

# El Ártico y los efectos del cambio climático en España

Salvar el Ártico es salvar mucho más

Marzo 2013



**GREENPEACE**



# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>El Ártico</b>	<b>7</b>
2.1	Contexto biogeográfico del Ártico	7
2.2	El Ártico y el cambio climático	9
2.2.1	El cambio climático provoca el deshielo del Ártico	
2.2.2	El deshielo del Ártico agrava el cambio climático y sus consecuencias	
2.3	Amenazas directas al Ártico	14
2.4	Propuestas de Greenpeace para el Ártico	16
<b>3</b>	<b>El Ártico y España. Impactos del Cambio Climático en España y del deshielo ártico</b>	<b>19</b>
3.1	Pronósticos en flora y fauna	20
3.2	Impactos en sectores económicos	22
3.3	Algunos escenarios de alto riesgo	25
	Referencias	28

Foto cubierta  
© Greenpeace / Alex Yallop

Publicado en marzo de 2013 por **Greenpeace**  
San Bernardo 107 1ª planta, 28015 Madrid  
[greenpeace.es](http://greenpeace.es)





© NICK COBBING / GREENPEACE

## Introducción

### Exposición de motivos: Pero... ¿por qué salvar el Ártico es salvar mucho más?

La principal amenaza del Ártico, el cambio climático, está provocando la rápida desaparición de su capa de hielo. La superficie de hielo marino Ártico se reduce de verano en verano, y cada vez alcanza récords de mínimos históricos. Según los expertos, el Ártico podría quedar completamente libre de hielo marino durante el verano dentro de 10 ó 20 años. Este fenómeno es uno de los que, además de facilitar el desarrollo de actividades industriales altamente perjudiciales en la zona, está agravando el cambio climático, ya que la sustitución de lo que antes era superficie blanca en el Ártico por el azul oscuro del océano aumenta el potencial de absorción del calor de los rayos solares en la tierra. Un aumento de la temperatura global que, de llegar a provocar el derretimiento del hielo milenario asentado sobre Rusia o Groenlandia, provocaría, a su vez, una ingente liberación de gases de efecto invernadero que agravarían de forma exponencial los efectos del cambio climático en todo el mundo.

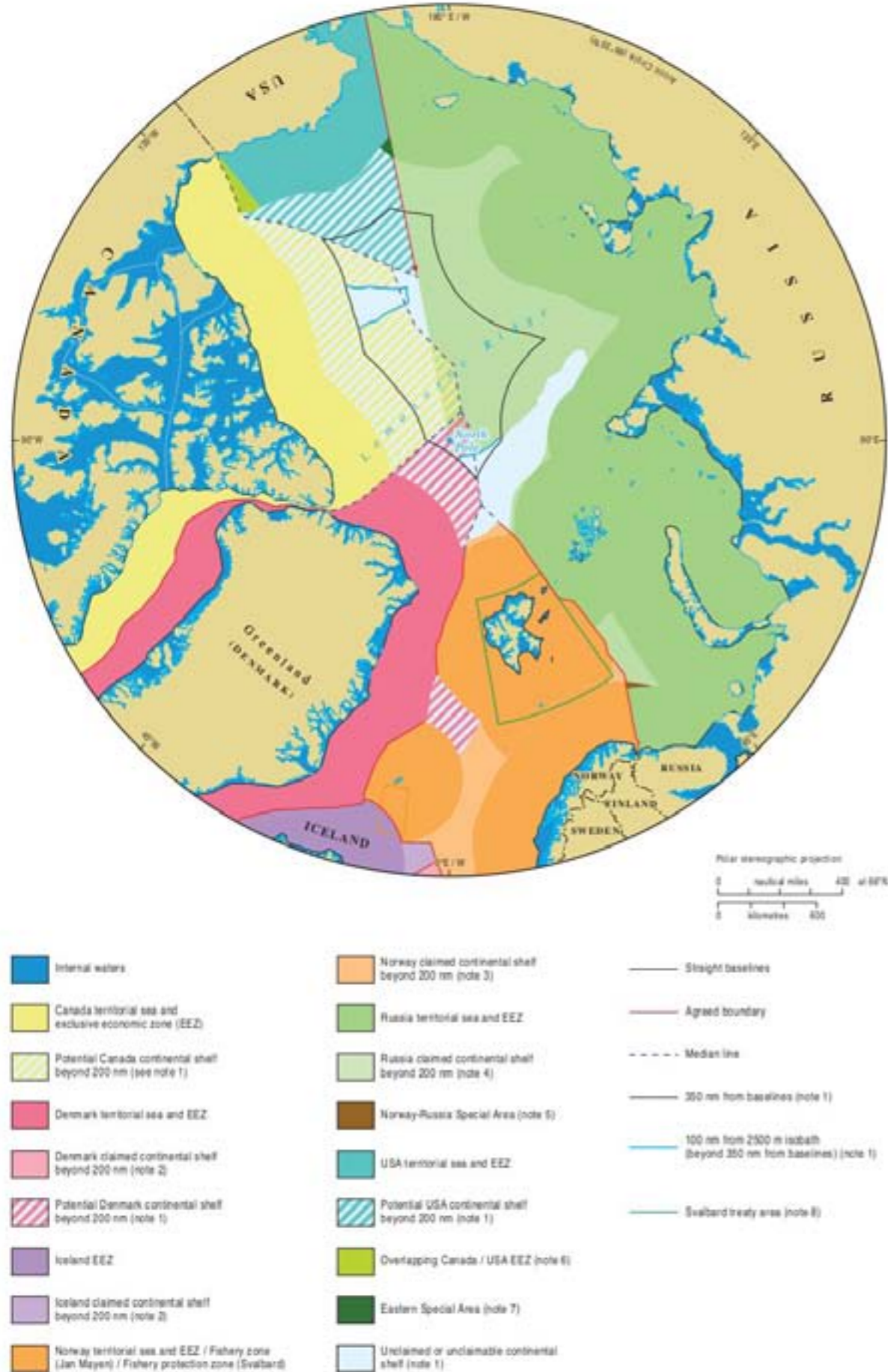
Para evitar los impactos más catastróficos del cambio climático, es necesario mantener el aumento de la temperatura global tan lejos de los 2°C como sea posible. De hecho, cada vez son más los expertos que recomiendan fijar en 1,5°C este límite de seguridad. Lo contrario implica aceptar un escenario de derretimiento del hielo del Ártico que, además de la liberación de emisiones que hemos comentado, tendría graves consecuencias en todo el mundo. ¿Qué pasaría en todos los rincones del planeta a la vez? ¿Qué pasaría en España?

La campaña para salvar el Ártico es la batalla medioambiental más importante del momento, porque está en juego el futuro de uno de los pocos lugares donde

aún existe un equilibrio natural y porque lo que suceda en el Ártico determinará irremediablemente el futuro del planeta. Frenar el cambio climático, y salvar el Ártico, es el mayor reto al que se ha enfrentado nunca la humanidad.



Figura 1. Jurisdicción marítima y fronteras en la región Ártica



©FUENTE: INTERNATIONAL BOUNDARIES RESEARCH UNIT. DURHAM UNIVERSITY.

# El Ártico

## 2.1 Contexto biogeográfico del Ártico

Se entiende por círculo polar ártico el espacio que queda incluido por encima de los 66,6° de latitud Norte. La riqueza biológica de este ecosistema frío está repartida entre las aguas marinas, las placas de hielo, la zona costera, la tundra y algunos bosques boreales de coníferas, que conforman un mosaico de ecosistemas que sirven de hábitat permanente y de zona de cría y alimentación para numerosas especies. La región se caracteriza por grandes cambios estacionales que van acompañados del crecimiento y decrecimiento de los hielos marinos y donde los vientos locales inciden fuertemente en las condiciones de hielo de las zonas costeras.

Al contrario de lo que sucede en la Antártida, el ecosistema ártico se localiza en un océano central, el océano Glacial Ártico, rodeado de continentes con extensas plataformas continentales. Existen cinco países con territorio dentro del círculo polar ártico y que tienen acceso directo a su océano: EEUU, Rusia, Noruega, Canadá y Dinamarca (Groenlandia e Islas Faroe). Por esto, la Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS), otorga significativas áreas del Ártico a estos cinco países (EEUU aún no ha ratificado este acuerdo) y les concede derechos sobre los recursos naturales de, sobre y bajo el fondo marino, hasta 200 millas náuticas desde sus costa. Incluso pueden solicitar su ampliación hasta 350 millas náuticas, siempre que prueben que esa extensión forma parte de su plataforma continental (ver Figura 1).

Además, a diferencia de la Antártida, que desde 1959 cuenta con un tratado internacional que establece una soberanía desmilitarizada y no comercial para el continente antártico, el Ártico sí está expuesto a la explotación de sus recursos y tampoco tiene la

condición de Zona Libre de Armas Nucleares (NWFZ) un riesgo añadido, sobre todo si se tiene en cuenta que circumpolares como EEUU y Rusia tienen armas de este tipo. Y que tanto Estados Unidos como Canadá, Dinamarca y Noruega pertenecen a la OTAN, una alianza con capacidad nuclear.

Este contexto geopolítico, hace que la realidad del Ártico sea complicada de gestionar, pues son muchos los que ven en este ecosistema una fuente inagotable de oportunidades: el deshielo está permitiendo acceder a importantes recursos energéticos, minerales y pesqueros y ha empezado a abrir nuevas vías comerciales para el transporte marítimo y el turismo. Son múltiples los intereses que confluyen sobre este territorio, pues se trata también de un área con una posición geoestratégica de primer orden<sup>1</sup> donde los países ribereños pretenden ejercer su soberanía y donde los otros países como China, Corea y países de la UE que no tienen salida al Ártico también reivindican la capacidad de toma de decisiones y la obtención de los beneficios como consecuencia de la extracción de sus recursos.

Entre tantos intereses políticos, estratégicos y económicos, cabe destacar los de las grandes compañías petroleras y gasísticas que ven la oportunidad de explotar nuevas reservas de combustibles fósiles. Todo ello, a pesar del elevado riesgo que estas actividades representan para el Ártico y de que los yacimientos de la zona apenas contienen recursos para cubrir durante tres años la demanda energética mundial de combustibles fósiles<sup>2,3</sup>.

La importancia de conservar este ecosistema prístino de gran importancia y extremada vulnerabilidad parece pasar desapercibida en la escena política internacional, pese a que sus características lo hacen merecedor de especial protección.

El ecosistema ártico es quizás el más frágil de la tierra. Un sinfín de animales que habitan en las zonas boreales se encuentran bajo la amenaza del cambio climático provocado por el deshielo ininterrumpido del hielo marino ártico y del casquete polar, así como de los vertidos tóxicos. La zona es rica en aves marinas como el arao de Brünnich, el cormorán, la gavina y el eider real. La zona es importante para muchas especies únicas de mamíferos marinos como las ballenas de Groenlandia, los narvales y las morsas. Bajo el mar helado, la riqueza natural no termina, y a pesar de las temperaturas extremas, seres vivos como los corales de agua fría mantienen su lento desarrollo y crean un hábitat que da a su vez cobijo a otras especies, algunas de ellas con 2.000 años de antigüedad y que se encuentran entre los animales más antiguos de la Tierra <sup>4</sup>.

En la punta de la pirámide trófica del ecosistema ártico, se encuentran los grandes depredadores, como los osos polares, cuya situación refleja también importantes problemas ecológicos, pues no solo están directamente afectados por el calentamiento global, que funde las placas de hielo necesarias para la caza de sus presas, sino que también se ven afectados por el efecto que este fenómeno tiene en cuanto a pérdida de hábitat para las focas. Sin el volumen adecuado de hielo marino durante todo el año, muchos osos no serán capaces de usar el hielo como plataforma para alimentarse. Como consecuencia de ello, los osos polares se verán obligados a pasar más tiempo en ayunas en tierra, donde además presentan un grave problema a las poblaciones humanas del Ártico. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)<sup>5</sup> ha concluido recientemente que solo una de las 19 subpoblaciones de osos polares está en aumento.

Las focas del Ártico, además de usar el hielo marino como una sala de maternidad y guardería, lo utilizan como trampolín para acechar a los peces y escapar de los depredadores. Las morsas<sup>6</sup> también lo utilizan como un lugar de descanso y congregación, por lo que su ausencia lleva a grandes acumulaciones y las obliga a nadar mayores distancias para acceder al alimento. Además, existen datos de que el reno del Ártico cae a través del hielo marino durante su migración, debido a que la capa es cada vez más fina por el cambio climático <sup>7</sup>.

Otro aspecto importante es cómo las amenazas que se ciernen sobre el Ártico perjudican a los cuatro millones de personas que habitan en la región. El cambio climático

está alterando gravemente sus hábitos vitales y sus medios de sustento, a lo que deben sumarse los riesgos que un vertido en el Ártico tendría, tanto a nivel económico y social, como cultural y medioambiental para las comunidades indígenas de la región<sup>8</sup>. El USGS (Servicio Geológico de EEUU) determinó que el impacto a largo plazo de la explotación petrolífera en las comunidades indígenas es desconocido porque se requiere “información adicional” a fin de “determinar el peligro potencial para los medios de subsistencia de las poblaciones nativas”<sup>9</sup>.

Los pueblos indígenas del Ártico que habitan en las regiones de Alaska, Canadá, Groenlandia Rusia y territorio Sápmi (Suecia, Noruega, Finlandia y Rusia) se están viendo fuertemente afectados por el calentamiento climático y la consiguiente pérdida de hielo. Sus habitantes están viendo cómo se destruye el ecosistema que les da sustento, sus modos de vida y su futuro a causa de los intereses y las actividades industriales. Mientras que las empresas petroleras, gasísticas, pesqueras y de transporte ven una oportunidad de explotación y beneficio económico en el deshielo, los habitantes del Ártico ven cómo pelagra su identidad y sus costumbres, su cultura y su economía y sienten cómo se les priva de sus derechos sobre el territorio y los recursos. Muchos habitantes del Ártico dependen de las focas y otros animales autóctonos para alimentarse, sin embargo, la pérdida de hielo hace que sea cada vez más difícil y peligroso beneficiarse de sus recursos. Los cazadores no solo tienen que esperar más tiempo a que el hielo se forme, además tienen que viajar cada vez más lejos a través de un terreno más blando, lo que hace menos rentable la caza.

Establecida desde septiembre de 2007, existe una declaración de la ONU sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, en la que la comunidad internacional se compromete a proteger los derechos individuales y colectivos de los indígenas, lo que es una herramienta para la paz y la justicia a tener muy presente a la hora de desarrollar cualquier tipo de actividad que pueda suponer una afeción en su modo de vida.

El Ártico se enfrenta por tanto, a graves peligros medioambientales, como consecuencia del cambio climático y de las actividades extractivas, con riesgo por vertidos de petróleo, la sobrepesca y la caza furtiva, por lo que es de urgente necesidad establecer cuanto antes medidas nacionales y globales que delimiten y protejan los espacios árticos y se garantice con ello la defensa de sus habitantes.

Añadido a los efectos directos por la pérdida del hielo, no puede olvidarse, el devastador impacto que supondría un vertido de petróleo sobre la fauna del Ártico. Por esto, es de vital importancia la declaración de un santuario global en el alto Ártico que proteja este delicado ecosistema, un entorno único que sirve de hogar a numerosas especies y la forma de vida de aquellos que llevan siglos morando en esta zona.

## Siete razones de por qué el Ártico es importante para el planeta

- 1 Es reflectante de la luz del sol
- 2 Influye en las corrientes oceánicas del planeta
- 3 Funciona como aire acondicionado de la Tierra
- 4 Constituye un sumidero de grandes cantidades de metano, uno de los gases de efecto invernadero
- 5 Suaviza los temporales y protege las costas cercanas
- 6 Es el hogar y la fuente de sustento de los nativos del Polo Norte
- 7 Es el hábitat de la fauna ártica

## 2.2 El Ártico y el cambio climático

La principal amenaza del Ártico, el cambio climático, está provocando la rápida desaparición de su capa de hielo. A su vez, esta desaparición del hielo milenario provoca, por ejemplo, la liberación de gases de efecto invernadero que contribuyen a agravar los efectos del cambio climático. Los países del Ártico y los del resto del mundo comparten la responsabilidad de frenar el cambio climático bajo el Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero.

Todavía no se percibe cuáles son las graves implicaciones que la pérdida de la cubierta boreal helada del globo tiene sobre nuestras vidas. El principal peligro que percibimos del derretimiento es solo su consecuencia más directa: el deterioro de los ecosistemas del Ártico y los riesgos a los que se enfrenta su fauna como los osos polares, morsas y aves, pero más allá de esto, los polos actúan como un refrigerador natural del planeta y su pérdida incrementa por tanto los efectos del cambio climático, lo

que implica a su vez el aumento de impactos, entre los que se encuentran la mayor proliferación e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos<sup>10</sup>.

### 2.2.1 El cambio climático deshiela el Ártico

Actualmente las temperaturas se elevan más rápido en los polos que en cualquier otra parte del planeta, lo que provoca que el hielo retroceda a gran velocidad<sup>11</sup>. De acuerdo con recientes estudios<sup>12</sup>, el hielo del océano Ártico podría desaparecer mucho más rápido que lo que estimaba en 2007 el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en su Cuarto Informe de Evaluación<sup>13</sup>.

Tanto es así que los científicos predicen que dentro de 10<sup>14</sup>,<sup>15</sup> ó 20<sup>16</sup> años el Polo Norte probablemente estará libre de hielo marino en verano, algo que no había ocurrido desde hace más de un millón de años. Según el cuarto informe del Panel Intergubernamental de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (IPCC, según sus siglas en inglés), el cambio climático es una realidad incuestionable provocada por la emisión de ingentes cantidades de gases de efecto invernadero que provienen de la actividad humana. Si queremos evitar sus peores impactos, es urgente reducir drásticamente las emisiones de gases de efecto invernadero hasta llegar a niveles cercanos a cero a mediados de siglo<sup>17</sup>. La gravedad de esta cuestión no pasa desapercibida a la clase política que año tras año se reúne en las negociaciones para constatar que los compromisos de reducción de emisiones que están actualmente sobre la mesa son claramente insuficientes. Prueba de ello es el compromiso alcanzado en la cumbre del clima de 2011, celebrada en Durban (Sudáfrica), de aumentar los compromisos de reducción de emisiones para alinearlos con las recomendaciones científicas y firmar un acuerdo global en 2015 que permita mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C (o incluso de 1,5°C), en comparación con los registros pre-industriales.

Un incremento en la temperatura de solo 1,5 °C podría conducir al derretimiento irreversible de la capa de hielo en Groenlandia y alcanzar los 2°C podría suponer un riesgo de impactos catastróficos<sup>18</sup>.

Según datos del Centro de Ciencia Polar en Washington DC, en 2011 ya se había perdido el 75% del hielo marino



del ártico en temporada estival, en comparación con los niveles máximos existentes desde que se tienen datos por satélite (1979) (ver Figura 2). En 2012, se constató un cambio sin precedentes donde la cobertura de hielo alcanzó la cifra de tan solo 3,4 millones de kilómetros cuadrados<sup>19</sup>. Una cifra que es un 18% más baja que lo registrado en 2007 y un 50% menor que la media en los años 80 y 90. En los últimos cinco años, el hielo ártico se ha derretido más rápido de lo que los modelos científicos habían estimado.

Aunque es importante señalar que la cifra del 75% aún no ha sido incluida en las referencias aceptadas por el IPCC, ya que el informe fue redactado en 2005, cuando todavía no se habían dado estos récords. Lo que está claro es que en promedio, entre 1980-2008, el hielo marino ártico ha ido adelgazando casi cuatro veces más rápido de lo que proyectaron los modelos climáticos utilizados por el IPCC para su informe en 2007<sup>20</sup>.

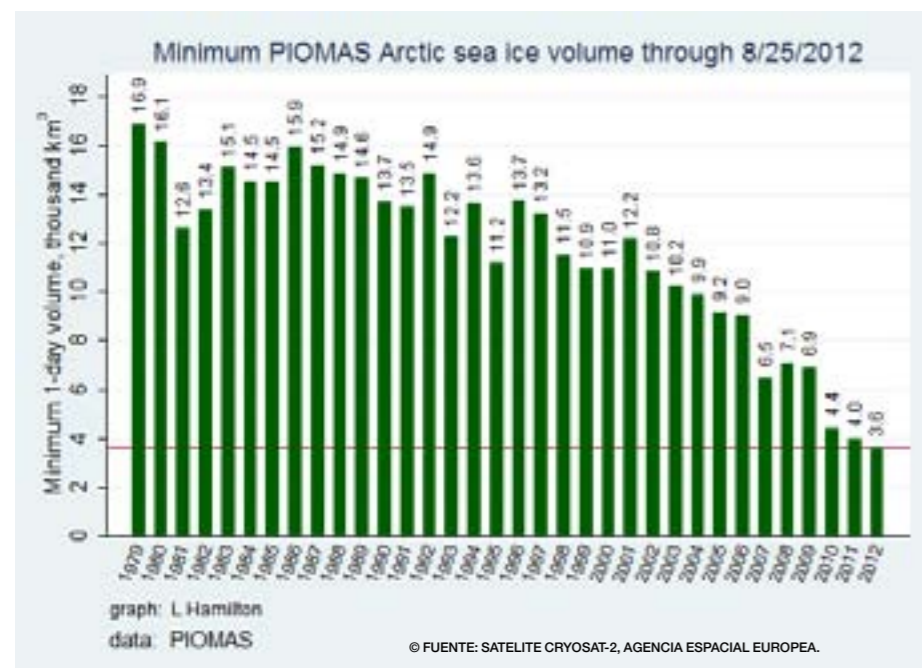
Por otro lado, en septiembre de 2012, el 97% de la superficie de hielo superficial de Groenlandia se estaba deshaciendo (ver Figura 3). El 16 de septiembre, el Centro Nacional de Datos de Nieve y Hielo de EEUU (NSIDC, según siglas en inglés) confirmaba un nuevo mínimo histórico de hielo ártico<sup>21</sup>.

### Efectos del deshielo en las costas adyacentes:

Según los informes del NSIDC<sup>22</sup>, la pérdida de hielo marino favorece mayores tormentas en el propio Ártico. Con la constante disminución de la extensión del hielo marino en verano, estas tormentas y sus grandes olas son más frecuentes y algunas comunidades se están viendo amenazadas por la erosión costera. Hasta hace un tiempo, una gruesa capa de hielo marino absorbía la energía de las olas más grandes, lo que les impedía chocar contra las playas y acantilados, pero a medida que el hielo marino se derrite, desaparece este sistema natural de control y deja vía libre para que el mar erosione las costas de la región e inunde pueblos costeros.

Un claro ejemplo de estos impactos sobre la población del área se encuentra en Shishmaref<sup>23</sup>, Alaska. Allí las olas han erosionado una costa ya debilitada como consecuencia del deshielo del *permafrost*<sup>24</sup>. Actualmente, el mar está invadiendo el agua potable de la ciudad, lo que pone en peligro sus recursos costeros e incluso obliga a sus habitantes a considerar el traslado. Al mismo tiempo, el mar de fondo de las tormentas árticas y las olas dañan el hielo actual e impiden un nuevo crecimiento, lo que crea de nuevo un bucle que se realimenta y que potencia la agitación en el océano.

**Figura 2.** Evolución del volumen de hielo ártico desde que se tienen registros en 1979.

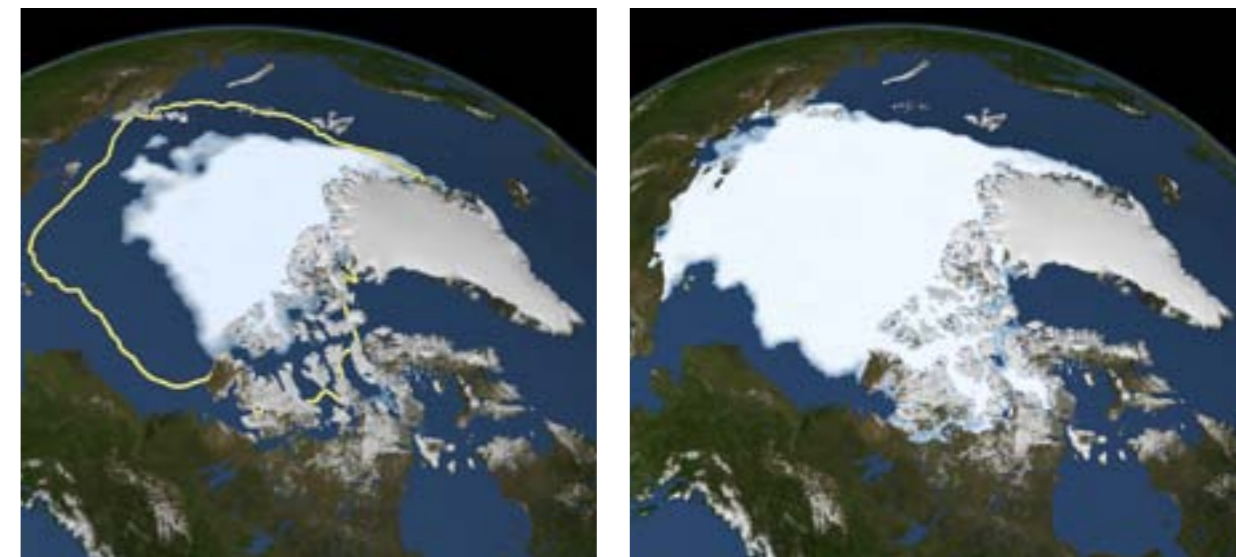


### Modificación del sistema ártico:

El funcionamiento de los ecosistemas del Ártico es complicado y la comunidad científica todavía está lejos de conocer sus detalles. Por esta razón, es tan difícil predecir cómo irán sucediendo los cambios a medida que la capa de hielo disminuye y se hace cada vez más fina, pero a la vez, la constante investigación en la zona aporta datos nuevos de año en año que nos ayudan a explicar qué está sucediendo y cuáles son las razones.

Un reciente estudio publicado en la revista *Science* demuestra cómo el calentamiento global y sus efectos físicos causan alteraciones en los ecosistemas del ártico central. Investigadores del Instituto Alfred Wegener han identificado grandes concentraciones de diatomeas que proliferan bajo la capa de hielo debido al calentamiento y a la mayor incidencia de los rayos solares. Los *blooms* (proliferación) de diatomeas, se acaban hundiendo y cubren los fondos marinos árticos, lo que lleva al ecosistema a la eutrofización<sup>25</sup>. El excedente de materia orgánica desequilibra el sistema y se altera la base de la cadena trófica, lo que repercute al final a mayor escala. El descenso de la capa de hielo favorece además la absorción de dióxido de carbono al océano, lo que lleva a una progresiva acidificación del océano Ártico, un problema potencialmente desastroso para organismos marinos como crustáceos, corales y algunos tipos de plancton que no podrían construir sus cubiertas y esqueletos calcáreos.

**Imagen 3.** Hacia finales de verano, a mediados de septiembre, el mar ártico se deshice a su mínimo. La imagen muestra el mínimo de 2012 (16 de septiembre) y se compara con la media entre 1979 y 2010 (línea amarilla).



© FUENTE: NASA (2010A), NSIDC (2012).

El planeta se está calentando y, con él, el Ártico. Sin embargo, el Ártico se ha estado calentando por lo menos dos veces más rápido que el promedio mundial<sup>26</sup>. Una de las razones es porque el calor del planeta se traslada a través de la atmósfera y las corrientes oceánicas al Polo Norte. Además, localmente, a medida que el hielo y la nieve se derriten, el océano expuesto y la tierra absorben alrededor del 80% de la radiación solar, lo que incrementa la temperatura local. Este calor en el océano Ártico también directamente calienta el aire sobre él. Un peligroso efecto en espiral de cómo el deshielo contribuye a agravar los efectos del cambio climático.

### 2.2.2 El deshielo del Ártico agrava el cambio climático y sus consecuencias

En el apartado anterior se introduce el efecto retroactivo que el deshielo ártico tiene, también, sobre el cambio global. Pasamos entonces a relatar cómo el deshielo del Ártico agrava los efectos del cambio climático.

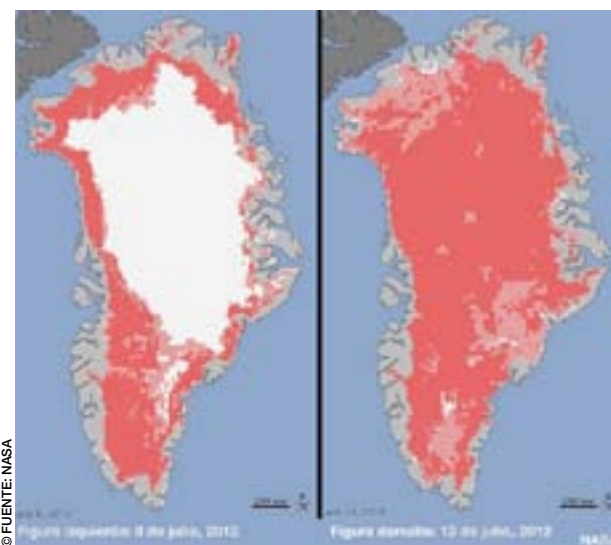
#### • El hielo ártico es reflectante de la luz del sol

El hielo del Ártico, debido a su color cristalino, es altamente reflectante de la luz solar, e irradia los rayos del sol nuevamente al espacio mediante un proceso medido por el albedo (porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja).

La cubierta de hielo marino desempeña un papel crucial en la regulación del clima global y los científicos están preocupados porque la pérdida de hielo está creando un sistema de “retroalimentación positiva” que agrava el calentamiento global. En pocas palabras, el hielo marino de color blanco refleja la radiación solar, mientras que el color oscuro del mar abierto, absorbe la energía del sol. A medida que el hielo del Ártico se derrite, menos energía se refleja hacia el espacio, más calor es absorbido por el océano, lo que conduce a un mayor calentamiento y aumenta el derretimiento del hielo<sup>27</sup>. Esta retroalimentación positiva podría atrapar el hielo del Polo Norte en un círculo vicioso con cada vez más fusión y más rápida pérdida de hielo.

Y este fenómeno no tiene solo consecuencias en el Ártico: el hielo del océano Ártico actúa, por consiguiente, como una sombrilla para el sol y mantiene el clima global más fresco. La capa de hielo ártico es lo que mantiene la intensidad del albedo y ayuda al mantenimiento de los polos a bajas temperaturas, perder el hielo ártico no solo supone retroalimentar el deshielo ártico sino también acelerar el ritmo al que aumenta la temperatura global.

#### • El derretimiento del Ártico contribuye al aumento del nivel del mar



**Figura 4.** En julio de 2012, Groenlandia se derritió a mayor velocidad de la prevista y en solo cuatro días (del 8 al 12 de julio) la capa superficial de hielo desapareció en un 97%.

A diferencia de lo que sucede con el derretimiento del hielo marino, el derretimiento de la nieve y el hielo continental ártico, añade nuevos volúmenes de agua al océano lo que contribuye a una subida del nivel del mar a nivel global, según los registros más recientes.

El derretimiento del hielo y la nieve en el Ártico se suma a la cantidad de agua en el océano, lo que aumenta el nivel global del mar, posiblemente, incluso más que los modelos utilizados por el IPCC pronosticaba en 2007<sup>28</sup>. La mayor preocupación de cómo influye el deshielo del Ártico en la subida del nivel del mar se encuentra en Groenlandia. Este territorio se encuentra cubierto por hielo de hasta 3 kilómetros de espesor, un volumen que, de derretirse, podría elevar el nivel medio del mar hasta 7 metros<sup>29</sup>. Esta catástrofe no es inminente, el derretimiento total de Groenlandia llevaría varias décadas al ritmo actual y según los modelos de calentamiento proyectados, pero lo cierto es que el continente está cada vez más rodeado de aguas abiertas y sufre procesos en los que la temperatura del aire alcanza los 11°C en verano, lo que provoca que se formen grandes lagunas de agua provenientes del deshielo en el mismo casquete polar. Recientemente el deshielo se ha extendido sobre todo en el sur de Groenlandia y perdura hasta cinco meses<sup>30</sup>. Durante las últimas dos décadas, la NASA ha documentado el rápido derretimiento del hielo superficial en Groenlandia y en julio de 2012, el área derretida alcanzó el 97%<sup>31</sup> (ver Figura 4).

La pérdida de hielo en Groenlandia y la reducción de los glaciares en otras partes del Ártico contribuye actualmente en un 40% a la media de 3 milímetros anuales de aumento del nivel global del mar<sup>32</sup>.

#### • El hielo ártico influye en las corrientes oceánicas

El hielo marino afecta a la circulación del océano: el agua más salada y más densa se hunde al llegar al Ártico y, debido a la temperatura del agua en la profundidad, se enfría. Después este flujo de agua, más fría, es transportada hacia latitudes más al sur en una especie de cinta transportadora oceánica denominada circulación termohalina<sup>33</sup>. Este flujo oceánico regula el clima global<sup>34</sup>. La fuerza de la corriente termohalina depende de la cantidad de hielo y la desaparición de éste podría interrumpir el normal funcionamiento de las corrientes marinas e impactar en las condiciones atmosféricas<sup>35</sup>.

Además, cuando el hielo marino se derrite a causa del calentamiento global, éste aporta agua más dulce al mar

(el agua marina pierde salinidad cuando se congela) y, puesto que menor salinidad significa menor densidad, el agua derretida del mar helado flota, en vez de hundirse como lo haría un agua salada en la que no se ha derretido hielo marino y esto puede alterar el flujo de circulación termohalina.

#### • El hielo ártico actúa como aislante de la temperatura del mar

La capa de hielo ártico actúa como un aislante natural de los fríos vientos polares, abrigando a las aguas marinas y reduciendo la pérdida de su temperatura. Junto con la radiación solar reflejada, esta capa hace que permanezcan las bajas temperaturas en superficie del Ártico. Pero a medida que el hielo marino se derrite y se hace más fino, se ve salpicado de grietas que van dejando que se escape el calor del mar que, a su vez, altera la temperatura que tenía el Ártico en superficie. Según afirma el Centro Nacional de Nieve y Hielo, “aproximadamente la mitad del total de intercambio de calor entre el océano Ártico y la atmósfera se produce a través de las aberturas en el hielo”<sup>36</sup>.

#### • La alteración del Ártico produce cambios en los patrones climáticos

La influencia del Ártico en el resto del mundo se extiende más allá de su contribución al aumento del nivel del mar. La pérdida del hielo marino, junto con la escorrentía de agua hacia el océano producida por la descongelación del *permafrost* y la fusión de pequeños glaciares, contribuyen a modificar la circulación global de los océanos, con consecuencias potencialmente importantes para los procesos meteorológicos mundiales<sup>37</sup>.

Existen evidencias crecientes de que el rápido calentamiento del Ártico puede ser ya responsable de un cambio en los patrones del clima y los cambios en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos en latitudes más bajas<sup>38,39</sup>. Debido a que el Ártico se está calentando más rápido que latitudes al sur, las diferencias de temperatura entre el Ártico y latitudes medias son cada vez más pequeñas. Esto parece ser la posible causa de la ralentización de la corriente en chorro (el viento fuerte de la parte superior de la atmósfera que dirige los sistemas meteorológicos de oeste a este en todo el hemisferio Norte)<sup>40</sup> en alrededor del 14% desde 1980<sup>41,42</sup>. La corriente en chorro más lenta hace que los procesos meteorológicos persistan, de forma que contribuye a la creación de “bloques” que producen

episodios más intensos y más largos de precipitaciones y sequías, olas de calor en verano y olas de frío en invierno<sup>43,44</sup>. Esto puede explicar la mayor proliferación de fenómenos meteorológicos extremos que estamos sufriendo actualmente<sup>45</sup>.

#### • El deshielo de la capa de hielo continental provoca la liberación de metano

El calentamiento del Ártico podría provocar otras reacciones en cadena que intensificarán el cambio climático y sus consecuencias a nivel global. Especialmente preocupante es el deshielo de los suelos congelados de la tundra y la exposición de los fondos marinos<sup>46</sup>. Los suelos, hasta ahora, permanentemente helados del llamado *permafrost*, contienen a menudo grandes cantidades de carbono orgánico, que proviene en su mayoría de los restos de las plantas acumulados durante miles de años. Si el aumento de la temperatura del Ártico llegara a provocar el deshielo de estos suelos, la liberación de este carbono en forma de CO<sub>2</sub> o metano sería irreversible, lo que representaría un aumento muy relevante y casi inmediato de la concentración de estos gases en la atmósfera y, por lo tanto, agravaría exponencialmente el problema. Porque atrapados en el fondo marino y en el *permafrost*, se encuentran también grandes depósitos de metano y materia orgánica congelada que pasarán a la atmósfera según se vaya derritiendo el hielo polar. El metano es un potente gas de efecto invernadero, que se filtra en forma de gas a través de la debilitada capa de hielo ártico, representando un riesgo climático. A lo largo de la Siberia oriental rusa y en otros países del Ártico se ha evidenciado la evacuación de metano a la atmósfera. Estas emisiones pueden representar el 5% de las emisiones mundiales de metano<sup>47</sup>.

Recientemente, las emisiones de metano en el Ártico han causado alarma en la comunidad científica. Al norte del mar de Chukchi y Beaufort, en abril de 2012, investigadores de la NASA descubrieron misteriosas emanaciones de metano, que no podían ser explicadas por las fuentes típicas como los humedales, reservorios geológicos o instalaciones industriales, que tenían su origen en las aguas superficiales expuestas por el hielo roto. A su vez constataron que el gas estaba ausente sobre las superficies de hielo marino sólido<sup>48</sup>.



## 2.3. Amenazas directas al Ártico

### Explotación petrolera y gasística en aguas profundas

La veda del petróleo se ha abierto en el Ártico, y la fiebre del “oro negro” le está afectando como una fiebre de verdad afectaría a un enfermo. El deshielo, cada vez más acelerado en la zona como consecuencia del cambio climático, permite el paso de buques<sup>49</sup> por zonas hasta ahora no transitadas durante un buen número de meses al año. Esto está permitiendo que las empresas petroleras<sup>50</sup>, las mismas que están generando el cambio climático, puedan beneficiarse de las consecuencias catastróficas que su negocio tiene para el planeta y, en concreto, para el Ártico.

Según el Servicio Geológico de EEUU (USGS), parece que las reservas de petróleo del Ártico no superarían los 90.000 millones de barriles<sup>51</sup>, una cantidad que solo serviría para satisfacer la demanda de energía del planeta durante tres años. Al irse agotando las bolsas de crudo de fácil extracción, las compañías extienden sus actividades a zonas cada vez más remotas y peligrosas.

El lejano Norte, con su promesa de recursos aún sin explorar, está surgiendo como una nueva “tierra prometida” para la industria petrolera. Ya unas cuantas empresas pioneras han comenzado operaciones de exploración en el Ártico. Otros grandes actores de la industria han seguido sus pasos y están ya planificando sus propios programas de perforación<sup>52</sup>. Además, para agravar el problema, las técnicas de *ice management* utilizadas en la zona consisten en remolcar los témpanos de hielo de mayor tamaño fuera de la ruta de las máquinas perforadoras. También se utilizan cañones de agua para derretirlos.

Para Shell, que lidera la fiebre por la explotación del Ártico, el deshielo es una oportunidad para llegar más lejos y más profundo en su búsqueda de la explotación de las bolsas de petróleo y gas. En los intentos de Shell de perforar en busca de petróleo en los mares congelados de Chukchi y Beaufort han sido varios los accidentes que ya han ocurrido desde barcos de perforación varados<sup>53</sup> o motores incendiados<sup>54</sup>. El último, ocurrido en pleno invierno ártico, provocó que la plataforma de perforación Kulluk encallase en Alaska después de quedar a la deriva tras una tormenta<sup>55</sup>. Ejemplos claros de que la extracción de petróleo en el Ártico es peligrosa y costosa. Shell ya se ha

gastado 5.000 millones de dólares en su lucha particular por explotar los pozos de Alaska<sup>56</sup>. Además en marzo de 2012, el coordinador de emergencias de Shell en el Ártico, Peter Vélez, en respuesta a las preguntas del Comité de Auditoría del Parlamento del Reino Unido, admitió<sup>57</sup> que la compañía no había evaluado los costes de limpieza de un vertido en el Ártico, exponiendo a los accionistas de esta empresa a enormes riesgos financieros.

La primera producción de petróleo en Alaska se produjo en 1957, aunque fue el descubrimiento de los enormes yacimientos de la Bahía Prudhoe y Kuparuk, en la vertiente norte una década más tarde lo que transformó la región en un importante productor a nivel mundial<sup>58</sup>. Tras la construcción del oleoducto Trans-Alaska<sup>59</sup> esta zona pasó a convertirse en una fuente de energía crucial para EEUU, con un 20% de la producción de petróleo del país<sup>60</sup>. Pero al comenzar a escasear los yacimientos de la vertiente norte, se está ejerciendo una presión cada vez mayor sobre otras posibles fuentes de crudo de Alaska para mantener el suministro; áreas como la Reserva Nacional de Petróleo, el Refugio Nacional de Fauna del Ártico y, cada vez más, la zona de alta mar del Ártico.

Por esta razón, durante los últimos años ha aumentado considerablemente el área explotada, en la zona que rodea Alaska abierta a la exploración de crudo y de gas, de unos 3,64 millones de hectáreas en el año 2000 a 31 millones en 2008<sup>61</sup>. Shell, por tanto, ha decidido dedicar miles de millones de dólares a la búsqueda de petróleo. Aunque también es importante destacar que tras el accidente de la plataforma Kulluk, el Gobierno norteamericano anunciaba a principios de 2013, a través de su Ministerio de Interior<sup>62</sup> que va a revisar el programa de exploración de Shell en el Ártico y poco después, Shell ha anunciado una pausa en la exploración ártica durante 2013. El examen del Gobierno norteamericano pretende analizar las razones de los accidentes en el programa de exploración del Ártico del verano de 2012. Entre otros, los problemas con sus dos plataformas de perforación, la Kulluk y el Noble Discoverer.

Una explosión grave bajo las heladas aguas del Ártico tendría unos efectos devastadores para el medio ambiente de la región<sup>63</sup>. Las temperaturas bajo cero, la gigantesca superficie que cubre estos mares, los vendavales con fuerza de huracán, los largos periodos de oscuridad total, una ventana operativa muy estrecha, una ubicación tan remota y la casi total ausencia de infraestructuras plantea serios problemas para la seguridad de las operaciones de

Shell y del resto de las petroleras en la zona<sup>64</sup>.

El delicado equilibrio del Ártico está amenazado, tanto en sus aguas y sus costas como en el interior. Muchas especies, que ya están sintiendo los efectos del cambio climático, ahora tienen que enfrentarse a las “molestias” propias de la actividad industrial además de ver en peligro su hábitat debido a los vertidos de petróleo que estas actividades puedan ocasionar. Los mamíferos marinos se verán gravemente afectados por las actividades de la industria del petróleo y gas en aguas del Ártico. Vertidos, ruidos y vibraciones procedentes de pruebas sísmicas durante la exploración y la perforación, tránsito de aviones y barcos, colisiones con buques y otros impactos relacionados con la construcción, uso y desmantelamiento de las estructuras necesarias para la actividad industrial (plataformas, pozos y oleoductos). Todo esto cambiará la vida en la región inevitablemente, transformando un territorio casi virgen en un gran polígono industrial<sup>65</sup>.

Algunos de estos impactos se deben a actividades rutinarias por lo que serían muy frecuentes, mientras que otros pueden resultar como causa de accidentes potencialmente catastróficos. A medida que la actividad petrolera se vaya extendiendo a más áreas se intensificarán los riegos y se producirá un impacto acumulativo en todo el Ártico<sup>66</sup>.

#### • Pesca industrial

Pero el petróleo no es la única amenaza que sufre el Ártico. Después de haber mermado hasta la extinción comercial mucho de los *stocks* pesqueros en aguas templadas, la flota industrial analiza la disponibilidad de nuevos caladeros que explotar en los polos. En el Ártico, la presencia de la banquisa (o hielo marino) ha sido una protección natural, una Reserva marina de-facto durante décadas.

Pero las flotas pesqueras industriales, equipadas con tecnología puntera, están comenzando a surcar las aguas del Ártico también gracias al deshielo. Los pobladores locales han pescado de manera sostenible durante miles de años, pero podrían ver amenazada su actividad si estas grandes flotas comienzan a explotar el océano Ártico.

El deshielo y la apertura de nuevos caladeros es una oportunidad para este tipo de flotas. Además, las artes de pesca que utilizan estos buques son las que más degradan el medio ambiente y cuyas consecuencias para

los ecosistemas son más graves. Por ejemplo, el arrastre, además de capturar ingentes cantidades de peces, genera un importante número de descartes y una destrucción directa sobre el lecho marino. Esto también afectará a las especies de la zona que se alimentan de peces porque sus recursos se verán mermados y con ellos su futuro.

Actualmente, el valor bruto de la producción pesquera en la zona alcanza los 2.500 millones de dólares, y el 80% procede de las tres zonas marinas árticas que representan también el foco principal de la exploración petrolífera en alta mar. En concreto se trata de Groenlandia occidental, el mar de Noruega y el mar de Barents<sup>67</sup>.

La ambición por los recursos del Ártico está provocando que exista una amenaza real de guerra en el futuro. Los países con territorios limítrofes se han embarcado en la compra de submarinos, aviones de combate y rompehielos de propulsión nuclear para hacer valer sus pretensiones territoriales con la fuerza. Rusia y Noruega han anunciado “Batallones del Ártico” para luchar por sus intereses nacionales en el área. Junto con la creciente militarización, seis países están tratando de apoderarse de partes del Ártico que aún no han sido reclamadas, incluyendo el Polo Norte, como parte de su territorio nacional<sup>68</sup> (ver Figura 1).

## Algunas razones de por qué un vertido en el Ártico es una amenaza real

- El Centro de investigación Geológica de EEUU estima que hay 90.000 millones de barriles de petróleo técnicamente recuperable en reservas en alta mar del Ártico, una cantidad equivalente a casi un tercio de las reservas de Arabia Saudí<sup>69</sup>. Es decir, poco petróleo para tanto riesgo.

- La actividad de la industria petrolera en la costa occidental de Groenlandia está aumentando a un ritmo creciente ya que empresas como Shell, Cairn Energy, Chevron y Exxon Mobil se están asegurando sus licencias de perforación en la zona<sup>70</sup>. En los mares de Chukchi y Beaufort, empresas como la española



Repsol, también tienen sus sectores marítimos de explotación<sup>71</sup>.

- La explosión de un pozo -en el caso en que no hubiera podido terminarse un pozo de alivio- durante la fase de perforación podría causar el vertido incontrolado de crudo durante tres años<sup>72</sup>. En este escenario, solo se podría luchar contra el vertido durante el verano y el petróleo vertido quedaría atrapado bajo placas de hielo de gran espesor al entrar el invierno.

- Las consecuencias ambientales de un vertido en el entorno del Ártico serían mucho más graves que en mares más cálidos como el golfo de México<sup>73</sup> donde ocurrió el vertido de la plataforma Deep Water Horizon. Entre otras variables, porque las bajas temperaturas impiden la evaporación de las fracciones más volátiles del petróleo o porque la superficie de hielo tiene grietas a través de las cuales el vertido se puede desplazar bajo la capa de hielo. Los graves impactos del vertido del Exxon Valdez en Alaska se dejan sentir aún después de más de 20 años<sup>74</sup>.

- Temperaturas de congelación, condiciones climatológicas muy hostiles y una ubicación tan remota son problemas que suponen unos retos sin precedentes a cualquier respuesta ante un vertido<sup>75</sup>.

- La Oficina de Control Energético de Estados Unidos calcula que la probabilidad de que se produzca un derrame grave durante la vida útil de una concesión petrolera en aguas del Ártico cerca de Alaska es de uno a cinco<sup>76</sup>.

- En una entrevista el comandante de la Guardia Costera de los EEUU expresó sus dudas sobre el impacto de dispersantes en Alaska en caso de un derrame de petróleo, diciendo: “No estoy seguro de cómo se comportarán los dispersantes en las frías aguas de Alaska”. Shell ha incluido el uso de dispersantes como una parte importante de su plan de respuesta a derrames de petróleo en el Ártico<sup>77</sup>.

- El vicepresidente de la rama de Shell en Alaska ya ha admitido que “habrá derrames de petróleo”<sup>78</sup>.

## 2.4 Propuestas de Greenpeace para el Ártico

Greenpeace lanzó en 2012 una campaña global para salvar el Ártico. A medida que el hielo se retira con rapidez, algunos países reclaman el área alrededor del Polo Norte como parte de su territorio nacional y así poder explorar esta frágil región. Estas aguas, cubiertas por el hielo, no pertenecen a nadie en concreto sino que son patrimonio de la humanidad, lo que se conoce como aguas internacionales.

La petrolera anglo-holandesa Shell es la principal responsable de abrir la región y provocar una fiebre por el petróleo del Ártico y, aunque no es la única, sí está marcando el camino al resto. Greenpeace ha recogido casi tres millones de firmas como una forma de presión sin precedentes para que se exija un acuerdo político mundial para salvar el Ártico. Es necesario proteger las aguas internacionales, como patrimonio de la humanidad para el control estricto de las actividades humanas que se realizan y el Consejo Ártico (un foro de alto nivel para el debate político sobre las cuestiones comunes a los gobiernos de los Estados del Ártico y sus habitantes) debería contribuir a ello.

El Consejo Ártico tiene ocho miembros: Canadá, Rusia, Noruega, Dinamarca (Groenlandia y Feroe), EEUU (Alaska), Islandia, Suecia y Finlandia<sup>79</sup>. España tiene el estatus de país observador, junto con Francia, Alemania, Países Bajos, Polonia y Reino Unido. El estatus de observador ha sido solicitado, de momento sin éxito, por China, la Unión Europea o el propio Greenpeace. El hecho de que países como China pidan ser observadores del Consejo da debida cuenta de la cantidad de intereses que existen detrás de esta región. El Consejo Ártico es el único foro circumpolar para las discusiones políticas sobre cuestiones relativas al Ártico, con la participación activa de todos los Estados del Ártico y sus pueblos indígenas.

Paralelamente a la solicitud de formar parte del Consejo Ártico, como organización observadora, para velar por los intereses de este territorio inexpugnable, Greenpeace lanzó la campaña “Salva el Ártico”, cuyo objetivo es generar presión desde fuera de los Estados árticos para que los países del Consejo aumenten su ambición por la protección del medio ambiente del Ártico. Otra vía paralela para asegurar la protección del Ártico es que el tema tenga

la relevancia que merece en el seno de Naciones Unidas y que sea tratado como un asunto de interés internacional. Lo anterior sería de utilidad dada la potestad que tiene Naciones Unidas, en el último término, para declarar la protección de las aguas internacionales.

Greenpeace mediante la campaña “Salva el Ártico”, está creando una fuerte presión desde fuera de los Estados árticos para que los países del Consejo aumenten su ambición por la protección del medio ambiente del Ártico. Naciones Unidas, tiene en el último término, la potestad para declarar la protección de las aguas internacionales. Mientras que los países del Ártico deben tomar la iniciativa, las aportaciones de los países no árticos son vitales, ya que el resto del mundo puede llegar a perder -o ganar- del cambio en este rincón del planeta.

En el ámbito europeo, Greenpeace ya ha comenzado a presionar a los Gobiernos para mejorar el nivel de ambición medioambiental en la política del Ártico. La Unión Europea tiene un importante papel para determinar el futuro del Ártico, ya que en la Unión Europea existen países con territorio y fronteras árticas, además de países muy próximos y con intereses comerciales vecinos<sup>80</sup>. Los Gobiernos de la UE han estado tradicionalmente más comprometidos con los problemas del Ártico y esto es un punto de partida primordial para asegurar la protección futura del alto Ártico, es decir las aguas internacionales.

Por tanto, los ministros de Exteriores de la UE deben elaborar una política de protección para el Ártico. De forma que propongan una colaboración específica con los Estados del Ártico para identificar y designar una gran reserva marina o una red interconectada de reservas marinas en las aguas internacionales. Deben desarrollar un paquete de medidas comunes amparadas en el principio de precaución para la extracción submarina de petróleo en el Ártico europeo, que además se aplicaría a las empresas petroleras europeas que operan en la región ártica. Por último, deben proponer una moratoria sobre la pesca industrial en áreas no explotadas del océano Ártico, aplicable a buques europeos y que este acuerdo contribuya a un acuerdo regional más amplio sobre la gestión sostenible de las pesquerías del Ártico.

El cambio climático en el Ártico tiene impactos importantes e irreversibles sobre el medio de vida y el bienestar de los pueblos indígenas y otras comunidades del Ártico.

También tiene un impacto en el resto del planeta. Es necesario, a través de Naciones Unidas considerar la necesidad de nuevos regímenes de política internacional en el que la base sea el principio de precaución. Los líderes mundiales se reunirán en septiembre de 2013 en la sede de la ONU en Nueva York. Greenpeace quiere que se apruebe una resolución de la Asamblea General de Naciones Unidas (UNGA, según sus siglas en inglés) exigiendo la protección legal para el Ártico. Esto significa persuadir a más de la mitad de los Gobiernos del mundo de que esto tiene que suceder. Una resolución en la UNGA crearía el impulso necesario para desarrollar un acuerdo que establezca un espacio protegido constituido por el alto Ártico, en definitiva, un “Santuario” en el que se prohíba la extracción de petróleo y la pesca industrial no sostenible. La gobernanza eficaz es clave para el desarrollo sostenible del Ártico y Naciones Unidas tiene la última palabra.

## Qué sucedió en la Antártida

El Tratado Antártico y sus acuerdos relacionados, llamado el Sistema del Tratado Antártico o ATS, regula las relaciones internacionales en torno a la Antártida. El Tratado entró en vigor en 1961 y actualmente cuenta con 49 signatarios. El Tratado establece que esta región es una reserva científica y prohíbe la actividad militar. Una importante y reciente adición a este Tratado fue el protocolo sobre Protección del Medio Ambiente, que entró en vigor en 1998 y que supuso el broche final a muchos años de campaña de Greenpeace. Este acuerdo dispone la protección del medio natural antártico mediante cinco anexos específicos sobre la contaminación marina, la fauna y flora, las evaluaciones de impacto ambiental, la gestión de residuos y las áreas protegidas. Se prohíbe toda actividad relacionada con los recursos minerales excepto aquellas que son científicas.



## El Ártico y España. Impactos del Cambio Climático en España y relación con el deshielo ártico

Para evitar los impactos más catastróficos del cambio climático es necesario mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C todo lo que sea posible, o preferiblemente por debajo de 1,5°C. Esto es viable, pero cada vez es más difícil con trabas políticas porque el aumento medio supera ya los 0,7°C<sup>81</sup> en comparación con los registros preindustriales. Como se ha subrayado a lo largo del documento, la pérdida de hielo del no solo está teniendo repercusiones en la región polar sino que conlleva graves alteraciones climáticas que afectan a todo el mundo, también a España.

Si se mantiene la tendencia actual, se calcula que la total desaparición de hielo marino ártico se podría producir en las próximas décadas. Su desaparición y el agravamiento del cambio climático que lo acompañará va a repercutir inevitablemente en todo el planeta. Para comprender cómo podrían ser esas consecuencias a nivel planetario, la comunidad científica ha trabajado en el desarrollo de diferentes modelos que, en base a diferentes escenarios de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), permiten proyectar los impactos del cambio climático que podríamos sufrir a lo largo del siglo XXI en cada uno de los escenarios.

A pesar de las incertidumbres asociadas a estos pronósticos, los modelos climáticos constituyen la mejor herramienta actualmente disponible para hacer una proyección sobre los cambios del clima. Estos modelos son también válidos a pequeña escala a través de unas técnicas de regionalización que permiten adaptar el modelo global mediante la inclusión de características regionales o locales propias del área a analizar, como la orografía o el uso del suelo.

Aunque se trata de diferentes modelos de predicción y se aplican sobre ellos diferentes escenarios de emisiones, en todos los casos las proyecciones más actualizadas para España durante este siglo sugieren que se está dando

un incremento de las temperaturas, un descenso de las precipitaciones y un aumento, tanto en proliferación como en intensidad, de fenómenos climáticos extremos<sup>82</sup>.

España es uno de los países europeos más afectados por el cambio climático. Ante la recomendación científica de mantener el calentamiento global tan lejos como podamos de los 2°C o incluso por debajo de 1,5°C, está la realidad de que el aumento de la temperatura media global es ya de 0,7°C, alcanzando en Europa los 0,9°C y en España 1,5°C. Las proyecciones sobre la Península Ibérica para finales del siglo XXI, muestran que, de mantenerse la tendencia actual, nos enfrentaremos a un importante aumento de la temperatura media estacional, siendo este máximo en verano (de hasta 6°C), y mínimo en invierno (entre 2 y 3°C). También se proyecta una disminución durante todo el año en la precipitación, siendo ésta mayor en verano que en invierno. En primavera y otoño se obtienen valores intermedios entre ambos cambios extremos. Las mayores variaciones de temperatura aparecerán en el interior de la península y serán más moderadas en las regiones costeras. En las Islas Canarias se observa una subida más moderada de las temperaturas máximas que se atenúan por la influencia oceánica<sup>83</sup>.

En general, el análisis de estas proyecciones regionales muestran una tendencia hacia condiciones de mayor aridez en la mayor parte de la Península Ibérica. Los estudios indican, además, que se puede producir un aumento de los eventos extremos asociados a la precipitación, tanto en cuanto a los períodos secos, como en cuanto a eventos de precipitaciones intensas. También se muestra un claro aumento de olas de calor (por encima de 30°C) durante un mayor número de días, especialmente en la zona sur de la Península Ibérica<sup>84</sup>. Estas proyecciones regionalizadas de cambio climático sobre España están especialmente pensadas para su utilización como base en el análisis de impactos y adaptación al cambio climático.



## 3.1 Pronósticos en flora y fauna

Los cambios que se pronostican en el clima tendrán una repercusión directa sobre las especies que viven en la península. Temperaturas cada vez más altas, menos precipitaciones y el déficit hídrico asociado tiene consecuencias directas en los hábitats peninsulares. En muchos casos, el aumento de las temperaturas o el descenso de las precipitaciones es solo un parámetro más que agudiza un proceso de degradación general del sistema. Por ejemplo, las explosiones de medusas se dan cíclicamente agudizadas por la alteración de la cadena trófica, de las características del medio y también por el aumento de los periodos de sequía y modificaciones en la temperatura media de la superficie del mar.

El Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino llevó a cabo estudios sobre la distribución climática de determinadas especies y se ha establecido su distribución potencial. Tras aplicar los modelos bioclimáticos se ha determinado la contracción de esa distribución potencial y en consecuencia sus posibilidades de permanencia en la península ante los pronósticos climáticos. En los estudios sobre flora y vegetación<sup>85</sup> se predice a lo largo del siglo XXI una reducción general de la superficie climáticamente adecuada para casi todas las especies que se han analizado. Afectará de forma significativa al 20% de las 75 especies forestales estudiadas. Y será especialmente preocupante en el caso de algunas formaciones forestales como el pinsapo, el abeto común, la encina, el roble albar y el alcornoque. Un 50% de las 145 especies catalogadas evoluciona hacia una situación crítica, Incluso con alto riesgo de desaparición pasada la mitad del siglo.

Los cambios rápidos en el clima dificultan que las especies tengan tiempo de adaptarse o migrar a localidades más benignas. Además, siempre y cuando existan esas localidades más benignas, pues si no estarán condenadas a su extinción. De producirse los efectos climáticos que se pronostican, la pérdida de biodiversidad será muy significativa.<sup>86</sup>

### Alcornoque y la Dehesa extremeña

Según los modelos desarrollados por la Universidad de Extremadura, el alcornoque es una especie con un futuro crítico en casi toda su área de distribución. La peor previsión virtual es la desaparición de las zonas adecuadas para el alcornoque en el suroeste de España, zona donde principalmente está presente hoy en día, desapareciendo a mediados de siglo de Extremadura y Andalucía y de Cataluña a finales de siglo. La nuevas áreas potenciales se abren en el Noroeste, Galicia y Asturias occidental, excesivamente alejadas de las actuales, para resultar una alternativa útil”.

Los bosques de alcornoque son únicos, se producen de forma natural solo en siete países mediterráneos (Portugal, España, Marruecos, Argelia Túnez, Italia y Francia). Su importancia económica y social va mucho más allá de la producción de corcho, pues son ecosistemas idóneos para el ganado, la producción de miel, setas, bellotas, bayas y plantas medicinales y aromáticas.

Además, tanto los alcornocales como la dehesa extremeña, son particularmente importantes para una amplia gama de servicios ambientales tales como la conservación del suelo, la prevención de incendios, la protección del territorio contra grandes incendios, la desertificación, la fijación de carbono, la recarga de la capa freática y el control de la escorrentía.<sup>87</sup>

Por otro lado, los estudios de casi 300 especies de fauna<sup>88</sup> sugieren que la mayor parte de los vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, mamíferos y aves) de la Península Ibérica se exponen a reducciones significativas de potenciales distribuciones climáticas a lo largo del siglo XXI, si bien serán más acentuadas al final. De hecho, más del 51% de las especies podría requerir de medidas concretas de conservación y adaptación para compensar los efectos del cambio climático<sup>89</sup>.

Aunque los resultados de los modelos aplicados son variables, se ha documentado una fuerte tendencia a que la contracción de la distribución potencial de una

especie se produzca desde el sudoeste o sur de España al sureste o norte para casi todas las especies estudiadas. Este patrón se asocia a las condiciones de aridez en las regiones del sudoeste o sur con la consiguiente migración de especies hacia las regiones del norte y noreste. Es por eso, que las áreas donde se sufrirán los mayores cambios en la composición de la fauna serán la mitad sur, sureste y este de España, junto a la cuenca del Mediterráneo y en algunas sierras del sur y, por el contrario, la mayor estabilidad se encontrará en la mitad norte de España.

### Oso Pardo

El oso pardo está considerado como “especie prioritaria” en la Directiva de Hábitats. En España está protegido desde 1973 e incluido en la categoría “En Peligro de Extinción” en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas.

Según un estudio del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, las dos poblaciones de oso pardo que aún sobreviven en la Península (pirenaica y cantábrica) tendrán que enfrentarse, antes de finales del siglo XXI, a la completa desaparición de las condiciones climáticas idóneas, lo que deja evidencia de que las molestias y la pérdida de hábitat son factores de amenaza de primer orden.

Los escenarios climáticos pronosticados para el siglo XXI implicarán impactos elevados en las zonas que potencialmente podrían ocupar. Los modelos proyectan la desaparición de su hábitat potencial entre un 99% y un 100% en 2041-2070<sup>90</sup> por lo que parece indudable que esta especie se verá drásticamente afectada por la completa desaparición de las condiciones climáticas idóneas para su supervivencia<sup>91</sup>.

**La influencia en la biología y en la distribución de seres vivos del cambio climático, podría favorecer la expansión de plagas, como la procesionaria, o de especies invasoras<sup>92</sup>.** De esa manera, se distorsionará la habilidad competitiva de las especies y se modificará la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas.

**Los cambios del clima que se pronostican en España implican un incremento general de temperaturas,** una estación cálida más prolongada, inviernos suaves y menos

lluvias. Es de suponer que especies exóticas para las que las condiciones climáticas severas son limitantes a su distribución tengan ahora la oportunidad de establecerse y puedan convertirse en invasoras, al verse las especies autóctonas menos favorecidas por el clima.

### Mejillón cebrá<sup>93</sup>

Se detectó por primera vez en el Ebro y actualmente se encuentra en cuatro cuencas diferentes (Ebro, Júcar, Segura y Guadalquivir).

La expansión del mejillón cebrá modifica las características físico-químicas del agua lo que afecta a la fauna y flora autóctona que se ven perjudicadas. El aumento de las poblaciones de esta especie invasora además de consecuencias ecológicas tiene un importante impacto económico, puesto que el mejillón cebrá se instala en todo tipo de conducciones hidráulicas, turbinas, motores, embarcaderos, anclas,... tapizando y llegando a obturar tuberías y canales.

Un estudio sobre el impacto económico de la expansión del mejillón cebrá en el Ebro predijo para el período 2005-2025 un coste de unos 40 millones de euros. Sin embargo, en Estados Unidos el coste provocado por esta especie entre 1993 y 1999 superó los 5.000 millones de dólares por lo que esta cifra podría estar subestimada. Además, en la actualidad son cuatro las cuencas hidrográficas afectadas y es probable que siga expandiéndose.

Las proyecciones para el siglo XXI predicen una estación cálida más larga y esto significa mayores períodos del uso recreativo de lagos, embalses y ríos y con ello, el aumento de la temporada de dispersión del mejillón cebrá. Sin embargo, las proyecciones también predicen lluvias torrenciales. La turbidez y la velocidad de los cursos de agua que acompañarán a las grandes tormentas parecen ser factores limitantes del mejillón cebrá, lo que podría estabilizar las poblaciones.

## Medusas en el Mediterráneo

En numerosas ocasiones se utilizan a estos animales pertenecientes al filo Cnidaria como ejemplo de las consecuencias derivadas del cambio climático en el medio marino<sup>94</sup>. Como se afirma en este documento, las explosiones de medusas se dan en periodos cíclicos y están agudizadas por la alteración de la cadena trófica, de las características del medio y también por el aumento de los periodos de sequía y modificaciones en la temperatura media de la superficie del mar.

Hay algunos ejemplos, como el caso de la medusa *Rhopilema nomadica*, cuya distribución natural se centra en África del Este y el mar Rojo, que es una de esas especies que debido al aumento de la temperatura, entre otros factores, está extendiéndose por nuestras aguas. Esta especie aparece en el inventario europeo de especies invasoras que lleva a la tropicalización de la fauna marina<sup>95</sup>. Aunque la medusa entró en el Mediterráneo a finales de los 70, hoy se encuentran bancos de más de 100 km a lo largo de la costa levantina<sup>96</sup>. En el caso de esta especie, el calentamiento global podría ser la causa primera del éxito en la invasión, seguido por la ausencia de depredadores debido a la sobrepesca<sup>97</sup>. *Rhopilema*, al ser un animal de agua caliente (24°C), no se ha extendido hasta ahora, ya que el Mediterráneo occidental presenta temperaturas un poco más bajas. Sin embargo, es preocupante su presencia en el listado de la evaluación preliminar sobre los impactos del cambio climático que elabora el Ministerio de Medio Ambiente<sup>98</sup>, ya que está incluida en la lista de las 100 peores especies exóticas invasoras en Europa.

*Rhopilema* puede obstruir los sistemas de toma de aguas para la refrigeración de diferentes infraestructuras marinas y costeras. Las picaduras que causan pueden ser dolorosas y causar reacciones cutáneas de cierta entidad. Su impacto sobre el plancton, en aguas oligotróficas como las del mar Mediterráneo puede ser enorme. La presencia de la especie provoca también serios impactos económicos y sanitarios. En coincidencia con su aparición se ha registrado una disminución en el turismo de playa y de la pesca que tiene que ser interrumpida durante todo el período de la invasión para evitar la obstrucción de

las redes. Este cierre de playas es un fenómeno cada vez más frecuente en el Mediterráneo; y el Atlántico canario también han visto incrementar los periodos de proliferación<sup>9</sup> con otras especies de medusas.

## 3.2 Impactos en algunos sectores económicos

Los impactos del cambio climático no solo afectan a los ecosistemas, sectores primarios como la agricultura o la ganadería están experimentando ya algunos de los efectos del cambio climático y están haciendo esfuerzos por adaptarse. La agricultura sufre ya el aumento de las temperaturas. Se evidencia por el déficit de agua y la mayor proliferación y supervivencia de determinadas plagas. Las ramas más avanzadas del sector ya disponen de amplios estudios y prácticas sobre las mejores formas de adaptarse artificialmente para combatir los impactos del cambio climático.

Estos **impactos en la agricultura se sienten con especial intensidad en la región mediterránea**, donde este fenómeno está agravando ya la presión habitual derivada de la escasez de agua. La combinación de temperaturas cada vez más altas y los cambios en el ciclo hidrológico representan una limitación para uno de los actuales métodos de adaptación del sector como es el incremento de la cantidad de agua para el riego. Por eso, las perspectivas económicas para la expansión de determinados cultivos de frutales o vegetales son muy limitadas. La escasez de los recursos hídricos podría incluso desencadenar conflictos por el agua entre autonomías, regiones o países vecinos que comparten ríos o acuíferos<sup>100</sup>.

Un estudio sobre la adaptación de la agricultura española al cambio climático<sup>101</sup> establece, por ejemplo, que mientras que los cambios en el clima durante este siglo pueden ser una oportunidad para la producción del cereal en zonas estudiada más al norte, las zonas agrícolas del sur se verán muy afectadas y requerirán de un mayor riego ante las condiciones de calor y déficit hídrico. Respecto a los cítricos se estima que, debido a un descenso de la humedad relativa del aire, sería necesario un incremento sustancial de la cantidad del agua de riego en zonas que, subraya el estudio, la competitividad por el agua es ya en la actualidad un grave problema.

## El vino

Según datos de la Organización Internacional del la Viña y el Vino, en 2011 el 13,60% de la superficie mundial de viñedos estaba en España, que es el tercer productor mundial de vino<sup>102</sup>.

El viñedo desempeña un papel importante en el paisaje mediterráneo, gracias a su buena adaptación al clima, sobre todo a las condiciones semiáridas, lo que ayuda a explicar las grandes extensiones en toda España. Los efectos del cambio climático sobre la viticultura son ya perceptibles y muy variables, con mayores riesgos de heladas, menores periodos de maduración, estrés hídrico y cambios en patrones de plagas y enfermedades.

**Un reciente estudio<sup>103</sup> evaluó la respuesta de tres zonas de viñedos (Córdoba, Murcia y Logroño)** con diferentes condiciones climáticas a los pronósticos de variación de precipitaciones y temperatura derivados del cambio climático. El resultado indicaba que eran las zonas más calurosas las que sufrirían las peores consecuencias. Así, Córdoba podría ver reducida su producción hasta el 60% y la Región de Murcia presenta mayor resistencia a los impactos de las nuevas situaciones climáticas. Por el contrario, Logroño podría aumentar la producción en el futuro con unas condiciones más cálidas. Sin embargo, concluye que estos mayores rendimientos no garantizan la estabilidad de la calidad<sup>104</sup>. De hecho, al margen de los rendimientos del cultivo, se observan cambios en el proceso de maduración de la uva, que dificultan determinar el punto óptimo de cosecha y comprometen la calidad de los vinos.

Por esta razón, y con la idea de aplacar los efectos del cambio climático en la calidad de los vinos españoles, nació el proyecto Cenit-Démeter<sup>105</sup> en el que han participado 26 empresas y 31 equipos de investigación para fomentar el estudio de adaptación vitícola y enológica ante las consecuencias del cambio climático. La calidad de los vinos españoles está en riesgo y por el cambio climático que, además de estar planteando serios retos de adaptación, está haciendo que compañías españolas se planteen la compra de tierras de cultivo en otros países más al norte.

El turismo es uno de los principales sectores productivos de nuestro país y es, además, muy dependiente del clima. En muchas regiones de nuestra geografía el clima se configura no solo como una característica más de los destinos, sino como un reclamo por derecho propio que tiene la capacidad de atraer a los turistas. A pesar de la clara relación entre el clima y las actividades turísticas y de recreo, los estudios sobre los impactos del cambio climático en el sector son muy escasos, pero el aumento progresivo de la temperatura amenaza con traspasar -y traspasa ya en determinados momentos del año- los límites de “temperatura de confort” fijados para el turismo<sup>106</sup>. Sin duda, el cambio climático puede tener un impacto en los aspectos de confort de los turistas que llevan a cabo actividades ligeras en entornos naturales<sup>107</sup>.

La motivación principal para el 60% de los turistas que vienen a España es disfrutar del sol y de sus playas. Los cambios en patrones climáticos pueden ser un factor importante en la causa de grandes cambios en los flujos turísticos. Por ejemplo, la temperatura ideal para el turismo de playa relacionada con la mayor densidad de visitantes está en un promedio de 26,8°C.

Un estudio publicado por varias universidades concluye que el cambio climático tendrá importantes implicaciones económicas en el sector turístico, y que España estará particularmente afectada, con reducciones potenciales en el número de turistas que nos visitan entre el 5 y el 14% en los próximos 50 años<sup>108</sup>. Los efectos del cambio climático en el índice de confort turístico tendrán especial relevancia en el turismo de interior sobre todo en el sur de la península como Córdoba, Sevilla, Granada, Úbeda o Baeza<sup>109</sup> porque, de mantenerse la tendencia actual, en España se seguirá traspasando, cada vez con mayor frecuencia, el índice de confort turístico, que es decisivo para las preferencias turísticas.

Se puede concluir que los efectos del clima en el turismo a nivel de destino incluyen dos aspectos: los efectos directos en los turistas (por ejemplo condiciones de confort, pero también condiciones necesarias para la práctica de ciertas actividades, como es el caso del esquí) y los efectos contextuales (ej. especies presentes, calidad y estado de los ecosistemas y del entorno en general). En el caso del turismo de sol y



playa, los impactos del cambio climático no afectan solo a los recursos naturales. Efectos como el aumento del nivel del mar, la mayor frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos o los cambios en la intensidad y dirección del oleaje y las mareas que erosionan la costa y disminuyen la superficie de playa, causan daños también a los bienes y a las personas y alteran la actividad socioeconómica de la zona costera.

El aumento, lento pero inexorable, del nivel del mar en España está documentado desde los años 70 en diferentes observatorios como el de Santander<sup>110</sup> o Málaga<sup>111</sup>. En una de las primeras proyecciones<sup>112</sup> sobre los impactos del cambio climático en las zonas costeras se avanzaba esta conclusión alertando que “para finales de siglo es razonable esperar un aumento de 50 cm en el nivel del mar, con un metro como escenario más pesimista” fenómeno que “podrá causar pérdidas de un número importante de playas sobre todo en el Cantábrico y en el resto de playas confinadas que podrían llegar a perder gran parte de la arena si tenemos en cuenta que “por cada centímetro de aumento del nivel del mar hay que esperar un retroceso costero de un metro”<sup>113</sup>. Buena parte de las zonas bajas costeras se inundarán (deltas del Ebro, Llobregat, Manga del Mar Menor, costa de Doñana), parte de las cuales puede estar construida”.

## Turismo de interior <sup>114</sup>

Es patente la importancia del clima para el turismo y que todos los destinos están expuestos a la variabilidad climática. Esta relación entre el clima y el turismo se verá alterada por los efectos asociados al cambio climático. Durante la ola de calor que sufrió toda Europa en el verano de 2003 se observaron algunos cambios en los patrones de consumo en Francia, donde aquellos camping con sombra y piscina se vieron favorecidos y atracciones, como por ejemplo las cuevas, vieron un aumento en el número de visitantes. El uso de los bosques para usos recreativos también puede verse seriamente afectado por el riesgo creciente de sufrir

grandes incendios forestales y por la posibilidad de que los ríos y arroyos se sequen o de que la calidad del agua se vea afectada por la presencia de algas. Ejemplos de las repercusiones socioeconómicas de la materialización de estos riesgos son la serie de incendios que se desataron en el municipio coruñés de Muros en 2005, que obligó a la evacuación de 200 turistas, o las pérdidas monetarias asociadas al turismo por los incendios en Galicia en 2006 que oscilaron entre los 10 y los 23 millones de euros.

Para finales de siglo (2071-2100) ocurrirán los cambios más destacables, y tendrán lugar principalmente en primavera y verano. Algunas zonas que en el periodo 1961-1990 tenían condiciones excelentes dentro de un modelo de idoneidad climática turística (que prácticamente ocupan toda la mitad norte de la Península Ibérica), se quedarán a finales de siglo reducidas a la costa norte en el escenario de menor impacto. Y, en el escenario de mayor impacto, podrán incluso quedar reducidas a solo una pequeña región del norte de Galicia y los pueblos costeros de Asturias. En general habrá un deterioro en las condiciones para el turismo para la mayor parte de las comunidades que perderán gran parte de la superficie que en la actualidad está considerada como muy buena. Casos destacables son Aragón y Cataluña, ya que ambos perderán prácticamente toda la superficie que en la actualidad pertenece a la categoría de muy buena.

## Turismo de nieve

En la mayor parte de zonas montañosas del mundo se está produciendo ya un retroceso en la línea de nieve y en la extensión de los glaciares como consecuencia del cambio climático, lo que perjudica gravemente al turismo de esquí. **En España, la regresión de los glaciares del Pirineo español ha sido de casi el 80% en los últimos años, el 40% solo en la última década.**

En algunos sistemas montañosos españoles como la Cordillera Cantábrica, las pistas situadas por debajo de los 2.000 metros ya están notando los efectos y, según las proyecciones, entre 2020 y 2050 la actividad de las estaciones solo será factible en el Pirineo, por encima de los 2.000 metros y con cañones de nieve artificial<sup>115</sup>.

En las próximas décadas la **temperatura media del Pirineo subirá entre 2 y 3°C en los meses de invierno y entre 3,5 y 6°C en los de verano**. Una de las consecuencias de esa variación será un ascenso en la cota esquiable, que actualmente se sitúa en los 1.500 metros de altura y que pasará al entorno a los 2.000, dejando por debajo de la línea de nieve buena parte de las pistas pirenaicas<sup>116</sup>.

Las estaciones situadas a una altitud media registrarán en muy pocos años una temperatura de 1,8 grados por encima de la actual. Como consecuencia, estos complejos perderían unos 40 días de esquí al año, lo que pondría su viabilidad en serio peligro<sup>117</sup>. La temporada de esquí puede reducirse a los meses de enero-febrero, dejando a las estaciones sin las campañas de Navidad y de Semana Santa. De hecho, las pistas españolas se riegan cada vez más con nieve artificial, una alternativa que no siempre resultará rentable, además de exigir unos consumos energéticos y de agua que pueden poner en entredicho su sostenibilidad por su elevado impacto ambiental.

Las estaciones de esquí españolas ya están sufriendo las consecuencias del calentamiento global y llevan varios años adaptándose a la variabilidad de la capa de nieve para que las temporadas sean rentables. Las previsiones son que algunas de ellas no podrán mantener la oferta de nieve dentro de unos años y, de hecho, ya se ha pronosticado el cierre de las estaciones de Fuentes de Invierno, Valgrande y San Isidro en tan solo diez años<sup>118</sup>.

## 3.3 Algunos escenarios de alto riesgo

Al margen de las repercusiones ambientales derivadas del aumento de la temperatura media, de los cambios en el régimen de precipitaciones, y de las restricciones hídricas o la mayor proliferación de fenómenos meteorológicos extremos, estos episodios tendrán consecuencias directas en los planos social, económico y sanitario.

Como ejemplo, seremos testigos en España de impactos devastadores vinculados al aumento de la virulencia de los incendios a causa de la reducción de la humedad relativa del aire y el aumento en la velocidad del viento, el aumento de la intensidad de los aguaceros, mayor frecuencia de vendavales y la expansión del área de actuación o de períodos de actividad de plagas.

A lo largo de los últimos años hemos podido experimentar algunas de las consecuencias para la salud humana que acompañan a estos impactos y que en el futuro serán mucho más frecuentes. El aumento de la morbilidad y la mortalidad asociada a las olas de calor y frío (que se estiman cada vez más duraderas), impactos directos derivados de eventos extremos (inundaciones, grandes incendios forestales...), deterioro de la salud vinculada al aumento de la contaminación atmosférica, enfermedades alimentarias o infecciosas transmitidas por vectores que antes no sobrevivían en España, etc. son algunos efectos que a lo largo de este siglo se pronostican como probables por el Observatorio de Salud y Cambio Climático<sup>119</sup> y otros organismos<sup>120</sup>.

## Subida del nivel del mar e inundaciones en Euskadi

Un estudio científico realizado por investigadores del Consejo Superior de Investigaciones Científicas ha analizado los impactos de las crecidas extremas en la costa de Bizkaia, al margen de la subida del nivel del mar media que también acompaña al cambio climático. El estudio contempla los efectos de la subida del nivel medio del mar por el calentamiento y el deshielo y los cambios en las tormentas y su impacto en los niveles del mar extremos.

Los resultados han pronosticado que durante la segunda mitad del siglo XXI hasta 202 hectáreas de terreno se encontrarán en riesgo de inundación. De esta extensión, la mitad corresponde a terrenos urbanizados, tanto zonas industriales y residenciales. Esto implica más que triplicar la zona de riesgo a las subidas extremas del nivel del mar actuales<sup>121</sup>.

## Los incendios del futuro

Un estudio en el área mediterránea<sup>122</sup> determinó un incremento general en el riesgo de incendio en base a variables como el número de años con riesgo de incendio, la duración de las temporadas de incendio y el número de episodios de riesgo extremo durante las temporadas de incendios. Este aumento general en el riesgo de incendio tendrá un impacto mucho mayor en zonas más altas con principales amenazas en España para los bosques pirenaicos. Los mayores riesgos de incendios forestales son consecuencia directa del aumento de la temperatura máxima y la disminución de las precipitaciones y la humedad relativa durante el período estival, que favorece las condiciones para incendios forestales.

En un ejercicio de cuantificar las alteraciones esperadas en la actividad de incendios en la Península Ibérica, un estudio científico<sup>123</sup> aplicó unos modelos para calcular el aumento en su número, el área de bosque quemado y superficie forestal arbolada quemada. El ratio del número de incendios a final de siglo (2071–2100) frente al período de control (1961–90), en el peor y mejor escenario de emisiones, se encontraban entre 2,5 y 2. Para el área de bosque quemado entre 4,6 y 3,4; y entre 3,9 y 3 para la superficie forestal arbolada quemada. Otro estudio para el noreste peninsular pronostica que la superficie quemada podría incluso llegar a incrementarse para algunas de las zonas estudiadas hasta ocho veces debido a una combinación de acumulación de combustible y el clima severo, lo que resultaría en un período de incendios inusualmente grandes<sup>124</sup>.

Junto al cambio climático, el aumento de la superficie forestal, fruto del abandono del medio rural y de los

aprovechamientos forestales, produce un aumento de las masas forestales jóvenes, inestables, y con poca o nula gestión. Este cóctel ha traído una nueva generación de incendios que tiene consecuencias sociales económicas y ambientales desconocidas. Cada vez más, los incendios forestales superiores a 500 hectáreas (denominados GIF, Grandes Incendios Forestales) suponen un porcentaje más alto de la superficie total quemada anualmente. Y pueden derivar en lo que se denomina incendios de alta intensidad, que se desarrollan en condiciones de alta temperatura, viento y baja humedad. Son extremadamente dañinos y peligrosos y se presentan inalcanzables para cualquier tipología de extinción. Es decir, su control es imposible si no cambian las condiciones meteorológicas reinantes<sup>125</sup>.

## Mosquitos y enfermedades infecciosas

El mosquito tigre es un vector de propagación de enfermedades infecciosas, como algunas encefalitis. A pesar de que en España no existan estas enfermedades o agentes patógenos, no se puede descartar que en un futuro aparezcan y entonces sean propagadas por este vector, y más teniendo en cuenta que las condiciones ambientales cada vez son más idóneas.

El aumento de la temperatura es un elemento crucial en la propagación de estas enfermedades por dos razones fundamentales:

- Influye en el ciclo de vida del mosquito: el mosquito tigre el período de incubación es de 12 días a 30°C, pero si la temperatura se eleva a 32-35°C este período se reduce a tan solo siete días. Así se alarga el período de cría y desarrollo de esta especie, por lo que, si hasta hace unos años su presencia en España no superaba los dos meses anuales, en la actualidad pueden reproducirse y tener crías varias veces, y su presencia es tangible durante mucho más tiempo<sup>126</sup>.

- Multiplica la capacidad vectorial del mosquito: mientras que a 30°C, un ser humano con dengue debe infectar a 6 mosquitos para que se produzca un caso

secundario, con un aumento de 2-5°C tan solo necesita infectar a 2 mosquitos para que esto se produzca, multiplicándose por tres la capacidad vectorial del mosquito.

Es de suponer que una subida de la temperatura produciría un aumento vectorial y se incrementaría, por tanto, el riesgo de transmisión, lo que podría desencadenar un aumento de casos de meningitis y encefalitis víricas en las poblaciones de áreas de riesgo del territorio español<sup>127</sup>.

Por otro lado, tenemos que hablar del mosquito anófeles, transmisor de la malaria. En España, el último caso de malaria autóctona se registró en mayo de 1961 y el país se declaró libre de malaria, con certificado oficial de erradicación en 1964.

El delta del Ebro es considerado históricamente una zona endémica para esta enfermedad y, de hecho, en la actualidad existe una especie de mosquito anófeles en el delta que no es portador de la malaria porque la enfermedad no es endémica en España.

Sin embargo, las condiciones climáticas que se pronostican en un futuro son determinantes para la abundancia y supervivencia de esta especie y podrían incluso repercutir en un aumento de las temporadas favorables para el desarrollo del vector y la transmisión de la enfermedad.

Un estudio científico<sup>128</sup> concluye que el delta del Ebro en la actualidad presenta características ecológicas favorables para la reaparición de la malaria si se introdujera una cepa de malaria apropiada. Además, el período de transmisión habría aumentado en comparación con el siglo pasado cuando la malaria era endémica.

Al margen de las dificultades que entraña determinar los impactos específicos de los que seremos testigos en un futuro, las consecuencias del cambio climático que ya estamos sufriendo y las proyecciones basadas en escenarios muy realistas de emisiones nos dan una idea bastante precisa del riesgo en el que estamos poniendo nuestro entorno, nuestra economía, nuestra salud y nuestra seguridad.

Si no frenamos el cambio climático y detenemos la espiral de destrucción que el deshielo del Ártico puede acarrear en todo el mundo, nos exponemos a ver desaparecer paisajes o especies que son parte de nuestra idiosincrasia y que la vida, tal y como la conocemos, cambie por completo.

El planeta puede adaptarse, pero las especies vegetales, animales y el ser humano tenemos una capacidad muy limitada de hacer frente a cambios de esta magnitud, sobre todo cuando se producen a la velocidad con la que está avanzando el cambio climático. Es esencial poner freno a este fenómeno cuanto antes.

Para ello es crucial evitar el deshielo del Ártico. Por eso, Greenpeace apoya la creación una figura de protección para el Ártico. No hacerlo no solo va a permitir acelerar su degradación sino que significa mantener un modelo energético que es el principal culpable de la crisis climática en la que vivimos y extenderlo hasta los últimos confines del planeta.



## Referencias

- Palacian de Inza, B. La creciente importancia del ártico. Revista Española de Defensa. Octubre 2010
- Ángel García, M., "La lucha por el 'oro' ártico". *El País*, 19 de septiembre de 2010.
- Page, D., "Un mundo con sed de petróleo: el consumo se triplica en 50 años. Expansión", 14 de febrero de 2013.
- The Pew Environment Group. 2010. Oceans North Canada. Baffin Bay & Davis Strait. <http://www.oceansnorth.org/baffin-bay-davis-strait>
- Environment 360. Universidad de Yale (06/02/2013). "Will bold steps be needed to save beleaguered polar bears?" <http://e360.yale.edu/feature/willboldstepsbeneededtosavebeleagueredpolarbears/2618/>
- Zabarenko D., "Melting Arctic ice drives walrus onto land.Mother nature network", 17 de agosto 2012
- McLendon R., Plight of the reindeer. Mother nature network, 2 de diciembre de 2010
- NUKA. 2010. "Oil spill prevention and response in the u.s. arctic ocean". Encargado por PEW.
- Matkin CO, Saulifis EL, Ellis GM, Olesiuk P & Rice SD (2008). "Ongoing population-level impacts on killer whales Orcinus orca following the Exxon Valdez oil spill in Prince William Sound, Alaska. Mar." *Ecol.-Prog. Ser.*, 356, 269-281
- McLendon R., "Are hurricanes linked to global warming?" Mother nature network, 13 de septiembre 2012
- NASA (04/06/2011). "What's causing the poles to warm faster than the rest of the Earth?". <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/warmingpoles.html>
- Rampal et al. (2011). "IPCC climate models do not capture Arctic sea ice drift acceleration: Consequences in terms of projected sea ice thinning and decline". *Journal of Geophysical Research*. <http://neven1.typepad.com/blog/2011-rampal-et-al.html> En: Greenpeace (2012). Arctic Sea Ice Minimum.
- IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability. 19.3.1. Introducción to Table 19.1. [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg2/en/ch19s19-3-1.html#footnote3](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch19s19-3-1.html#footnote3)
- Fuente: Damocles, (Developing Arctic Modeling and Observing Capabilities for Long-term Environmental Studies), financed by the European Union in the 6th Framework Programme. <http://noticias.universia.edu.pe/ciencia-nn-tt/noticia/2007/11/02/740189/cientificos-estiman-hielo-artico-desaparecera-2023.pdf>
- Wadhams, P. (2012). Presentation by Peter Wadhams, Professor of Ocean Physics at Cambridge University, of an analysis drawing on data and modelling from the PIOMAS ice volume project at the University of Washington in Seattle. En: United Nations Environment Programme (2013). UNEP Year Book. Emerging issues in our Global environment. [http://www.unep.org/pdf/uyb\\_2013.pdf](http://www.unep.org/pdf/uyb_2013.pdf)
- Wang, M., and J.E. Overland (2009). "A sea ice free summer Arctic within 30 years ? " *Geophys. Res. Lett.*, 36, L07502, doi: 10.1029/2009GL037820. En: NOAA. Future of Arctic Climate and Global Impacts. [http://www.arctic.noaa.gov/future/sea\\_ice.html](http://www.arctic.noaa.gov/future/sea_ice.html)
- Nature (08/12/2011). 2-degree global warming limit is a "prescription for disaster". [http://blogs.nature.com/news/2011/12/2degree\\_global\\_warming\\_limit\\_i\\_1.html](http://blogs.nature.com/news/2011/12/2degree_global_warming_limit_i_1.html)
- Greenpeace (2009). "Racing over the edge, new science on the climate crisis". Greenpeace international. <http://www.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/2009/5/racing-over-the-edge.pdf>
- United Nations Environment Programme (2013). UNEP Year Book. Emerging issues in our Global environment. [http://www.unep.org/pdf/uyb\\_2013.pdf](http://www.unep.org/pdf/uyb_2013.pdf)
- Rampal et al. 2011. " IPCC climate models do not capture Arctic sea ice drift acceleration: Consequences in terms of projected sea ice thinning and decline". *Journal of Geophysical Research* .
- National Snow & Sea Ice (NSIDC). "All about sea ice". Comprobado el 19 de Febrero de 2013: <http://nsidc.org/arcticseaicenews/charctic-interactive-sea-ice-graph/>
- National Snow & Sea Ice (NSIDC). "Indigenous People : Impacts". Comprobado el 19 de Enero de 2013: [http://nsidc.org/cryosphere/seaice/environment/indigenous\\_impacts.html](http://nsidc.org/cryosphere/seaice/environment/indigenous_impacts.html)
- National Oceanic and atmospheric administration ( NOAA ). Human and Economic Indicators - Shishmaref . Comprobado el 19 de Enero de 2013: <http://www.arctic.noaa.gov/detect/human-shishmaref.shtml>
- Terreno (suelo o roca, junto con el hielo y la materia orgánica que contienen) que permanece a un máximo de 0°C durante al menos dos años consecutivos (Van Everdingen, 1998).
- Boetius, A. et al. 2013. Export of Algal Biomass from the Melting Arctic Sea Ice. *Science*.
- Arndt, D.S. et al (2012). State of the Climate in 2011. Special Supplement. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93, 7. En: United Nations Environment Programme (2013). UNEP Year Book. Emerging issues in our Global environment. [http://www.unep.org/pdf/uyb\\_2013.pdf](http://www.unep.org/pdf/uyb_2013.pdf)
- Nota: fenómeno conocido como de "retroalimentación hielo-albedo". En GRID-UNEP (2007). Ice-albedo feedback process. [http://www.grida.no/graphicslib/detail/ice-albedo-feedback-process\\_5374](http://www.grida.no/graphicslib/detail/ice-albedo-feedback-process_5374)
- Rhamstorf, S., Foster, G. and Cazenave, A. (2012). Comparing climate projections to observations up to 2011. *Environmental Research Letters*, 7, 044035. En: United Nations Environment Programme (2013). UNEP Year Book. Emerging issues in our Global environment. [http://www.unep.org/pdf/uyb\\_2013.pdf](http://www.unep.org/pdf/uyb_2013.pdf)
- Dahl-Jensen, D., Bamber, J., Bfggild, C.E., van den Broeke, M., Buch, E., Hesselberg Christensen, J., Dethloff, K., Fahnestock, M., Marshall, S., Rosing, M., Steffen, K., Thomas, R., Truffer, M. and van der Veen, C. (2009). "The Greenland Ice Sheet in a Changing Climate" in Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA): Climate Change and the Cryosphere. [http://amap.no/swipa/GRIS\\_Layman\\_English\\_Secure.pdf](http://amap.no/swipa/GRIS_Layman_English_Secure.pdf)
- Tedesco, M., Fettweis, X., van den Broeke, M.R., van de Wal, R.S.W.,

- Smeets, C., van de Berg, W.J., Serreze, M.C. and Box, J.E. (2011). "The Role of Albedo and Accumulation in the 2010 Melting Record in Greenland". *Environmental Research Letters*, 6, 014005. En: United Nations Environment Programme (2013). UNEP Year Book. Emerging issues in our Global environment. [http://www.unep.org/pdf/uyb\\_2013.pdf](http://www.unep.org/pdf/uyb_2013.pdf)
- NASA (2012b). "Greenland: Annual accumulated days of melt". NASA Scientific Visualization Studio, NASA Goddard Space Flight Center. [http://eospsso.gsfc.nasa.gov/eos\\_observ/pdf/Sept\\_Oct\\_2012\\_color\\_508.pdf](http://eospsso.gsfc.nasa.gov/eos_observ/pdf/Sept_Oct_2012_color_508.pdf)
- AMAP (2009). "Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA): Climate Change and the Cryosphere". Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, Norway. [http://amap.no/swipa/GRIS\\_Layman\\_English\\_Secure.pdf](http://amap.no/swipa/GRIS_Layman_English_Secure.pdf) En: United Nations Environment Programme (2013). UNEP Year Book. Emerging issues in our Global environment. [http://www.unep.org/pdf/uyb\\_2013.pdf](http://www.unep.org/pdf/uyb_2013.pdf)
- NOAA. Thermohaline circulation. Comprobado el 19 de febrero de 2013: <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/ctl/thc.html>
- Fuente: NSIDC National Snow & Ice Data Center. Environment: Climate: [http://nsidc.org/cryosphere/seaice/environment/global\\_climate.html](http://nsidc.org/cryosphere/seaice/environment/global_climate.html)
- National Snow & Sea Ice (NSIDC). All about sea ice. Comprobado el 19 de Enero de 2013: [http://nsidc.org/cryosphere/seaice/environment/global\\_climate.html](http://nsidc.org/cryosphere/seaice/environment/global_climate.html)
- National Snow & Sea Ice (NSIDC). All about sea ice. Comprobado el 19 de Enero de 2013: [http://nsidc.org/cryosphere/seaice/environment/global\\_climate.html](http://nsidc.org/cryosphere/seaice/environment/global_climate.html)
- Rignot, E., Velicogna, I., van den Broeke, M.R., Monaghan, A. and Lenaerts, J. (2011). Acceleration of the contribution of the Greenland and Antarctic ice sheets to sea level rise. *Geophysical Research Letters*, 38. [http://igitar-archiv.library.uu.nl/phys/2012-0315-200618/rignot\\_et\\_al\\_grl2011.pdf](http://igitar-archiv.library.uu.nl/phys/2012-0315-200618/rignot_et_al_grl2011.pdf)
- Dahl-Jensen, D. et al. (2009). "The Greenland Ice Sheet in a Changing Climate" in Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Snow, Water, Ice and Permafrost in the Arctic (SWIPA): Climate Change and the Cryosphere. [http://amap.no/swipa/GRIS\\_Layman\\_English\\_Secure.pdf](http://amap.no/swipa/GRIS_Layman_English_Secure.pdf)
- Francis, J.A. and Vavrus, S.J. (2012). Evidence Linking Arctic Amplification to Extreme Weather in Mid-Latitudes. *Geophysical Research Letters*, 39, 6. <http://www.homeridixon.com/wp-content/uploads/2012/09/Evidence-linking-Arctic-amplification-to-extreme-weather-in-mid-latitudes.pdf>
- Nota: La corriente en chorro (jetstream en inglés), es una fuerte y estrecha corriente de aire concentrada a lo largo de un eje casi horizontal en la alta troposfera o en la estratosfera. Se trata de vientos occidentales (que viajan de oeste a este), tanto en el hemisferio norte como en el sur. Hoy en día los meteorólogos asumen que el recorrido de las corrientes en chorro dirige los sistemas ciclónicos de tormentas

- en los niveles bajos de la atmósfera, y el conocimiento de ese recorrido se ha convertido en una parte importante de la previsión meteorológica.
- Francis, J.A. and Vavrus, S.J. (2012). "Evidence Linking Arctic Amplification to Extreme Weather in Mid-Latitudes". *Geophysical Research Letters*, 39, 6. <http://www.homeridixon.com/wp-content/uploads/2012/09/Evidence-linking-Arctic-amplification-to-extreme-weather-in-mid-latitudes.pdf>
- Overland, J.E., Francis J., Hanna, E. and Wang M. (2012). "The recent shift in early summer Arctic atmospheric circulation". *Geophysical Research Letters*, 39. En: NOAA (10/10/2012). Arctic summer wind shift could affect sea ice loss and U.S./European weather, says NOAA-led study. [http://www.noaa.gov/stories/2012/20121010\\_arcticwinds.html](http://www.noaa.gov/stories/2012/20121010_arcticwinds.html)
- Francis, J.A. and Vavrus, S.J. (2012). "Evidence Linking Arctic Amplification to Extreme Weather in Mid-Latitudes". *Geophysical Research Letters*, 39, 6. <http://www.homeridixon.com/wp-content/uploads/2012/09/Evidence-linking-Arctic-amplification-to-extreme-weather-in-mid-latitudes.pdf>
- Hanna, E., Jones, J.M., Cappelen, J., Mernild, S.H., Wood, L., Steffen, K. and Huybrechts, P. (2012). "The influence of North Atlantic atmospheric and oceanic forcing effects on 1900-2010 Greenland summer climate and ice melt/runoff". Published online March 2012. *International Journal of Climatology*, 30 March. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.3475/abstract>
- McLendon R., "7 reasons why Arctic sea ice matters". Mother nature network, 13 de diciembre de 2012
- United Nations Environment Programme (2013). UNEP Year Book. Emerging issues in our Global environment. [http://www.unep.org/pdf/uyb\\_2013.pdf](http://www.unep.org/pdf/uyb_2013.pdf)
- Walter, K.M., Smith, L.C. and Chapin, F.S. (2007). "Methane Bubbling from Northern Lakes: Present and Future Contributions to the Global Methane Budget". *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 3365, 1856, 1657-1676.
- NASA (24/04/2012). Study finds surprising Arctic methane emission source. <http://climate.nasa.gov/news/721>
- Nota: En esta ponencia del Departamento de Geografía de la Universidad de Colorado, se analizan los diferentes escenarios de futuro en el tráfico marítimo por el Ártico [http://www.colorado.edu/geography/class\\_homepages/geog\\_4271\\_f12/lectures/notes\\_11.pdf](http://www.colorado.edu/geography/class_homepages/geog_4271_f12/lectures/notes_11.pdf). Basado en: Globalization, Climate Change & Governance Implications for a New Maritime Arctic. DNV Workshop on Ice Scenarios DNV - Sandvika, 9-10 December 2008.
- Nota: Un ejemplo explicativo de en qué esta oportunidad se puede encontrar en uno de los boletines informativos de Repsol "The future of hydrocarbons: further and deeper". [http://www.repsol.com/imagenes/es\\_en/Hydrocarbons\\_of\\_the\\_future\\_tcm11-621022.pdf](http://www.repsol.com/imagenes/es_en/Hydrocarbons_of_the_future_tcm11-621022.pdf)
- U.S. Energy Information Administration (2009). "Arctic Ocean Oil and Natural Gas Potential". <http://geology.com/energy/arctic-oil-and-gas-potential/>

- 52 Fuente: ConocoPhillips en Alaska: [http://www.conocophillips.com/EN/about/worldwide\\_ops/Pages/Alaska.aspx](http://www.conocophillips.com/EN/about/worldwide_ops/Pages/Alaska.aspx), Repsol: "The future of hydrocarbons: further and deeper". [http://www.repsol.com/imagenes/es\\_en/Hydrocarbons\\_of\\_the\\_future\\_tcm11-621022.pdf](http://www.repsol.com/imagenes/es_en/Hydrocarbons_of_the_future_tcm11-621022.pdf) Shell: "Arctic exploration and production" <http://www.shell.com/global/future-energy/meeting-demand/arctic/exploration-production.html>
- 53 Huffington Post (15/07/2012). Nobel Discoverer, Shell Oil Drilling Vessel, raises concerns over grounding in Alaska [http://www.huffingtonpost.com/2012/07/15/nobel-discovered-shell-oil-drilling\\_n\\_1673997.html](http://www.huffingtonpost.com/2012/07/15/nobel-discovered-shell-oil-drilling_n_1673997.html)
- 54 Alaska Dispatch (16/11/2012). "Misfortune strikes again for Shell Oil rig returning from Arctic". <http://www.alaskadispatch.com/article/misfortune-strikes-again-shell-oil-rig-returning-arctic>
- 55 La Vanguardia (02/01/2013). "Una plataforma de perforación embarranca en las costas de Alaska". <http://www.lavanguardia.com/internacional/20130102/54358768318/plataforma-perforacion-embarranca-alaska.html>
- 56 Financial Times (06/02/2013). "Environment: Frozen frontiers. The rapid melting of Arctic ice is unleashing a scramble to exploit vast oil and gas deposits". <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/a51a35e2-704c-11e2-ab31-00144feab49a.html#axzz2K7JoPV7w>
- 57 Fuente: House of Commons (sesión 2010-12). Evidencia oral recogida antes del "environmental audit committee". Protecting the Arctic. Miércoles, 14 de marzo de 2012. <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm201012/cmselect/cmenvaud/uc1739-iv/uc173901.htm>
- 58 Fuente: Alaska History & Cultural Studies. En "Modern Alaska. Oil discovery and Development in Alaska" <http://www.akhistorycourse.org/articles/article.php?artID=140>
- 59 Nota: recorrido del oleoducto Trans- Alaska a través del Estado de Alaska: [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_oleoducto\\_Trans-Alaska](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_oleoducto_Trans-Alaska)
- 60 Fuente: Resource Development Council: Alaska Oil & Gas industry <http://www.akrdc.org/issues/oilgas/overview.html>
- 61 Fuente: PEW: U.S Oil and gas activities <http://www.oceansnorth.org/us-oil-gas-activities>
- 62 U.S. Department of the Interior (08/01/2013). Secretary Salazar launches Expedited Assessment of 2012 Arctic Operations [http://www.doi.gov/news/pressreleases/secretary-salazar-launches-expedited-assessment-of-2012-arctic-operations\\_cfm](http://www.doi.gov/news/pressreleases/secretary-salazar-launches-expedited-assessment-of-2012-arctic-operations_cfm)
- 63 O Brandvik P.J., Sørheim K.R., Singsaas I. & Reed M (2006). Short State-of-the-Art Report on Oil Spills in Ice- Infested Waters: Oil Behaviour and Response Options. SINTEF. 19 May. [http://www.sintef.no/project/JIP\\_Oil\\_In\\_Ice/Dokumenter/publications/JIP-rep-no-1-State-of-the-art-2006-oil-in-ice.pdf](http://www.sintef.no/project/JIP_Oil_In_Ice/Dokumenter/publications/JIP-rep-no-1-State-of-the-art-2006-oil-in-ice.pdf)
- 64 Fuente: WWF (22/01/2008). Oil response challenges in Arctic Waters [http://www.panda.org/what\\_we\\_do/where\\_we\\_work/arctic/](http://www.panda.org/what_we_do/where_we_work/arctic/)
- 65 Greenpeace (junio 2012). El Ártico, la última frontera [http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio\\_climatico/elartico2012web2.pdf](http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/elartico2012web2.pdf)
- 66 Huntingdon, H.P. (2009). A preliminary assessment of threats to arctic marine mammals and their conservation in the coming decades. Marine Policy, Volume 33, Issue 1, January 2009, Pages 77-82. En: Greenpeace (July 2011). Black on white: The Threat of Arctic Oil to Whales. <http://www.greenpeace.org/international/PageFiles/322340/IWC%20Arctic%20Oil%20Briefing.pdf>
- 67 Fuente PEW : " Real 2000 Value ( US \$) by species in LME : Arctic Ocean <http://searounds.org/lme/64/11.aspx> En: Greenpeace ( Enero 2012). Risks and Potential Impacts of Oil Exploration in the Arctic [http://greenpeace.org.nz/briefing/Risks\\_and\\_Impacts\\_of\\_Arctic\\_drilling.pdf](http://greenpeace.org.nz/briefing/Risks_and_Impacts_of_Arctic_drilling.pdf)
- 68 Fuente: The militarization of the Arctic. En: European Dialogue, European Security and related issues: indepth analytical coverage, by Jonh Robles <http://eurodialogue.org/energy-security/The-Militarization-of-the-Arctic>
- 69 Gautier, D.L. et al. 2009. Assessment of Undiscovered Oil and Gas In the Arctic. Science 29 May 2009 324: 1175-1179. En: The Guardian (13/09/2010) The Arctic oil rush. <http://www.guardian.co.uk/world/2010/sep/13/greenland-oil-environment-arctic-global-warming>
- 70 Government of Greenland, Bureau of Minerals and Petroleum (16/02/2013). Current licenses. [http://bmp.gl/images/stories/minerals/list\\_of\\_licences/list\\_of\\_licences.pdf](http://bmp.gl/images/stories/minerals/list_of_licences/list_of_licences.pdf)
- 71 Fuente: Mapa de Repsol en Alaska [http://www.repsol.com/imagenes/es\\_en/Alaska\\_tcm11-588441.JPG](http://www.repsol.com/imagenes/es_en/Alaska_tcm11-588441.JPG)
- 72 Calgary Herald (01/08/2010). Arctic relief well would take 3 years: experts. <http://www2.canada.com/calgaryherald/news/story.html?id=b58e292f-579c-44f2-902b-e28a08bc36f7>
- 73 O Brandvik P.J., Sørheim K.R., Singsaas I. & Reed M (2006). Short State-of-the-Art Report on Oil Spills in Ice-Infested Waters: Oil Behaviour and Response Options. SINTEF. 19 May. [http://www.sintef.no/project/JIP\\_Oil\\_In\\_Ice/Dokumenter/publications/JIP-rep-no-1-State-of-the-art-2006-oil-in-ice.pdf](http://www.sintef.no/project/JIP_Oil_In_Ice/Dokumenter/publications/JIP-rep-no-1-State-of-the-art-2006-oil-in-ice.pdf)
- 74 Li H.L. & Boufadel M.C. 2010. Long-term persistence of oil from the Exxon Valdez spill in two-layer beaches. Nat. Geosci., 3, 96-99. En: Greenpeace (2010). "The risks and potential impacts of oil exploration in the Arctic". [http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user\\_upload/themen/oel/oel-papier\\_gp\\_uk.pdf](http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/oel/oel-papier_gp_uk.pdf)
- 75 The Economist (01/12/2012). Trouble beneath the ice. <http://www.economist.com/news/technology-quarterly/21567196-energy-technology-oil-exploration-moves-arctic-new-methods-are-being>
- 76 U.S. Department of the Interior. Minerals Management Service, Environmental Division (1997). Revised Oil-Spill Risk Analysis. [www.boem.gov/uploadedFiles/BOEM/Environmental\\_Stewardship/Environmental\\_Assessment/Oil\\_Spill\\_Modeling/97-0039.pdf](http://www.boem.gov/uploadedFiles/BOEM/Environmental_Stewardship/Environmental_Assessment/Oil_Spill_Modeling/97-0039.pdf)
- 77 Bloomer Bussinessweek (16/07/2012). "Spill Remedy Questioned by Coast Guard as Shell to Tap Arctic". <http://www.businessweek.com/news/2012-07-16/spill-remedy-questioned-by-coast-guard-as-shell>

- to-tap-arctic
- 78 The Telegraph (29/11/2012). Shell Alaska boss: "There will be spills" <http://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/energy/oilandgas/9712687/Shell-Alaska-boss-There-will-be-spills.html>
- 80 Comunicado de Prensa (22/02/2013): "Greenpeace señala que el acuerdo alcanzado en la UE podría desaconsejar la extracción de petróleo en aguas del Ártico". <http://www.greenpeace.org/espana/es/news/2013/February/Greenpeace-senala-que-el-acuerdo-alcanzado-en-la-UE-podria-desaconsejar-la-extraccion-de-petroleo-en-aguas-del-Artico/>
- 81 Nota: Durante el período 1906 -2005. Este valor está dentro del margen de 0,6 +/- 0,2°C para el período 1901-2000. Greenpeace (2009). *La crisis del clima. Evidencias del cambio climático en España*. <http://www.greenpeace.org/espana/es/reports/090503/>
- 82 Brunet, M., Jesús Casado, M.J., de Castro, M., Galán, P., López, J.A., Martín, J.M., Pastor, A., Petisco, E., Ramos, P., Ribalaygua, J., Rodríguez, E., Sanz, I., Torres, L. (2009). " Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España ". Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; Agencia Estatal de Meteorología. 158 pp.
- 83 Brunet, M., Jesús Casado, M.J., de Castro, M., Galán, P., López, J.A., Martín, J.M., Pastor, A., Petisco, E., Ramos, P., Ribalaygua, J., Rodríguez, E., Sanz, I., Torres, L. (2009). " Generación de escenarios regionalizados de cambio climático para España ". Madrid, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; Agencia Estatal de Meteorología. 158 pp.
- 84 Enrique Sánchez, E; Miguez-Macho, G (2009) Capítulo "Proyecciones regionales del clima sobre la Península Ibérica: Modelización de escenarios de Cambio Climático" del informe Clima en España: Pasado, presente y futuro"
- 85 Felicísimo, Á. M. (coord.) 2011. Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de la biodiversidad española. 1. Flora y vegetación. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 552 pág.
- 86 Felicísimo, A.M., Muñoz, J., Mateo, R.G., Villalba, C.J. (2012). Vulnerabilidad de la flora y vegetación españolas ante el cambio climático. Ecosistemas 21(3):1-6. Doi.: 10.7818/ECOS.2012.21-3.01
- 87 Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura. 2010. Newsletter nº5: *Adaptación del paisaje de alcornoco*. Comprobado el 25 de Febrero de 2012: <http://www.fao.org/forestry/24911-0a542f0c345cd1aad741e82436e72909.pdf>
- 88 Araujo, M.B., Guilhaumon F., Neto D. R., Pozo, I., & Calmaestra R. (2011) "Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático de la Biodiversidad Española. 2 Fauna de Vertebrados." Dirección general de medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid, 640 páginas.
- 89 Nota de prensa CSIC. "El 51% de los vertebrados necesitará medidas concretas de conservación frente a los efectos del cambio climático"
- del 8 de marzo de 2011.
- 90 Araujo, M.B., Guilhaumon F., Neto D. R., Pozo, I., & Calmaestra R. (2011) "Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático de la Biodiversidad Española. 2 Fauna de Vertebrados". Dirección general de medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Madrid, 640 páginas.
- 91 Nota de prensa CSIC. "El 51% de los vertebrados necesitará medidas concretas de conservación frente a los efectos del cambio climático" del 8 de marzo de 2011.
- 92 Capdevila - Argüelles L., B. Zilletti y V. A. Suárez Álvarez . 2011. Cambio climático y especies exóticas invasoras en España . Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad . Oficina Española de Cambio Climático , Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino . Madrid , 146 Pp .
- 93 Capdevila-Argüelles L., B. Zilletti y V.A. Suárez Álvarez. 2011. Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 146 Pp.
- 94 The Guardian (12/06/2011). "Explosion in jellyfish numbers may lead to ecological disaster, warn scientist". <http://www.guardian.co.uk/environment/2011/jun/12/jellyfish-plankton-ocean-acid>
- 95 Fuente: Protecto DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe). Ficha de Rhopilemanomadica. [http://www.europe-aliens.org/pdf/Rhopilema\\_nomadica.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Rhopilema_nomadica.pdf)
- 96 Fuente: Rhopilema nomadica en Proyecto DAISIE: [http://www.europe-aliens.org/pdf/Rhopilema\\_nomadica.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Rhopilema_nomadica.pdf)
- 97 UNEP. Mediterranean Action Plan RAC/SPA (2010). "The Mediterranean Sea Biodiversity: state of the ecosystems, pressures, impacts and future priorities. [http://www.rac-spa.org/sites/default/files/doc\\_cop/biodiversity.pdf](http://www.rac-spa.org/sites/default/files/doc_cop/biodiversity.pdf)
- 98 Capdevila-Argüelles L., B. Zilletti y V.A. Suárez Álvarez. 2011. "Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad". Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 146 Pp. [http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/cc\\_y\\_exoticas\\_invasoras\\_tcm7-197787.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/cc_y_exoticas_invasoras_tcm7-197787.pdf)
- 99 Europa Press (14/04/2012). "La llegada de medusas a Canarias es "brutal" y no se producía una arribada tan grande desde 1994, según expertos". <http://www.europapress.es/epsocial/naturaleza-00323/noticia-llegada-medusas-canarias-brutal-no-producia-arribada-tan-grande-1994-expertos-20120414123504.html>
- 100 Ana Iglesias, A., Mougou, R., Moneo, M., Quiroga, S. (2010) "Towards adaptation of agriculture to climate change in the Mediterranean", [http://oa.upm.es/7134/2/INVE\\_MEM\\_2010\\_77754.pdf](http://oa.upm.es/7134/2/INVE_MEM_2010_77754.pdf)
- 101 Iglesias A, Quiroga S, Schlickerrieder J (2010) "Climate change and agricultural adaptation: assessing management uncertainty for four



- crop types in Spain". *Clim Res* 44:83-94 [http://www.agroinsurance.com/files/documents/Spain\\_c044p083.pdf](http://www.agroinsurance.com/files/documents/Spain_c044p083.pdf)
- 102 Statistical Report on World Vitiviculture 2012. International Organization of Vine and Wine 103 Iglesias A, Quiroga S, Schlickerieder J (2010) "Climate change and agricultural adaptation: assessing management uncertainty for four crop types in Spain". *Clim Res* 44:83-94
- 104 Resco, P; Quiroga, S; Iglesias, A; Sotes, V (2010) "Risk of climate change for grapevine production in Mediterranean areas". A paper prepared for the 33rd World Congress of Vine and Wine, Tbilisi (Georgia), 20-27 June 2010.
- 105 Página web del Proyecto Cénit Démeter <http://www.cenitdemeter.es/>
- 106 Greenpeace (2009). *La crisis del clima. Evidencias del cambio climático en España*. <http://www.greenpeace.org/espana/es/reports/090503/>
- 107 International Centre for Integrated assessment and Sustainable development (2010). *Turismo y Cambio Climático en España. Evaluación de la Vulnerabilidad del Turismo de Interior frente a los impactos del Cambio Climático*. [http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/informe\\_turismo\\_tcm7-197792.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/informe_turismo_tcm7-197792.pdf)
- 108 Hein, L., Metzger, M.J. y A. Moreno (2009). "Potential impacts of climate change on tourism; a case study for Spain", *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1:170-178. <http://wordpress.reilumatkailu.fi/wp-content/uploads/2012/03/artikkeli3.pdf>
- 109 Greenpeace (2009). *La crisis del clima. Evidencias del cambio climático en España*. <http://www.greenpeace.org/espana/es/reports/090503/>
- 110 Gómez Gallego (1994). *Actas IV Coloquio Internacional sobre Oceanografía del Golfo de Vizcaya* : 83-97
- 111 Instituto Español de Oceanografía (IEO), (2008). *Cambio Climático en el Mediterráneo Español* .
- 112 Ponencia del informe "Cambio Climático en las ciudades costeras" FEMP. Dep. Legal: M-53220-2006. En: Greenpeace (2012). *Destrucción a Toda Costa*. <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/costas/DTC%202012.pdf>
- 113 Iñigo Losada (2004). "Efectos del Cambio Climático en las Zonas Costeras . Previsiones y estrategias de adaptación " – Universidad de Cantabria.
- 114 International Centre for Integrated assessment and Sustainable development (2010). "Turismo y Cambio Climático en España. Evaluación de la Vulnerabilidad del Turismo de Interior frente a los impactos del Cambio Climático". [http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/informe\\_turismo\\_tcm7-197792.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/publicaciones/informe_turismo_tcm7-197792.pdf)
- 115 Greenpeace (2009). *La crisis del clima. Evidencias del cambio climático en España*. <http://www.greenpeace.org/espana/es/reports/090503/>
- 116 Universidad del País Vasco (2012). *Los Pirineos. Geografía, Turismo, Agricultura, Cooperación transfronteriza y Derecho*. [http://www.ehu.es/argitalpenak/images/stories/libros\\_gratuitos\\_en\\_pdf/Ciencias\\_Sociales/Los%20Pirineos.%20Geografia.%20turismo.%20agricultura.%20cooperacion%20transfronteriza%20y%20derecho.pdf](http://www.ehu.es/argitalpenak/images/stories/libros_gratuitos_en_pdf/Ciencias_Sociales/Los%20Pirineos.%20Geografia.%20turismo.%20agricultura.%20cooperacion%20transfronteriza%20y%20derecho.pdf)
- 117 Fuente: Frangiali (2008). Francesco Frangiali, Secretario General de la Organización Mundial de Turismo en: V Congreso Mundial de Turismo de Nieve y Montaña. Andorra. 2008. <http://www.skitrax.com/pdf/Snow%20and%20Mountain%20Congress.pdf>
- 118 Leon Noticias (25/02/2013). "El V Congreso Mundial del Turismo de Nieve y Montaña advierte de que las estaciones en cotas por debajo de los 2.000 metros serán prácticamente inviables". <http://www.leonoticias.com/frontend/leonoticias/San-Isidro-En-2018-Sin-Nieve-impn10611>
- 119 Página web del Observatorio de Salud y Cambio Climático [http://www.oscc.gob.es/es/general/salud\\_cambio\\_climatico/impacto\\_salud\\_es.htm](http://www.oscc.gob.es/es/general/salud_cambio_climatico/impacto_salud_es.htm)
- 120 ISTAS, SESA, CCEIM Cambio Global España 2020/50. Cambio climático y salud (Enero de 2012) <http://sanidadambiental.com/wp-content/uploads/variados/Informe%20Salud%20y%20Cambio%20Climatico.pdf>
- 121 Marcos, M., Chust, G., Jordà, G., Caballero, A. "Effect of sea level extremes on the western Basque coast during the 21st century". *Climate Research*, Vol. 51:237-248, 2012. DOI: 10.3354/cr01069.
- 122 M Moriondo, M., Good, P., Durao, R., Bindi, M., Giannakopoulos, C., Corte-Real, J. "Potential impact of climate change on fire risk in the Mediterranean area *Climate Research*" - CLIMATE RES , vol. 31, pp. 85-95, 2006
- 123 Vázquez de la Cueva A., Quintana José R., Cañellas Isabel (2012) Fire activity projections in the SRES A2 and B2 climatic scenarios in peninsular Spain. *International Journal of Wildland Fire* 21, 653-665.
- 124 Loepfe, L., Martínez - Vilalta , J., Piñol , J . (2012) Management alternatives to offset climate change effects on Mediterranean fire regimes in NE Spain *Climate Change* December 2012, Volume 115, Issue 3-4, pp 693-707
- 125 Greenpeace España (2011) *Incendios forestales. No podemos bajar la guardia*.
- 126 Capdevila-Argüelles L., B. Zilletti y V.A. Suárez Álvarez. 2011. Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 146 Pp.
- 127 Capdevila-Argüelles L., B. Zilletti y V.A. Suárez Álvarez. 2011. "Cambio climático y especies exóticas invasoras en España. Diagnóstico preliminar y bases de conocimiento sobre impacto y vulnerabilidad". Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, 146 Pp.
- 128 Sainz-Elipe S, Latorre JM, Escosa R, Masia M, Fuentes MV, Mas-Coma S, Bargues MD. "Malaria resurgence risk in southern Europe: climate assessment in an historically endemic area of rice fields at the Mediterranean shore of Spain". *Malar J* 2010, 9:221