

El ocaso de los glaciares



Alvaro Enríquez de Salamanca
Ingeniero Técnico Forestal
y Licenciado en
Ciencias Ambientales
DRABA ICM, S.L.

En los últimos años del siglo XIX finalizó la Pequeña Edad de Hielo, un periodo sensiblemente frío que se inició en el siglo XVI en el cual los glaciares alcanzaron su máxima extensión en la época moderna. A partir de 1850 se inicia un progresivo calentamiento de la tierra, comenzando la regresión de los glaciares. A lo largo del siglo XX se suceden etapas regresivas, como la década de 1940-1950, y otras más estables, incluso progresivas, en las décadas de 1910-1920 y 1960-1980.

A finales de la década de 1980, sin embargo, comienza una fase de deshielo acelerado, muy superior al conocido hasta ese momento, que ha llevado a un fuerte retroceso en la mayoría de los glaciares. Parece claro que a las naturales oscilaciones térmicas acontecidas en todo el Holoceno se suma un factor externo que incrementa de forma anómala las temperaturas del planeta: la acción humana. Si este incremento continúa al ritmo actual, en algunas décadas buena parte de los glaciares, al menos los alpinos, habrán desaparecido o serán residuales.

LA ÚLTIMA GLACIACIÓN

Hace unos 130.000 años comienza un periodo interglacial cálido, el Eemiense, que marca el final de la glaciación de Riss. Las temperaturas alcanzan valores similares a los actuales, algo superiores, con un máximo hace 125.000 años. Esta etapa finaliza hace 116.000 años (KUKLA, 2000).

El final del interglacial Eemiense da paso a un nuevo periodo frío, que se extenderá hasta 12.000 años antes del presente, y que se conoce como glaciación de Wurm en Europa central, Weichsel en Europa noroccidental y Wisconsin en Norteamérica.

A lo largo de esta fase glacial se producen numerosas oscilaciones en las tempe-

raturas, aunque en su conjunto es una etapa fría bien delimitada, entre el Eemiense y el Holoceno.

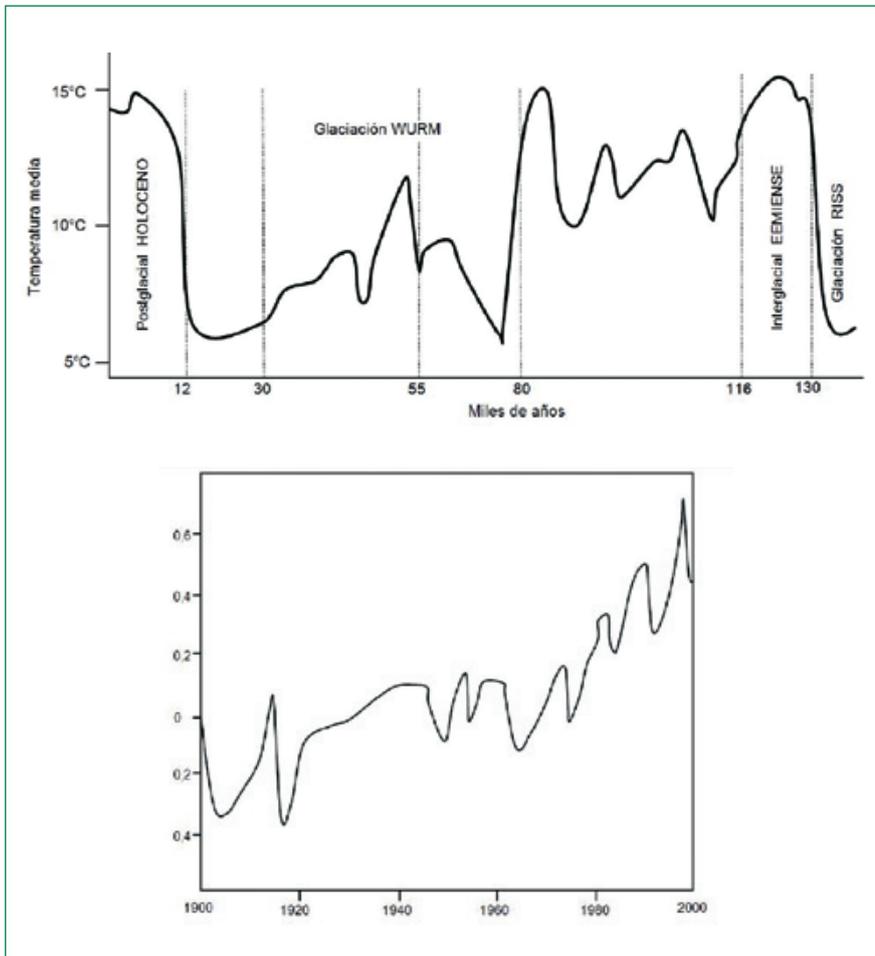
En una primera fase, entre 116.000 y 80.000 años antes del presente, el descenso de las temperaturas es más moderado. Al final de este periodo se produce una gran acumulación de hielo, acompañada de un descenso en el nivel del mar de hasta 20 m. La última fase se extiende entre los 30.000 y los 19.000 años antes del presente y es, a nivel global, la fase más fría de la glaciación, con un máximo entre los 23.000 y los 19.000 años (URIASTE-CANTOLLA, 2003).

Durante el Último Máximo Glacial (23.000 a 19.000 años), la bajada de las



Arriba, Gornergletscher y Grenzletscher, al pie del Monte Rosa. Debajo, glaciares del Breithorn. Zermatt (Suiza, 2010)





Gráficas simplificadas de la oscilación en la temperatura media de la tierra desde la glaciación de Riss hasta la actualidad (primera) y a lo largo del siglo XX (segunda)

temperaturas es muy variable según la latitud y altitud, y entre las zonas continentales y costeras, con una media de 5 a 9 °C, pero alcanzando en zonas de Europa hasta 15 °C. Esto da lugar a dos grandes masas glaciares en Norteamérica y el noroeste de Europa, denominadas manto Laurentino y Finescandinavo respectivamente, así como a grandes glaciares interiores, asociados a zonas de montaña (URIARTE-CANTOLLA, 2003).

Hace 19.000 años comienza la deglaciación, con un ascenso del nivel del mar asociado, hasta hace 11.500 años, cuando se considera que finaliza la glaciación para dar paso al Holoceno. No obstante, el proceso de deshielo se prolonga hasta hace 8.000 años (CLARK & AL., 2009).

A lo largo de este periodo glacial el clima no se mantiene constante, existiendo oscilaciones en las que se vuelve más templado o más frío. La última etapa fría, entre 13.000 y 11.500 años antes del presente, fue muy súbita en su origen y final, denominándose

Dryas Reciente (*Younger Dryas*) por la presencia de la planta *Dryas octopetala* en tierras meridionales.

Diversas hipótesis explican estas oscilaciones térmicas, destacando las que

se apoyan en los ciclos de Milankovitch y las variaciones en la órbita terrestre y su influencia en la radiación solar. También la presencia de amplios mantos de hielo y nieve dan lugar a un albedo elevado, que refleja la radiación solar y reduce el calentamiento.

OSCILACIONES EN EL CLIMA EN EL HOLOCENO

A lo largo del Holoceno, desde el final de la glaciación de Wurm, la temperatura media de la tierra se ha mantenido alrededor de los 14 °C a 15 °C, aunque con algunas oscilaciones más o menos bruscas.

Entre 10.000 y 6.000 años antes del presente el clima fue cálido y húmedo, aunque hace 8.200 años se produjo una brusca caída de las temperaturas, que afectó especialmente a Groenlandia y Europa (MENOCA & AL., 2000; BARBER, 1999).

Fuera de este episodio, los cambios en Europa a lo largo del Holoceno medio parecen poco acusados, aunque más notables en las regiones tropicales (URIARTE-CANTOLLA, 2003). Sí aparecen, sin embargo, en toda la segunda mitad del Holoceno ciclos de 1.500 años con avances y retrocesos de los hielos a la deriva en el Atlántico y en los glaciares alpinos por variaciones en la intensidad solar (BOND & AL., 200) o en la circulación termohalina oceánica (BROECKER, 2001). ALLEY & MENOCA (1988) señalan que los fondos marinos del Atlántico Norte muestran en los sedimentos acumulados en los últimos

Las bandas claras y oscuras indican el crecimiento del glaciar.

Las primeras son hielo de invierno y las segundas de verano. Mer de Glace, Chamonix (Francia, 1988)





Arriba, la Mer de Glace. Debajo, el glaciar de Bossons, a los pies del Mont Blanc. Chamonix (Francia, 2010)

12.000 años aumentos de granos sedimentarios procedentes de icebergs fundidos, muestra de periodos fríos cada 1.500 años aproximadamente, que contradicen la supuesta estabilidad climática del Holoceno.

El último de estos periodos fríos es la denominada Pequeña Edad de Hielo (*Little Ice Age*), que se desarrolló tras una etapa cálida, el Óptimo Medieval (*Medieval Warm Period*).

LA PEQUEÑA EDAD DE HIELO

La Pequeña Edad de Hielo es un periodo frío que se extendió aproximadamente entre 1550 y 1850 por Europa, América del Norte y Asia. En esta etapa se produjo una rápida expansión de los glaciares de montaña, especialmente en los Alpes, Noruega y Alaska. Tuvo tres máximos, alrededor de 1650, 1770 y 1850, separados por intervalos ligeramente más cálidos (NASA, 2010).

Aunque parece claro que los siglos XV a XIX fueron los más fríos del milenio, a nivel global la Pequeña Edad

de Hielo solo puede considerarse un modesto enfriamiento del Hemisferio Norte, de menos de 1 °C respecto al siglo XX. Sin embargo, en ciertas regiones las condiciones frías parece que

fueron considerablemente más pronunciadas, como en el Atlántico Norte y Centroeuropa (FOLLAND & AL., 2001).

En España, un efecto de esta Pequeña Edad de Hielo fue que el río

Ebro se heló siete veces entre 1505 y 1789, en ocasiones hasta durante quince días. También en esta época proliferaron los *pozos de las nieves*, donde se acumulaba para su uso la nieve caída en invierno. En algunas zonas donde se conservan pozos, las nevadas son en la actualidad muy escasas o inexistentes (QUEREDA & AL., 2001).

Alrededor de 1850 se establece el punto de inflexión, cuando el clima empezó a calentarse de nuevo, finalizando la Pequeña Edad de Hielo.

EVOLUCIÓN RECIENTE DE LOS GLACIARES

Entre los siglos XI y XIV (Óptimo Medieval), la temperatura media del Hemisferio Norte fue ligeramente superior, unos 0,2 °C, a la de los siglos XV a XIX (Pequeña Edad de Hielo), pero con unos valores inferiores a los registrados a mediados del siglo XX (FOLLAND & AL., 2001). Aunque las oscilaciones en las temperaturas medias son moderadas, las variaciones locales fueron muy notables.

A lo largo del siglo XIX toda Europa occidental está afectada por la Pequeña Edad de Hielo, cuyo último máximo tiene lugar en 1850. De esta época, históricamente reciente, se conservan numerosos documentos, ilustraciones y cuadros, que ponen de manifiesto el alcance de los glaciares alpinos. Hacia 1850 o 1860 se produce un progresivo

La Mer de Glace en un cuadro de Birman de 1826, durante la Pequeña Edad de Hielo



calentamiento, que marca el final de la Pequeña Edad de Hielo.

La Pequeña Edad de Hielo supone el periodo de máxima expansión de los glaciares alpinos en la edad moderna. A partir de 1850, comienza un retroceso progresivo generalizado, aunque con un ritmo muy variable.

Si se analiza la evolución de las temperaturas medias globales de la tierra a lo largo del siglo XX, de forma muy simplificada se observan diferentes ciclos fríos y cálidos.

El principal periodo frío tiene lugar entre 1910 y 1930, al que sigue una etapa cálida hasta 1950. El segundo periodo frío tiene lugar entre 1960 y 1990, al que sigue el ciclo más cálido del siglo, que se prolonga en el primer decenio del siglo XXI.

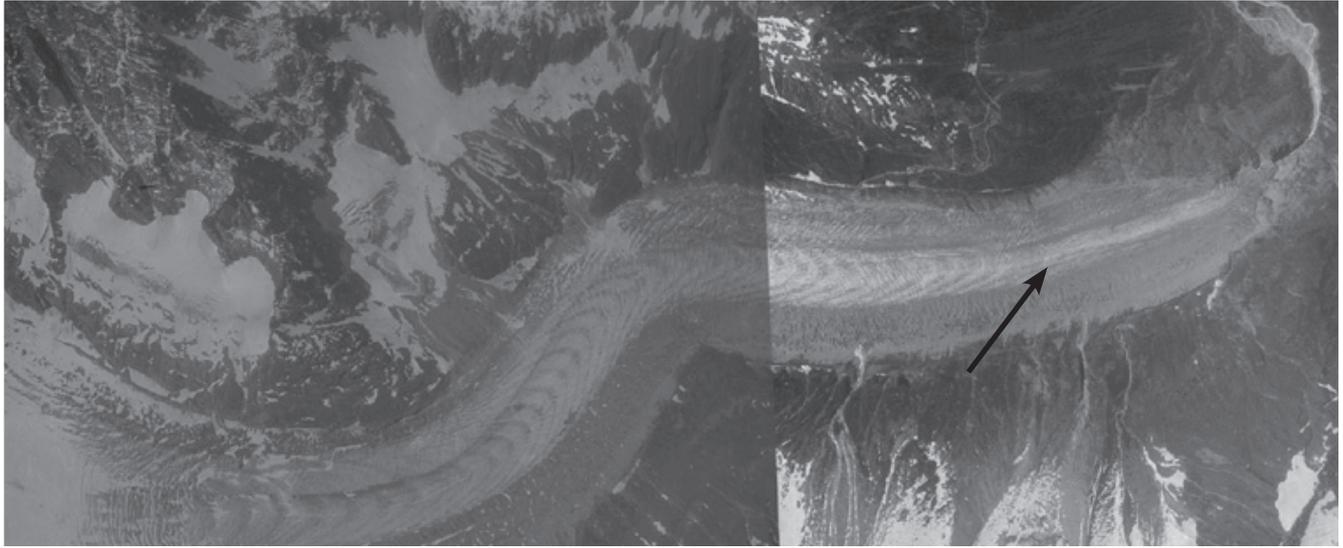
Hasta la década de 1990, los glaciares alpinos pierden buena parte de su espesor y extensión, un fenómeno lógico al partirse de la gran expansión que alcanzaron en el último máximo de la Pequeña Edad de Hielo (1850).

Esta reducción de los glaciares a lo largo del siglo XX ha sido gradual, perceptible desde una perspectiva histórica, pero no súbita. Además, los mínimos de los años 1910-1930 y 1960-1990 estabilizaron los glaciares, incluso permitieron un cierto avance y recuperación (COUTERAND, 2010). Para la región alpina francesa se cita como punto de inflexión el año 1988.

En resumen, la evolución de los glaciares a lo largo del siglo XX consiste en una fuerte regresión en la década de 1940, unas condiciones estables, e incluso un ligero crecimiento, alrededor de la década de 1970 y una acelerada tasa de pérdida de hielo desde finales de la década de 1980. Se han registrado ganancias de hielo apreciables en los Alpes a finales de la década de 1970 y principios de 1980, y en Escandinavia y Nueva Zelanda en la década de 1990, aunque fuera de estas etapas el retroceso es generalizado (ZEMP & VAN WOERDEN, 2008).



El valle de Chamonix en el siglo XIX, por Link. Aunque es una visión idealizada (falta Chamonix), es cierto que los glaciares alcanzaron el fondo del valle en esta época



La Mer de Glace en 1939 (arriba), 1952 (centro) y 2004 (abajo). Las flechas marcan el retroceso de la lengua glaciar



En la Mer de Glace existe una cueva en el hielo para su visita, que se excava anualmente, por el movimiento del glaciar, desde 1946. El retroceso del glaciar obliga a prolongar las escaleras y pasarelas para llegar hasta la lengua glaciar

LA ACTUAL RECESIÓN

A finales de los años 80 del pasado siglo se produce una variación en el ciclo climático, pasándose de unas temperaturas más suaves a lo largo de tres décadas (1960 a 1990) a un progresivo incremento termométrico. Aunque las variaciones no son drásticas, sí resultan suficientes para dar inicio a una fuerte regresión en los glaciares.

En los últimos 20 años, desde 1990, la reducción de los glaciares alpinos ha sido dramática, con ritmos anuales de desaparición muy acelerados. A nivel mundial, la tasa de pérdida de masa de hielo entre 1996 y 2005 es el doble de la registrada entre 1986 y 1995, y cuatro veces superior a la tasa entre 1976 y 1985 (ZEMP & VAN WOERDEN, 2008).

De continuar a este ritmo la deglaciación, a finales del siglo XXI es muy probable que hayan desaparecido

buena parte de los actuales glaciares, empezando por aquellos situados en zonas cálidas, como el sur de Europa, África o Asia tropical.

EVOLUCIÓN RECIENTE DEL GLACIARISMO IBÉRICO

Durante la Pequeña Edad de Hielo se desarrollaron en la Península Ibérica numerosos glaciares, sobre todo en los Pirineos, la cordillera Cantábrica y Sierra Nevada. A partir de finales del siglo XIX comenzó la regresión de estos glaciares, desapareciendo finalmente de todas las cordilleras, salvo los Pirineos.

En Sierra Nevada, el último glaciar, en el Corral del Veleta, desapareció en 1913, aunque sigue existiendo hielo fósil (*permafrost*), que se halla en rápida regresión.

Los únicos glaciares que persisten se localizan en los Pirineos, estando en franco retroceso. De acuerdo con

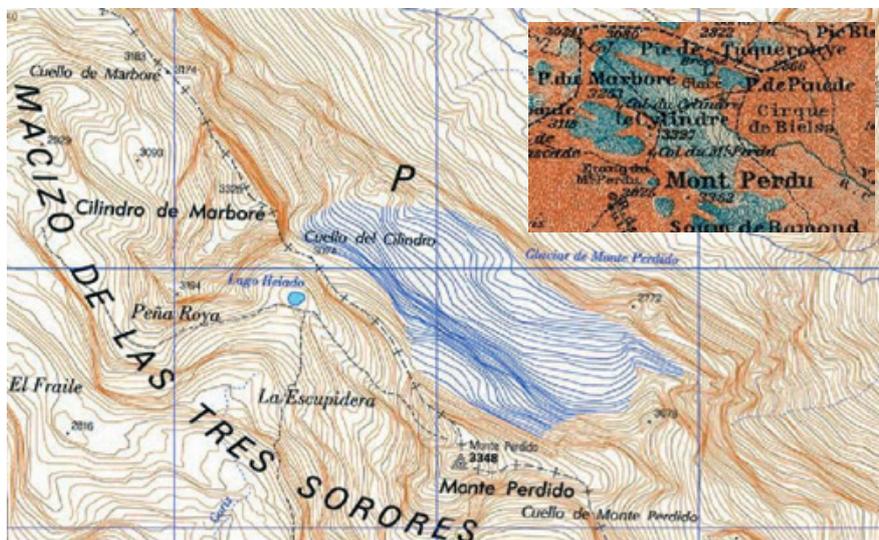
SERRANO & AL. (2004), la extensión de los glaciares pirenaicos en 1894 era de 1.779 ha, mientras que en 2001 se reducía a 290 ha, habiendo desaparecido, o casi, los glaciares de Balaitús, Taillón, La Munia y Perdiguero.

Los dos glaciares más importantes, Aneto-Maladeta y Monte Perdido, redujeron su extensión en ese periodo de 692 y 556 ha respectivamente a 162 y 44 ha. Este último, Monte Perdido, es el caso más dramático de regresión en los glaciares pirenaicos.

EVOLUCIÓN DE LOS GLACIARES EN OTRAS REGIONES

Los principales glaciares alpinos se localizan en Francia, Suiza, Italia y Austria. Los más espectaculares y grandes son los de los macizos del Mont Blanc, Valais y Jungfrau. En estas regiones existe una amplia documentación y seguimiento de los glaciares desde la Pequeña Edad de Hielo, por lo que es donde mejor se ha estudiado este fenómeno. Aunque la regresión de los glaciares ha sido más o menos continua, es en las dos últimas décadas, a partir de 1988, cuando el ritmo se ha acelerado de forma súbita, retrocediendo de forma muy llamativa todas las lenguas glaciares.

En Noruega, y en su archipiélago ártico Svalbard, la situación es menos patente, ya que frente a acusados retrocesos también se detectan algunos glaciares con avances recientes. No obstante, la tendencia actual es claramente regresiva. Los avances y retrocesos del glaciar Briksdalsbreen entre 1989 y 2007 son un ejemplo, pero finalmente el glaciar ha sufrido de forma global un fuerte retroceso (ZEMP & VAN WOERDEN, 2008).



Mapa actual del Monte Perdido (Huesca) y mapa de 1914 (recuadro pequeño). Se observa la fuerte reducción en la superficie de glaciares

En Islandia, a las posibles influencias climáticas se une su fuerte actividad volcánica. Aunque la regresión de los glaciares no es tan acusada, las erupciones volcánicas producen cambios rápidos y drásticos, como ha sido el caso del volcán Eyjafjalla, cuya nube de cenizas ha paralizado el tráfico aéreo europeo, y que ha fundido parte del glaciar existente en sus laderas.

En Groenlandia los retrocesos en las masas de hielo son generalizados. Los glaciares Kangerdlugssuaq y Jakobshavn retroceden a gran velocidad. El primero retrocedió cinco kilómetros desde 2002, después de cuarenta años de estabilidad; el segundo ha perdido cuarenta y cinco kilómetros desde el final de la Pequeña Edad de Hielo, de los cuales diez han desaparecido en la última década. En el verano de 2010 ha sido muy espectacular el desprendimiento de un enorme bloque de hielo del glaciar Petermann, en el noroeste de Groenlandia, que había permanecido estable el último siglo.

En el Himalaya, varios científicos prevén que todos los glaciares del centro y el este del Himalaya habrán desaparecido para 2035 (SERRANO & AL., 2004).

En Alaska la situación es muy variable, ya que es posible encontrar glaciares muy próximos unos en avance y otros en retroceso. No obstante, hay ejemplos de recesiones dramáticas, como el glaciar Gulkana.

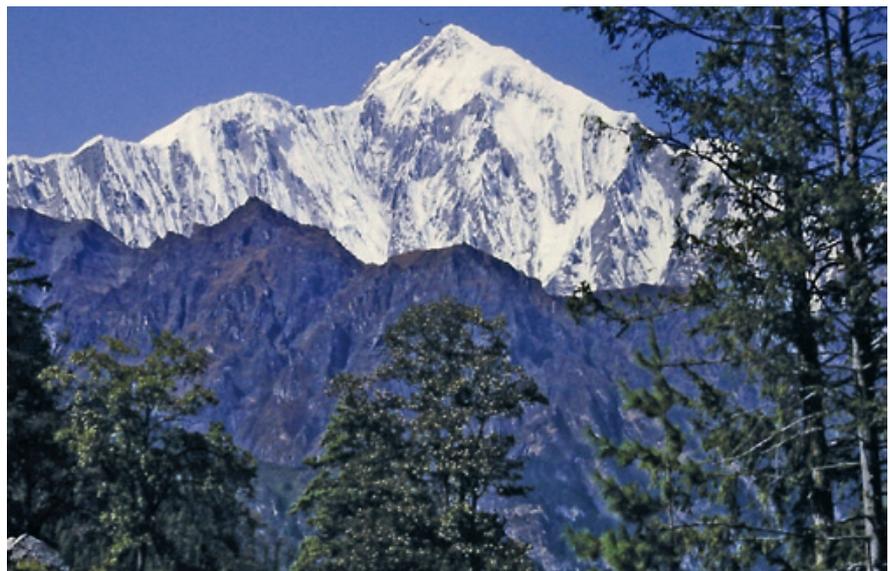
En todo el Ártico la situación es similar, con avances locales, aunque con un retroceso global en las masas de hielo. En el ártico canadiense los glaciares tuvieron un avance sostenido hasta la década de 1960, cuando se detuvo, dando paso en las últimas décadas a un retroceso generalizado.

En la Antártida se repite esta situación, con algunos glaciares que avanzan lentamente, como el Mackay, pero con tendencia general regresiva, aunque no tan llamativa como en los glaciares alpinos.

En África, los pequeños glaciares del Kilimanjaro y del monte Kenia han sufrido una acusada regresión, pareciendo inevitable su desaparición total en unas décadas. Un informe de la *Ohio State University* indica que podrían desapare-



Glaciar Morsárjökull, que cae del extenso casquete glaciar Vatnajökull (Islandia, 2002)



Annapurna. Himalaya (Nepal, 1991)



El glaciar Apusiâjik, cuyo frente forma icebergs en la bahía de Kulusuk (Groenlandia, 2002)



El glaciar Grey, un extremo del Campo de Hielo Sur de la Patagonia, muere en el lago del mismo nombre, donde se acumulan los bloques de hielo. Patagonia (Chile, 2001)



Glaciar Fox. Su reciente avance parece deberse a fenómenos locales, con una elevada acumulación de nieve en las cumbres. Aún así, se observa en la ladera su acusado retroceso. Alpes neozelandeses (Nueva Zelanda, 2004)

cer en menos de 15 años. En la actualidad son ya masas glaciares residuales.

En Papúa Occidental y Papúa Nueva Guinea han desaparecido todas las masas de hielo salvo el glaciar de Puncak Jaya, en fuerte regresión.

También en los Andes se acusa la regresión de los glaciares. Un caso dramático es del nevado Pastoruri, en la Cordillera Blanca de Perú, cuyo glaciar podría desaparecer en pocas décadas. El diario peruano *El Comercio* ha dedicado un expresivo artículo, *La Cordillera Blanca agoniza*.

La mayoría de los glaciares de la Patagonia Argentina y Chilena, incluyendo el Hielo Patagónico, ha retrocedido de forma considerable en el último medio siglo.

En Nueva Zelanda el retroceso de los glaciares es también generalizado. Pese a ello, los dos glaciares más visitados del país, Fox y Franz Josef, crecen periódicamente desde 1984. Sin embargo, este crecimiento parece asociado a fenómenos estacionales, ya que los dos glaciares han retrocedido dos kilómetros y medio en el último siglo y, según las previsiones de ANDERSON & AL. (2008), el Franz Josef retrocederá cinco kilómetros y perderá el 38 % de su masa para 2100.

En la página web de ALEAN & HAMBREY (2010) hay abundantes testimonios gráficos de la evolución de los glaciares. Es muy recomendable también el informe de ZEMP & VAN WOERDEN (2008).

REFERENCIAS

- ALEAN, J. & M. HAMBREY (2010). Glaciers online <http://www.swisseduc.ch/glaciers>
- ALLEY, R.B. & P.B. DE MENOCAL (1988). Abrupt Climate Changes Revisited: How Serious and How Likely? U.S. Global Change Research Program. <http://www.usgcrp.gov/usgcrp/seminars/>.
- ANDERSON, B., W. LAWSON & I. OWENS (2008). Response of Franz Josef Glacier Ka Roimata o Hine Hukatere to climate change. *Global and Planetary Change* 63(1s): 23-30.
- BARBER, D.C., A. DYKE, C. HILLAIRE-MARCEL, A.E. JENNINGS, J.T. ANDREWS, M.W. KERWIN, G. BILODEAU, R. MCNEELY, J. SOUTHON, M.D. MOREHEAD & J.M. GAGNON (1999). Forcing of the cold event of 8.200 years ago by catastrophic drainage of Laurentide lakes. *Nature* 400: 344-348.
- BOND, G., B. KROMER, J. BEER, R. MUSCHELER, M.N. EVANS, W. SHOWERS, S. HOFFMANN, R. LOTTI-BOND, I. HAJDAS & G. BONANI (2001). Persistent solar influence on North Atlantic climate during the Holocene. *Science* 294: 2130-2135
- BROECKER W. (2001). Was the Medieval Warm Period Global? *Science* 291: 1497-1499.
- CLARK, P.U., A.S. DYKE, J.D. SHAKUN, A.E. CARLSON, J. CLARK, B. WOHLFARTH, J.X. MITROVICA, S.W. HOSTETLER & A. MARSHALL MCCABE (2009). The last glacial maximum. *Science* 325: 710-714
- COUTERAND, S. (2010). Glaciers climat <http://www.glaciers-climat.com>
- FOLLAND, C.K., T.R. KARL, J.R. CHRISTY, R.A. CLARKE, G.V. GRUZA, J. JOUZEL, M.E. MANN, J. OERLEMANS, M.J. SALINGER & S.W. WANG (2001). Observed Climate Variability and Change. In J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell & C. A. Johnson (eds.). *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Cambridge (UK) - New York (USA). 881pp.
- KUKLA, G. (2000). The last interglacial. *Science* 287: 987-988
- MENOCAL, P. DE, J. ORTIZ, T. GUILDERSON & M. SARNTHEIN (2000). Coherent High and low latitude climate variability during the Holocene warm period. *Science* 288: 2198-2202
- NASA (2010). NASA Earth Observatory Glossary <http://earthobservatory.nasa.gov>
- QUEREDA SALA, J., E. MONTÓN, J. ESCRIG, A. GIL, J. OLCINA & A. RICO (2001). Nuestro porvenir climático: ¿un escenario de aridez? Universitat Jaume I. Castelló de la Plana.
- SERRANO, E., E. MARTÍNEZ DE PISÓN & F. LAMPRE (2004). Desaparición de glaciares pirenaicos españoles. Greenpeace.
- URIARTE-CANTOLLA, A. (2003). Historia del clima de la Tierra. Servicio de Publicaciones del Gobierno Vasco. 306 pp.
- ZEMP, M. & J. VAN WOERDEN (2008, eds.). *Global Glacier Changes: facts and figures*. WGMS-UNEP. Disponible en <http://www.grid.unep.ch/glaciers> F

Los últimos glaciares de las montañas africanas. Izquierda, cumbre del Kilimanjaro (Tanzania, 2003). Derecha, Monte Kenia (Kenia, 1992)

