n.º 219. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working, paper n.º 195. May 2015. Disponible en <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2015/05/Working-Paper-195-Kollenberg-and-Taschini.pdf>
- LENTON, Timothy. M. «Tipping elements in the Earth's climate system». *Proceedings of the National Academy of Sciences*. February 2008. Vol. 105, n.º 6, pp. 1786-1793. Disponible en <http://www.pnas.org/content/105/6/1786.full.pdf>
- LITTLE, Daniel. Understanding Society: Liquid modernity? 3 de mayo de 2014. Disponible en <http://understandingsociety.blogspot.com.es/2014/05/liquid-modernity.html>. Último acceso 22 de mayo de 2015.
- MANKIW, Gregory. *Principios de Economía*. México D.F: Cengage Learning Editores. 2009.
- MENDLER DE SUÁREZ, Janot; SUÁREZ, Pablo; Bachofen, Carina. *Games for a New Climate: Experiencing the Complexity of Future Risks*. Pardee Center Task Force Report. Boston: The Frederick S. Pardee Center for the Study of the Longer-Range Future, Boston University. 2012. ISBN 978-1-936727-06-3. Disponible en <http://www.climatecentre.org/downloads/files/Games/Games-related%20publications/Pardee%20report.pdf>

- Met Office Hadley Centre. *Climate: Observations, projections and impacts. Spain*. Department of Energy and Climate Change. 2011. Disponible en <http://www.metoffice.gov.uk/media/pdf/k/i/Spain.pdf>
- Network of Regional Governments for Sustainable Development. The Cancun Agreements UNFCCC COP 16/. April 2011. Disponible en http://nrg4sd.org/sites/default/files/default/files/content/public/29-climatechange/background/cop16/quick_guide_cancun_agreements__201104291.pdf
- NORDHAUS, W. «Why the Global Warming Skeptics Are Wrong». The New York Review of Books. 22nd of March 2012. Disponible en <http://www.nybooks.com/articles/archives/2012/mar/22/why-global-warming-skeptics-are-wrong/>
- OBBER, Kayly. «How the IPCC views migration». University of Bonn. 2014. Disponible en <http://www.geographie.uni-bonn.de/forschung/wissenschaftliche-bereiche/geographische-entwicklungsforschung-1/nachwuchsgruppe-sakdapolrak/transre-fact-sheet-no1.pdf>
- OECD. *National Climate Change Adaptation: Emerging Practices in Monitoring and Evaluation*. Paris: OECD Publishing, 2015. Disponible en <https://www.oecd.org/publications/national-climate-change-adaptation-9789264229679-en.htm>
- OECD. *Cities and Climate Change*. París: OECD Publishing, 2010.
- Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. *Turn Down the Heat. Why a 4 °C Warmer World Must be Avoided*. World Bank. 2012.
- PricewaterhouseCoopers. «The World in 2050: will the shift in global economic power continue?». PwC. 2015. Disponible en <http://www.pwc.com/gx/en/issues/the-economy/assets/world-in-2050-february-2015.pdf>
- RICHARDSON, Katherine; STEFFEN, Will; LIVERMAN, Diana. *Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions*. Cambridge: Cambridge University Press, 2011. 542 p. ISBN: 9780521198363.
- RIVERA, Alicia. «El mar subirá hasta 0,80 metros en España por el cambio climático», Diario *El País*, 24 de septiembre de 2014. Disponible en http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/09/24/actualidad/1411585542_946724.html
- ROCKSTRÖM, Johan, *et al.* «Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity». *Ecology and Society*. 2009. 14 (2): 32. Disponible en <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- ROMÁN ORTEGA, Francisco. *Diccionario de medio ambiente y materias afines*. Madrid: Fundación Confemetal, 1999. 413 p. ISBN: 9788489786714.

- RUIZ DE ELVIRA, Antonio « ¿Por qué afectarán los extremos climáticos más a España que a otras regiones?» *El Mundo*, 3 de mayo de 2015. Disponible en <http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/elporquedelascosas/2015/05/03/por-que-es-espana-especialmente.html>
- SÁNCHEZ ARANA, Juan Diego. «La fracturación hidráulica en la Unión Europea: estado de la cuestión». Documento Marco 18/2014. Instituto Español de Estudios Estratégicos. 3 de noviembre de 2014. http://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_marco/2014/DIEEEM18-2014_FracturacionHidraulica_SandezArana.pdf
- Secretaría de Estado de Cambio Climático. «Guía para periodistas sobre cambio climático y negociación internacional». Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009. Disponible en http://www.magrama.gob.es/es/ceneam/recursos/mini-portales-tematicos/Gu%C3%ADa_periodistas_sobre_CC_tcm7-12466.pdf
- SHEA, Joseph, *et al.* «Modelling glacier change in the Everest region, Nepal Himalaya». *The Cryosphere*, 2015. 9, pp. 1105-1128. doi:10.5194/tc-9-1105-2015.
- STEFFEN, Will; CRUTZEN, Paul J.; MCNEILL, John R. «The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature?» *Ambio*. December 2007. Vol. 36, n.º 8, pp. 614-621.
- STERN, Nicholas. «Growth, climate and collaboration: towards agreement in Paris 2015». Centre for Climate Change Economics and Policy. Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. 2014. Disponible en http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2014/12/Growth_Climate_and_Collaboration_Stern_2014.pdf
- STERN, Nicholas. «The Structure of Economic Modeling of the Potential Impacts of Climate Change: Grafting Gross Underestimation of Risks onto already Narrow Science Models». *Journal of Economic Literature*, 2013, 51 (3), pp. 838-859.
- STERN, N.; ZHENGELIS, D, y RHODE, P. (2011). «City Solutions to Global Problems», en Ricky Burdett y Deyan Sudjic (Eds.). *Living in the Endless City*. Phaidon. New York. 2011, pp. 342-349.
- The Global Commission on the Economy and Climate. «The New Climate Economy». 2014. Disponible en <http://newclimateeconomy.report/misc/downloads/>
- United Nations. «Population Facts». N.º 2013/2. Septiembre. 2013a. Disponible en http://esa.un.org/unmigration/documents/The_number_of_international_migrants.pdf
- United Nations. «World Population Prospects The 2012 Revision. Key Findings and Advance Tables». 2013b. Disponible en http://esa.un.org/wpp/documentation/pdf/wpp2012_%20key%20findings.pdf

- United Nations Environmental Programme (UNEP). *The Emissions Gap Report 2012. A UNEP synthesis Report*. 2012. Disponible en <http://www.unep.org/pdf/2012gapreport.pdf>
- VON LEHE, A. «Cities, Climate and COPS». *Southeastern Environmental Law Journal*. 2011, pp. 217-228.
- WEITZMAN, M. «On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change». *Review of Economics and Statistics*, 2009. 91 (1), pp. 1-19.
- WEF. «Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chain». 2014. Disponible en http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf
- World Bank. «State and Trends of Carbon Pricing». Washington, DC: World Bank. 2014. Disponible en http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSPContentServer/WDSP/IB/2014/05/27/000456286_20140527095323/Rendered/PDF/882840AR0Carbo040Box-385232B000U0090.pdf