GREENPEACE

**Campaña Clima**
**Diciembre 2010**[1]

# Cambio Climático:
# Futuro Negro para los Glaciares

***Glaciar Ameghino*** *(Santa Cruz, Argentina). Foto tomada en marzo de 2010 y su comparación con una fotografía similar tomada en 1931. El glaciar Ameghino pertenece al Campo de Hielo Patagónico Sur (HPS) que cubre la cordillera austral a lo largo de 350 kilómetros. De este campo se desprenden 13 grandes glaciares y 190 glaciares menores. En la comparación fotográfica puede verse el retroceso de casi 4 kilómetros en longitud.*

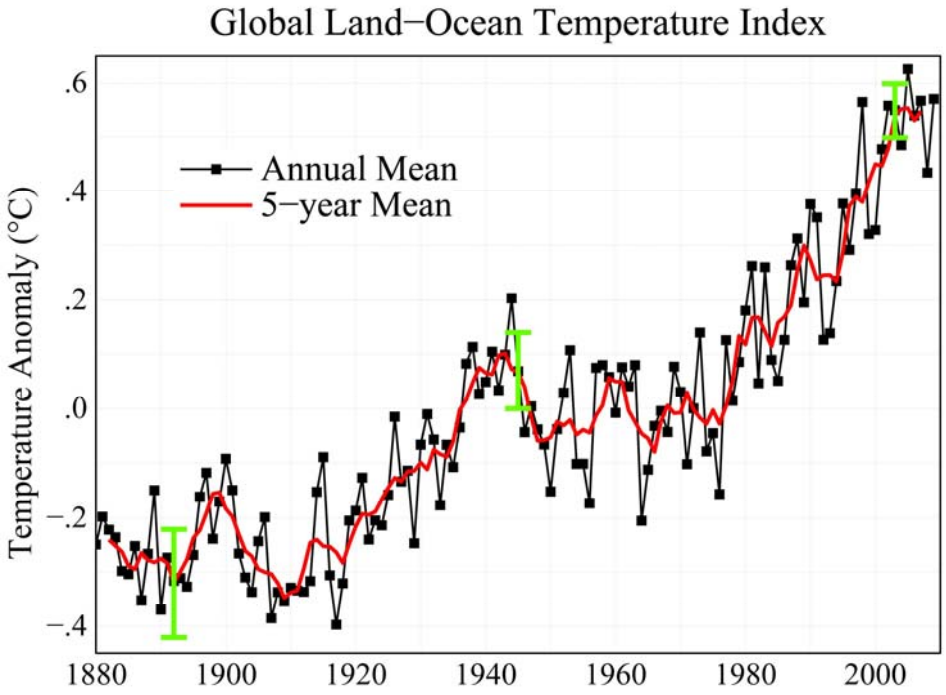
[1] Actualización del informe originalmente publicado en marzo 2004 (con actualizaciones en el 2008 y 2009).

## INTRODUCCIÓN: CAMBIO CLIMATICO

En 1988 fue creado, en el ámbito de Naciones Unidas, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) cuya función consiste en analizar, de forma exhaustiva, objetiva, abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender el riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo. El IPCC no realiza investigaciones ni controla datos relativos al clima u otros parámetros pertinentes, sino que basa su evaluación principalmente en la literatura científica y técnica revisada y publicada por homólogos.

El rol del IPCC ha sido fundamental para entender la gravedad y la evolución que ha tenido el calentamiento global en las últimas décadas a través de sus periódicos informes. El más reciente informe del IPCC[2] publicado en el año 2007 destaca que el promedio de la temperatura global durante los últimos 100 años (1906-2005) aumentó 0,74°C y que **la cubierta de hielos permanentes y de nieve ha decrecido a escala global.**

También señala el IPCC que once de los últimos doce años (1995-2006) se ubican entre los más calurosos en el registro instrumental desde 1850. Según este informe existe nueva y contundente evidencia de que la mayor parte del calentamiento global observado en los últimos 50 años es atribuible a las actividades humanas. Esta influencia del hombre continuará cambiando la composición de la atmósfera en el siglo XXI y por lo tanto la temperatura del planeta.



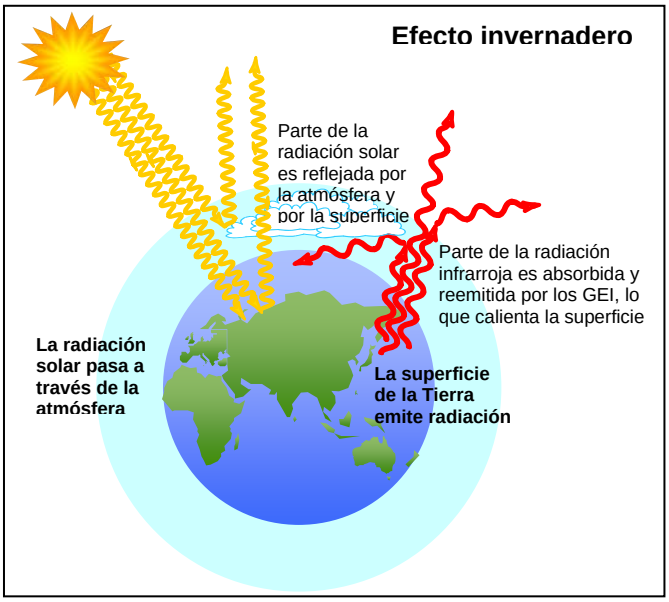

***Fuente:*** *Goddard Institute for Space Studies (NASA)*

[2] IPCC; Climate Change 2007, the Fourth Assessment Report (Febrero 2007).

Acorde a los datos más recientes en cuanto a mediciones de temperaturas globales, el año 2005 fue el más cálido del que se tenga registro, seguido por el año 2009 y en tercer lugar el año 1998. Acorde a los datos preliminares, el 2010 marcará un nuevo record y superará la marca del año 2005.

El IPCC (2007) prevé un **aumento de la temperatura media global de entre 1,1 y 6,4°C hacia el 2100** según diferentes escenarios analizados. El calentamiento del sistema climático es inequívoco según el IPCC y considera que ***"la mayor parte del aumento observado en las temperaturas medias mundiales desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente al aumento observado de las concentraciones de gas de efecto invernadero de origen antropogénico".*** La utilización de la expresión *"muy probablemente",* en el vocabulario del IPCC, representa una certidumbre mayor del 90%.

La influencia humana a la que hace referencia el IPCC se debe básicamente a la quema de combustibles fósiles. Estas actividades producen un incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI[3]) en la atmósfera que alteran su equilibrio y tiende a calentar la superficie de la Tierra y de las capas bajas de la atmósfera.




Existe en la actualidad un alto nivel de consenso acerca de que un aumento en la temperatura global de más de 2°C tendrá muy graves consecuencias. Entre otros impactos se proyectan cambios a escala global y regional de la temperatura, de la precipitación y de otras variables climáticas, generando el derretimiento de grandes masas de hielo provocando así el aumento del nivel de los océanos, también se incrementará la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos como olas de calor, la ocurrencia de inundaciones y sequías, la expansión de diversas enfermedades por modificación del área de influencia de vectores transmisores y el colapso de numerosos ecosistemas, todos efectos que impactan seriamente en las actividades socio-económicas en todas las regiones del mundo.

[3] En el efecto invernadero actúa la radiación proveniente del Sol (predominantemente de onda corta) y la radiación emitida por la Tierra (de onda larga o infrarroja). La atmósfera tiene una gran capacidad de absorción de la radiación infrarroja (debido a la presencia de gases de "efecto invernadero" como el vapor de agua, el dióxido de carbono y en menor cantidad los gases trazas -metano, óxido nitroso y ozono troposférico). La opacidad de la atmósfera frente a la radiación infrarroja, relacionada con su transparencia a la radiación de onda corta, se denomina comúnmente efecto invernadero. Con este efecto se mantiene la temperatura de la superficie terrestre y de la tropósfera (parte inferior de la atmósfera que se extiende desde la superficie hasta unos 10-15 km de altura) en un nivel que ha permitido el desarrollo de los ecosistemas naturales tal como los conocemos hoy.

Las potenciales consecuencias del cambio climático no son uniformes en todo el planeta y dependen de diversos factores. La intensidad y la distribución de los efectos del cambio climático variarán de región en región. El cambio climático supone un importante factor adicional de presión sobre la capacidad de los sistemas naturales para proporcionar, de manera sustentable, los bienes y servicios necesarios para el desarrollo económico y social; en particular, para el abastecimiento de agua dulce, aire, alimentos, energía, salud y empleo.

El Cambio Climático tendrá lugar en un contexto de desarrollo económico desigual, tornando a algunos países más vulnerables que otros. Por ejemplo, por falta de recursos para paliar los efectos del cambio climático, los países menos desarrollados serán los más vulnerables. Todos los países serán afectados por el Cambio Climático, pero los países pobres sufrirán los efectos primero y en forma más intensa.

La humanidad se encuentra frente al cambio climático ante una encrucijada histórica. El desafío que enfrentamos es evitar un cambio climático totalmente fuera de control. Los científicos advierten que si aumenta la temperatura global más de 2ºC en relación con los niveles preindustriales, estaremos generando un cambio climático catastrófico y desencadenando procesos que provocarán, además, la liberación de más emisiones de gases de efecto invernadero, lo que coloca al calentamiento global en un proceso que se realimenta a sí mismo. En los últimos años las evidencias muestran que con un aumento de 1,5°C ya se producirían impactos severos irreversibles.

El calentamiento que ya hemos experimentado, más 1°C adicional que se espera, debido al efecto "retardo" de los gases de efecto invernadero que ya están en la atmósfera, nos ponen al límite de los 1,5°C - 2°C. Si cruzamos este umbral, los impactos económicos, sociales, políticos, culturales y ambientales serán indescriptibles.

El informe del IPCC del 2007 describe un cuadro inequívoco sobre el cambio climático global. Aún así, desde su publicación hasta hoy, las observaciones realizadas y una serie de nuevos estudios han mostrado que el cambio climático está ocurriendo más rápido de lo que las peores proyecciones del IPCC habían estimado. Es claro que las estimaciones acerca del nivel necesario de reducción de emisiones deberán ser revisadas. El mundo necesitará realizar más rápidas y fuertes reducciones de emisiones de GEI que las previstas si queremos tener chances de evitar una catástrofe climática.

## IMPACTOS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL SOBRE LOS HIELOS

Uno de los efectos esperados del cambio climático es la desaparición masiva de hielos permanentes de la superficie de la Tierra, tanto en los casquetes polares como en diversos cuerpos de hielo sobre los continentes. Este fenómeno viene ocurriendo de manera sostenida en las últimas décadas y, en las próximas décadas, se supone que se producirá una acelerada pérdida de estas masas de hielo.

Son múltiples los impactos asociados a una masiva pérdida de glaciares y de masas de hielo permanentes. Una de las consecuencias más directas y de alcance global es el aumento en el nivel de los océanos debido a la incorporación de la gran cantidad de agua proveniente del derretimiento de los hielos. También, esta pérdida de grandes superficies de hielo permanente supone la pérdida de superficie reflectante en la Tierra lo que aumentará el calentamiento por efecto de una mayor radiación solar absorbida por la superficie terrestre. Este es uno de los efectos de realimentación positiva que se desencadenarán reforzando el calentamiento global.

Si bien las estimaciones del IPCC respecto del aumento del nivel del mar son conservadoras, advierte que se podrán experimentar *"aumentos muy elevados del nivel del mar resultantes del derretimiento generalizado de los mantos de hielo de Groenlandia y del Antártico occidental".* Según el IPCC *"existe confianza media de que ocurriría al menos un derretimiento parcial de los mantos de hielo de Groenlandia y posiblemente de los del Antártico occidental durante un período de tiempo que fluctúa de siglos a milenios, lo cual ocasionaría un aumento de la temperatura media global de 1-4°C (con respecto a 1990-2000), y un aumento del nivel del mar de 4-6 metros o más. El derretimiento total del manto de hielo de Groenlandia y el del Antártico occidental contribuiría a la subida del nivel del mar de hasta 7 m y unos 5 m, respectivamente"*.

Los datos recientes sobre la evolución de la desaparición de hielos en el Ártico muestran una tendencia muy preocupante. El derretimiento producido en el Ártico en los veranos de 2007 y 2008 es un ejemplo elocuente que puede significar una

tendencia de impactos mucho más severos y tempranos que los previstos. El derretimiento se está produciendo mucho más rápido de lo previsto hace tan solo dos años atrás y ahora las especulaciones indican que el Ártico podría quedar totalmente sin hielo en una década en la temporada estival. El informe del IPCC de 2007 ha quedado desactualizado frente a la magnitud de las evidencias registradas posteriormente a su publicación.[4]

El crecimiento del nivel del mar a medida que los hielos desaparecen provocará la emigración obligada de las poblaciones de regiones muy vulnerables por su poca altitud por sobre el nivel del mar. Será el caso de numerosas islas del Pacífico y ciudades en diferentes partes del mundo. Un aumento del nivel del mar de 1,5 metros obligaría a emigrar a 17 millones de personas sólo en Bangladesh.

La elevación del nivel de los océanos implicará pérdidas económicas cuantiosas en infraestructura en zonas costeras, la migración forzada de millones de personas y una mayor vulnerabilidad a los eventos meteorológicos en las zonas costeras bajas y de deltas. El agua marina, al alcanzar ciertas zonas continentales, tomará contacto con acuíferos y por infiltración de agua salobre provocará la pérdida de fuentes de agua dulce.

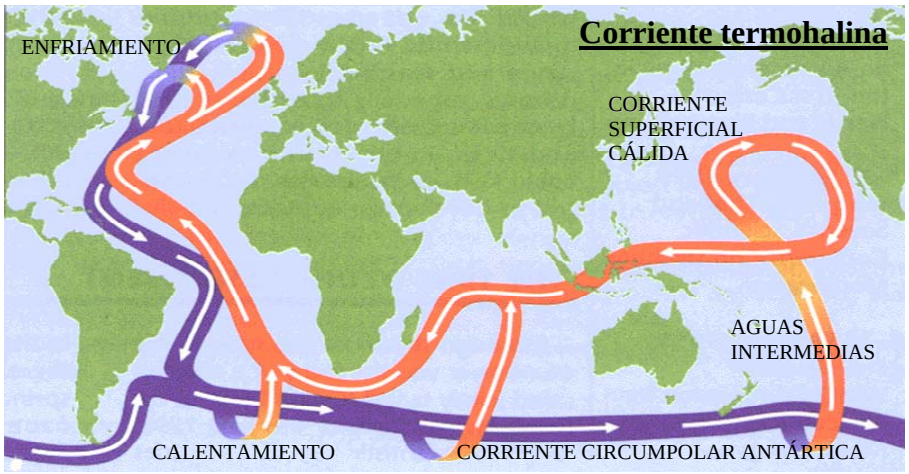
La desaparición de hielos permanentes también significa la progresiva desaparición del *"permafrost"*, capa de hielo permanente en los niveles superficiales del suelo que existe en regiones muy frías o periglaciares. Existen vastas áreas de permafrost en las regiones circumpolares de Canadá, Alaska, Rusia y norte de Europa. Como consecuencia del derretimiento de estos hielos, aumenta la inestabilidad de los suelos y avalanchas en regiones montañosas. Una de las situaciones más preocupantes que genera este proceso es la liberación de enormes cantidades de metano, poderoso gas de efecto invernadero, alojado en esos suelos. Este es otro de los impactos que generan un reforzamiento del calentamiento global.

La desaparición de los cuerpos de hielo en cuencas hidrológicas de alimentación glacio-nival producirá una reducción y mayor variabilidad interanual en la cantidad de agua que proporciona para consumo humano, agricultura y energía hidroeléctrica. Es alarmante el retroceso y desaparición de glaciares en todos los continentes. Con ellos se pierden extraordinarias reservas de agua dulce y se pierde el equilibrio hídrico en las cuencas alimentadas a través de ríos, lagos y napas subterráneas alimentadas por los glaciares. En las próximas

[4] La pérdida de hielo en el Ártico durante el verano se está dando a una tasa que está adelantada en 30 o más años respecto de las proyecciones del IPCC (2007) de acuerdo a las investigaciones la Harvard University y el Snow and Ice Data Center (NSIDC).

décadas la escasez o falta de suministro de agua debido al derretimiento de glaciares afectará a 1.000 millones de personas en el mundo.

Otro de los riesgos que se asocian a la perdida de masa de los hielos polares es el aumento del flujo de agua dulce procedente del deshielo del Ártico, el cual podría influir en la circulación termohalina del Atlántico Norte y, por ende, en la Corriente del Golfo que permite, por ejemplo, a la mayor parte de Europa tener un clima relativamente templado. Un incremento en el flujo de agua dulce en la superficie del Atlántico Norte, puede llevar a un significativo debilitamiento o un completo colapso en la circulación termohalina. Esto desencadenaría cambios drásticos en el clima global.

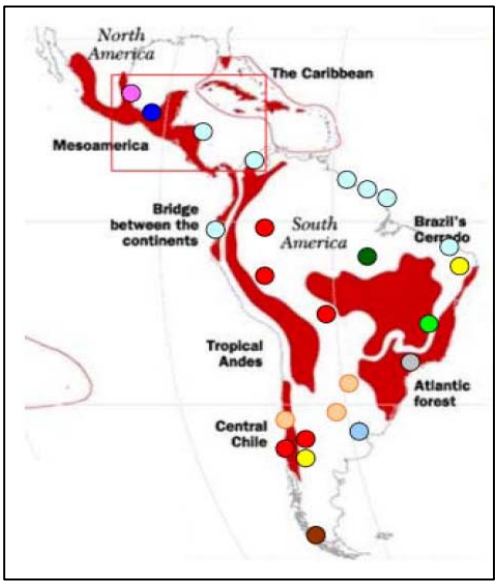


## LA CRIOSFERA

La criosfera incluye aquellas regiones de la Tierra cubiertas por hielo y nieve permanente, tanto en territorio continental como en los mares. Incluye la Antártida, el Océano Ártico, Groenlandia, el Norte de Canadá, el Norte de Siberia y la mayor parte de las cumbres de las cadenas montañosas donde las temperaturas bajo cero persisten durante la mayor parte del año. La criosfera juega un rol fundamental en la regulación del sistema climático global.

La nieve y el hielo tienen un alto albedo[5] (reflectividad), es decir reflejan mucha de la radiación solar que reciben, por ejemplo, algunas partes de la Antártida reflejan hasta un 90% de la radiación solar incidente, comparado con el promedio global que es de un 31%. Sin la criosfera, el albedo global sería considerablemente menor de modo que se absorbería más energía a nivel de la superficie terrestre y consecuentemente la temperatura podría elevarse aún más.

En Sudamérica existe una variedad sorprendente de glaciares a lo largo de la Cordillera de los Andes. Los glaciares de mayor extensión están ubicados en la Patagonia. Los Campos de Hielo Patagónico Norte y Sur (entre los 47° y 52°S) ocupan aproximadamente 13.000 y 4.000 km2, respectivamente, mientras que los glaciares de la Cordillera Darwin y otros cuerpos de hielo en Tierra del Fuego (~54°S) alcanzan una superficie conjunta de alrededor de 2.500 km2. La criosfera también incluye los suelos congelados a grandes alturas y el hielo intersticial discontinuo o continuo (permafrost). Las nevadas estacionales sobre los Andes son críticas para la subsistencia de las comunidades en el centro de Chile y los oasis pedemontanos en las regiones áridas del oeste en Argentina, donde el suministro de agua depende prácticamente de la fusión de nieve[6].




El mapa muestra las áreas en particular riesgo por impactos del cambio climático en la región de América Latina. Los puntos rojos muestran

[5] El **albedo** de la superficie es una medida de reflectividad que indica qué cantidad de radiación solar es reflejada por un cuerpo. Un valor de 1 define una reflectividad perfecta de la superficie. Las superficies blancas como la nieve y el hielo tienen alto albedo (en el orden de 0,8 a 0,9). Un valor de 0 define una absorción perfecta de la superficie. Las superficies oscuras como un bosque y la superficie del océano tiene bajo albedo (de 0,1 a 0,3).
[6] IPCC; Impactos regionales del cambio climático: Evaluación de la vulnerabilidad de América Latina; 1998

áreas en donde la disponibilidad de agua y la generación hidroeléctrica se verán seriamente restringida por la desaparición de glaciares. *(Fuente: Working Group II, IPCC)*

## Glaciares - Clasificación

Los glaciares pueden ser clasificados según varios criterios:

**Según su Morfología o Forma[7]:**

- **Mantos de hielo continental**: Gran masa de hielo que cubre un continente, por ejemplo, Antártica.
- **Campos de hielo:** Grandes extensiones de hielo como el Campo de Hielo Patagónico Sur.
- **Glaciares de valle:** Presentan varias zonas de acumulación que confluyen hacia un valle, más ancho y largo, como son los glaciares Güssfeldt y de Las Vacas en la zona del Aconcagua.
- **Glaciares en domo:** Ocupan la cima de un centro montañoso, teniendo una distribución radial que es típica de algunos volcanes, como es el caso del Volcán Tupungato, Lanín y Tronador.
- **Glaciares de cráter o entorno convergente:** Ubicados en una depresión topográfica en forma de cráter, rodeados por montañas que impiden la evacuación superficial del hielo, por ejemplo: Volcán Copahue.
- **Glaciares de montaña:** Glaciares de extensión reducida limitados a ciertos sectores de la montaña como los existentes en la pared sur del Aconcagua.
- **Glaciares de escombro:**: Son cuerpos congelados permanentemente compuestos de material no consolidado abundantes en los Andes Áridos argentinos.
- **Glaciaretes:** Corresponde a pequeñas masas de nieve y/o hielo de forma indefinida que persisten por al menos dos años consecutivos.

**Según su Dinámica:**

- **Glaciares activos:** presentan un flujo característico de las masas de hielo,
- **Glaciares inactivos:** poseen un flujo muy lento o son estables dinámicamente.

**Según el clima de la región en que se encuentran:**

- **Tropical:** Fuertes precipitaciones durante todo el año, pero son más abundantes en una sola temporada, por ejemplo, Glaciares de la Cordillera Blanca, Perú.
- **Subtropical** (glaciares de los Andes Desérticos y Centrales): fuertes precipitaciones en invierno, con veranos secos y fuerte radiación solar. En los Andes de San Juan y Mendoza existen buenos ejemplos de este tipo de glaciares.

[7] Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas, UNESCO 1985

- **Templado** (glaciares del norte de la Patagonia): con precipitaciones durante todo el año pero mucho más intensas en invierno como ocurre en el norte de la Patagonia andina.
- **Subantártico** (glaciares del Campo de Hielo Sur): corresponde al clima que caracteriza los grandes Campos de hielo patagónicos y regiones aledañas, donde los glaciares se forman como consecuencia de las abundantes precipitaciones durante todo el año. Ejemplo: Glaciares del Campo de Hielo Patagónico Sur y otros glaciares en Santa Cruz y Tierra del Fuego.
- **Polar** (Antártida): Se refiere al clima extremadamente frío que impera en la Antártica y que es responsable de la presencia del manto de hielo continental.

**Según su estructura interna:**

- **Glaciares descubiertos:** Se definen como "toda masa de hielo perenne, formada por acumulación de nieve, cualquiera sean sus dimensiones y su forma que fluye bajo su propio peso hacia las alturas inferiores" (Lliboutry, 1956). A grandes rasgos, los glaciares descubiertos presentan una zona de acumulación o alimentación y una zona de ablación o derretimiento. Es posible encontrarlos en toda la Cordillera, pero tienen mayor envergadura en la zona austral, donde se encuentran los campos de hielo.

- **Glaciares cubiertos:** son aquellos que poseen una capa detrítica externa (roca criofragmentada) que actúa de aislante. La existencia de una cobertura de criosedimentos sobre la superficie de los glaciares es muy común en la Cordillera de los Andes.

- **Glaciares de escombros:** o de roca, cuando la superficie del glaciar como el hielo interno está mezclado con roca. Estos glaciares son muy importantes en las cuencas de alta montaña en zonas áridas.

## Reservas de agua dulce en riesgo

El agua es un recurso natural que no tiene sustitutos y es la base fundamental para el desarrollo de la vida en la Tierra. Los glaciares y los casquetes polares son las principales reservas de agua dulce en el planeta. Por lo tanto, el calentamiento global pone en riesgo esas reservas de agua.[8]

La superficie de agua sobre el planeta supera abundantemente a la continental y más del 70% corresponde a mares y océanos, pero esta abundancia es relativa. El 97,5% del total existente en el planeta es agua salada, mientras que solo el 2,5% restante es agua dulce.

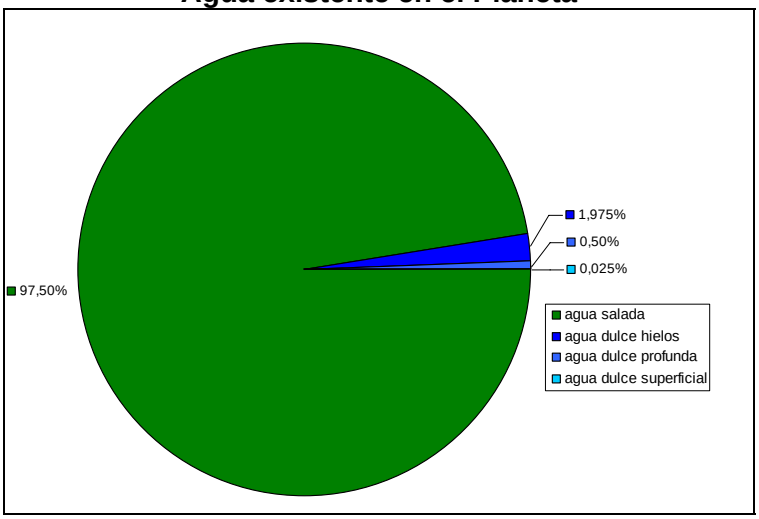
Del porcentaje total de agua dulce casi el 79% se encuentra en forma de hielo permanente en los hielos polares y glaciares. Del agua dulce en estado líquido, el 20% se encuentra en acuíferos de difícil acceso por el nivel de profundidad en el que

[8] Ver *"Justicia Ambiental. La crítica situación del acceso al Agua"*, Greenpeace Argentina, marzo 2009. http://www.greenpeace.org/raw/content/argentina/contaminaci-n/justicia-ambiental-la-cr-tica.pdf

se hallan (algunos casos superan los 2.000 metros bajo el nivel del mar). **Sólo el 1% restante es agua dulce superficial de fácil acceso. Esto representa el 0,025% del agua del planeta.**

Los glaciares son reservas de agua que abastecen a ecosistemas, a la población y a diversas actividades productivas, como aprovechamientos hidroeléctricos. La situación de degradación y retroceso de la que son objeto las masas de hielo del planeta debido a los efectos del cambio climático y a las intervenciones directas e indirectas de los proyectos productivos, como es el caso de la minería, desarrollados en sus zonas de influencia, han suscitado la preocupación científica y ciudadana por el futuro de los glaciares.

**Agua existente en el Planeta**




El impacto del calentamiento global se debe a la disminución de la nieve, de las precipitaciones y del aumento de la temperatura, lo que reduce la acumulación de hielo y aumenta el derretimiento de los glaciares.

La minería afecta a los glaciares en su etapa de exploración y explotación, con la construcción de caminos, la perforación y uso de explosivos, el levantamiento de polvo que se deposita sobre los glaciares acelerando su derretimiento, la remoción de glaciares y la cobertura de glaciares por materiales de descarte.

Los glaciares persisten en el tiempo al existir un balance entre el agua que se acumula en la parte superior del glaciar (generalmente en forma de nieve) y el agua que se derrite por ablación[9] en la parte baja del glaciar. Dependiendo de las variaciones anuales en la precipitación nívea y la temperatura, los glaciares aumentan su masa en años con grandes nevadas invernales y temperaturas relativamente frescas en verano, mientras que sus volúmenes se reducen en años secos y muy cálidos. Este balance les otorga un papel fundamental en la regulación del recurso hídrico. En años particularmente húmedos el agua se acumula en estos cuerpos de hielo para ser entregada en los años con un fuerte déficit hídrico, cuando el agua se torna más escasa.

[9] La ablación glaciar es la pérdida de masa de un glaciar por fusión, sublimación o rotura de icebergs.

Para América Latina, el IPCC prevé que los cambios en las pautas de las precipitaciones y la desaparición de los glaciares afectarán significativamente a la disponibilidad de agua para consumo humano, la agricultura y la generación de electricidad.

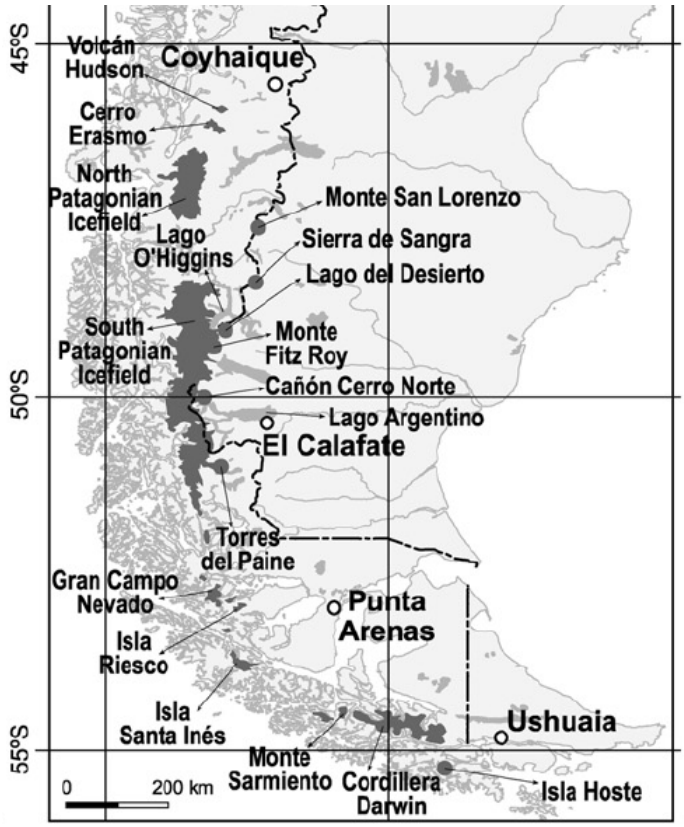
## Campos de Hielo

Los campos de hielo son extensas áreas mesetosas rocosas cubiertas por un manto de hielo, cuyos márgenes forman ventisqueros que desembocan, a través de fiordos y canales, al mar o algún lago. Los campos de hielo se ubican principalmente en las zonas polares y patagónicas y cubren diversos accidentes geográficos, como lagos o enormes cordones montañosos.

Según estudios geológicos y glaciológicos, los campos de hielo serían restos de áreas englaciadas de mucho mayor tamaño formadas durante la última glaciación. Estos campos de hielo son las principales reservas de agua potable del mundo.

Los principales campos de hielo en la región son:

- Campo de Hielo Patagónico Sur (Argentina y Chile), 13.000 km²
- Campo de Hielo Patagónico Norte (Chile), 4.200 km²
- Cordillera Darwin y otros cuerpos de hielo (Isla de Tierra del Fuego, Chile y Argentina), 2.500 km²

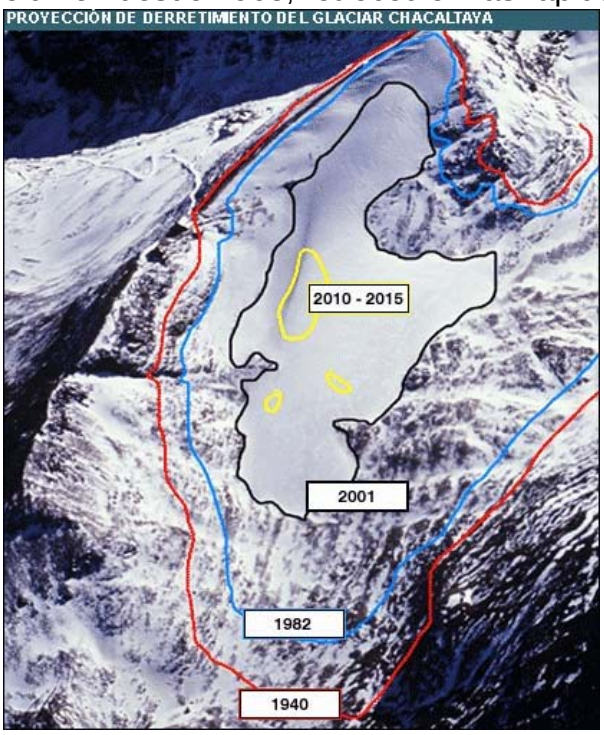


## ESTADO DE ALGUNOS GLACIARES EMBLEMATICOS

**Monte Kilimanjaro**
Un informe de Lonnie Thompson, investigador de la Ohio State University, indica que la capa de hielo del Monte Kilimanjaro podría desaparecer en menos de 15 años. El glaciar perdió entre 1989 y el año 2000 el 33% de la masa de hielo.

**Himalaya**
Distintos científicos prevén que todos los glaciares del centro y el este del Himalaya habrán desaparecido para 2035. Si continúan derritiéndose podrían afectar el suministro de agua de gran parte de Asia. Los caudales de los mayores ríos de la región (Indo, Ganges, Mekong, Yangtse y Amarillo) se originan en el Himalaya[10].

**Glaciares tropicales andinos**
El glaciar Quelcaya perdió el 20% de su volumen desde 1963, retrocedió más rápido en el último siglo que en cualquier momento de los últimos 500 años[11]; el retroceso se incrementó a 30 m por año durante la década del '90, se estima que desaparecerá antes del 2020. Este glaciar es fuente de agua potable para la ciudad de Lima, Perú. Igual suerte corre el glaciar Chacaltaya, Bolivia. El Chacaltaya tiene más de 18.000 años, pero ha perdido el 80% de su área en los últimos 20 años. Este glaciar es la fuente principal de agua para consumo y para producción de energía. El cambio climático significa una seria amenaza para la ciudad de La Paz, Bolivia[12]. Su desaparición estaba estimada para 2015 y ocurrió este año luego de que su tasa de deshielo se acelerara en los últimos tiempos[13]. Ecuador corre con el mismo desafío ante la inminente desaparición de sus glaciares. Estos tres países figuran entre las regiones más amenazadas por la desaparición de glaciares vinculada al calentamiento del planeta.




[10] Greenpeace; Los glaciares de todo el mundo sufren los impactos del cambio climático, noviembre de 2001
[11] Liverman D., [*et al*]; The impacts of Climate Change in Latin America, Greenpeace International. 1994
[12] Kirsty, H; Climate Change in the Andes ; Weekly Newspaper, Internet Edition, No. 35, 2000
[13] "El glaciar que se evaporó", Página/12, 9 de agosto de 2009.

**Pirineos españoles**
La mitad de los glaciares que existían en 1980 ya han desaparecido[14].

**Alpes austriacos**
De acuerdo a la información proporcionada a la UNFCCC por el gobierno de Austria en la Primera Comunicación Nacional, si la temperatura aumenta 2°C, todos los glaciares austríacos perderían volumen y muchos desaparecerían completamente[15].

**Alaska**
El Bering es el mayor glaciar norteamericano y su retroceso es rápido. Entre el año 1967 y el año 1993 retrocedió 10,7 km. Durante los últimos años se registró un rápido retroceso, que en 2002 fue de 700 m en menos de 24 horas, y en junio de ese mismo año, desprendió un iceberg de 1,2 km de largo, el más grande visto hasta el momento[16].

**Ártico y Groenlandia**
El Océano Ártico está perdiendo hielo durante el verano a una tasa que está 30 años, o más, adelantada a la proyecciones del IPCC del 2007 de acuerdo a las investigaciones de la Harvard University y el National Snow and Ice Data Center (NSIDC). El Ártico podría quedar sin hielo durante el verano en unos 10 años, algo que no ha sucedido en un millón de años.

Groenlandia es la mayor masa de hielo del hemisferio norte. Algunos modelos climáticos predicen que una pérdida de la mitad de la capa de hielo de Groenlandia podría contribuir a aumentar en 3 metros el nivel de mar. Un derretimiento irreversible de la placa de hielo de Groenlandia podría comenzar a ocurrir con un aumento de temperaturas de 1,5°C y producir una suba en el nivel del mar de entre 2 y 7 metros.

**Antártida**
La Antártida, la mayor masa de hielo del planeta, presenta un sistema un poco más complejo, aunque parte de la capa helada de la región oeste y las plataformas de hielo de la península están en retroceso.[17]

El proceso de deshielo en la Antártida resultó ser mayor en estos últimos años en relación con las proyecciones realizadas por el IPCC, tal como sucedió con lo observado en el Ártico..

Estudios recientes proyectan que para el fin de este siglo el nivel del mar, debido al cambio en las masas de hielo en Groenlandia y la Antártida, podrá ser de 1,4 metros. Bastante más que los 0,59 metros estimados por el IPCC en el 2007.[18]

---

[14] Greenpeace; *op cit*
[15] http://www.ccsr.u-tokyo.ac.jp/unfccc4/pdfs/unfccc.int/resource/docs/spanish/cop1/nc3s.pdf
[16] Molnia, B.; Disarticulation and Recent Rapid Retreats of the Bering Glacier, Alaska, U.S. Geological Survey, International Union for Quaternary Research—INQUA— XVI Congress, 23-30 de julio, 2003. http://gsa.confex.com/gsa/inqu/finalprogram/abstract_55535.htm
[17] Greenpeace; *op cit*
[18] Grisnted A. et al 2009: Reconstructing sea level from paleo and projected temperatures 200 to 2100 AD. Climate Dynamics, Enero 2009.

El estudio satelital del glaciar de la isla de Pinos, en la región occidental de la Antártida, determinó que la superficie de hielo está desapareciendo a un ritmo de 16 metros por año, frente a los 4 metros que perdía de acuerdo con los informes de hace un decenio. Desde 1994, el glaciar perdió 90 metros de grosor, un hecho que según los expertos tendrá graves consecuencias para el nivel de los mares y potenciales efectos catastróficos para el medio ambiente del planeta. Según el profesor Julian Scott, especialista en el estudio del glaciar de la isla de Pinos para la British Antartic Survey declaró que "el derretimiento del glaciar provocará un efecto desestabilizador para toda la región occidental de la Antártida y contribuirá enormemente al aumento del nivel de los mares".[19]

Este fenómeno es el más significativo en la Antártida, ya que la península está siendo afectada por el calentamiento de la atmósfera. El glaciar de la isla de Pinos es el mayor de los que se extienden hasta el mar en la Antártida, y su estado podría ser un indicio de cambios en curso en la capa de hielo interior.

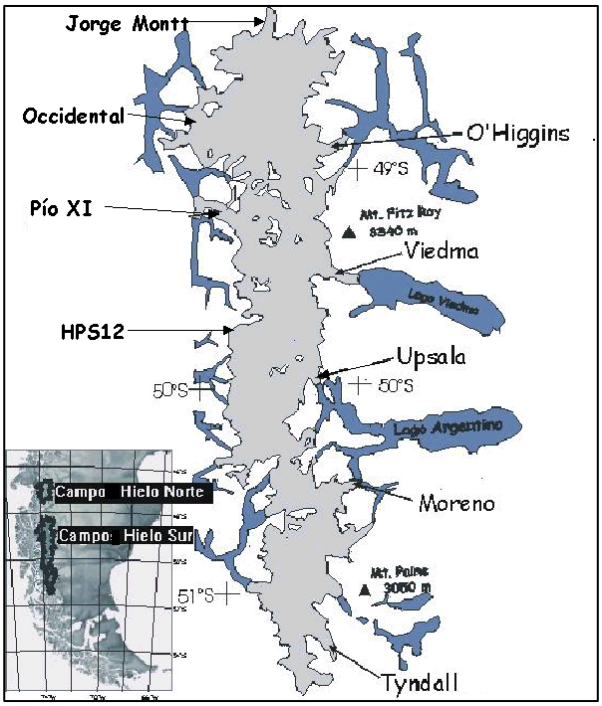
Hace 15 años ya se constató la rapidez con la que se derretía y se calculó que a ese ritmo el glaciar desaparecería en 600 años, pero, de acuerdo con las conclusiones del estudio realizado por el University College de Londres, al de la isla de Pinos le quedan 100 años. El trabajo dirigido por el profesor Duncan Wingham subraya también que la pérdida de hielo es especialmente rápida en el centro del glaciar, lo que puede acelerar su proceso de ruptura y empezar a afectar a la cubierta de hielo en el interior del continente.

[19] "Causa alarma el deshielo de la Antártida", La Prensa (Buenos Aires), agosto 15, 2009 . "Un glaciar antártico se derrite cuatro veces más rápido que hace 10 años", agosto 14, 2009, agencia EFE.

## GLACIARES DE LA PATAGONIA

Los estudios muestran que durante los últimos 30 años, 63 de los principales glaciares en los campos de hielo en la Patagonia se han estado derritiendo y han contribuido en 0,042 mm por año al crecimiento del nivel del mar. Nueve de estos glaciares están en territorio argentino, en la Provincia de Santa Cruz. A partir de 1995 el derretimiento se duplicó, lo que equivale a un crecimiento del mar de 0,105 mm/año[20].

El Campo de Hielo Patagónico Norte (HPN) está localizado en su totalidad en Chile, mientras que el Campo de Hielo Patagónico Sur (HPS) es compartido entre Argentina y Chile. Cubren dos áreas de 4.200 y 13.000 km$^2$ respectivamente; las intensas precipitaciones de la región (2 a 11 m por año) abastecen a estos glaciares que descargan el agua producto del deshielo en los océanos Pacífico o Atlántico.




El volumen de hielo perdido por los glaciares proviene de la disminución de sus alturas y el retroceso del frente de los glaciares desde hace 30 años hasta la actualidad. Los estudios en los campos de hielo muestran que las pérdidas por el adelgazamiento son entre 4 y 10 veces superiores a las debidas al retroceso del frente del glaciar. En el HPN el adelgazamiento de 24 glaciares es de 2,63 km$^3$/año. En el mismo período los glaciares del HPS perdieron 7,2 km$^3$/año de espesor[21].

Los glaciares de la parte norte del HPS están disminuyendo su espesor más rápidamente que los de la parte sur. **Muchos de los mayores glaciares (Jorge Montt, Greve, Amalia, Dickson, Upsala, y O'Higgins) han experimentado un severo adelgazamiento y un serio retroceso de varios km**.

Dos excepciones al proceso generalizado del retroceso en el Campo de Hielo Patagónico Sur son los glaciares Perito Moreno y Pío XI, que han avanzado o se mantienen estables en las últimas décadas. El mayor derretimiento se registró en el glaciar **HPS12 (>28 m/año)**, este retroceso es mayor desde

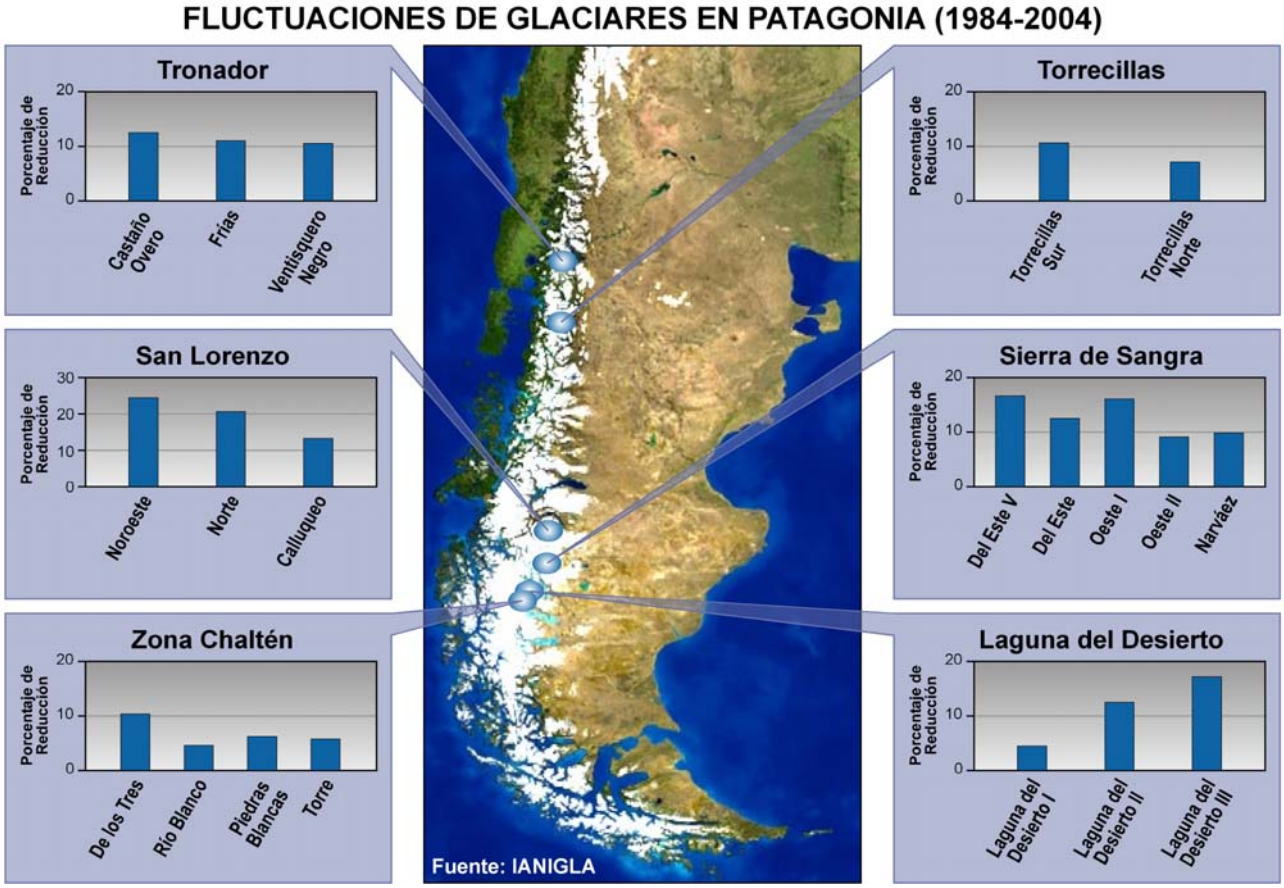
| **Glaciar Tyndall** | Período | Pérdida de espesor (m/año) |
|---|---|---|
| | 1945-1975 | 1,9 |
| | 1985-2002 | 3,6 |

| **Glaciar Upsala** | Período | Pérdida de espesor (m/año) |
|---|---|---|
| | 1968-1990 | 3,6 |
| | 1990-1993 | 11 |

[20] Rignot E. [*et al*]; Contribution of the Patagonia Icefields of South America to Sea Level Rise, Science, 2003
[21] Rignot E. [*et al*]; (*op cit*)

finales de los '90 al igual que muchos otros glaciares donde más del doble de su tasa de adelgazamiento corresponde a años recientes. Las mediciones *in situ* del **glaciar Tyndall revelan un incremento de la pérdida de su espesor desde finales de 1980**. En el caso del glaciar **Upsala**, el resultado de las investigaciones revela que la reducción del espesor es mucho más pronunciada a partir de los '90.

Por el contrario, el **glaciar O'Higgins (Chile), el cual muestra el mayor retroceso del siglo de todos los glaciares de la Patagonia (14 km), disminuyó su retracción en los años recientes y adelgaza más despacio,** posiblemente por factores vinculados a los fiordos donde se encuentra que afectan la actividad de sus desprendimientos.



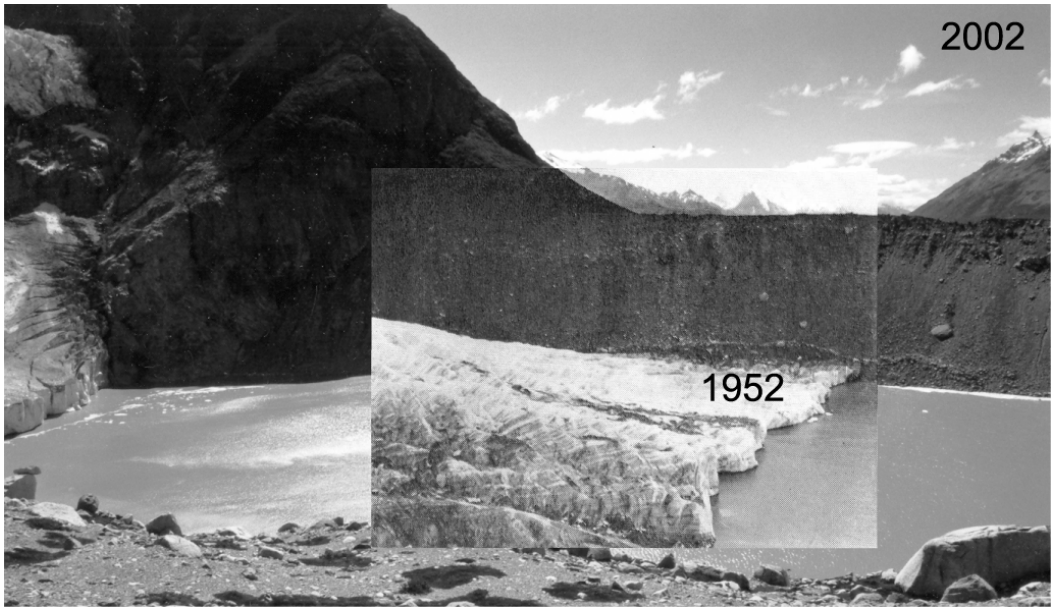

La causa principal de la reducción del espesor de los glaciares de la Patagonia es el balance negativo de masa causado por el aumento de las temperaturas y la reducción de las lluvias en el sur de Chile y la Argentina. El aumento de temperatura en ambos lados de la cordillera se estima entre un 0,4ºC a 1,4ºC al sur del paralelo 46ºS[22].

De acuerdo al resultado de investigaciones recientes, es posible mostrar que las temperaturas durante el siglo XX han sido anormalmente cálidas en los Andes Patagónicos[23]. Estos datos encajan en una perspectiva histórica y agregan nuevo sustento al calentamiento global. El incremento de la temperatura durante las

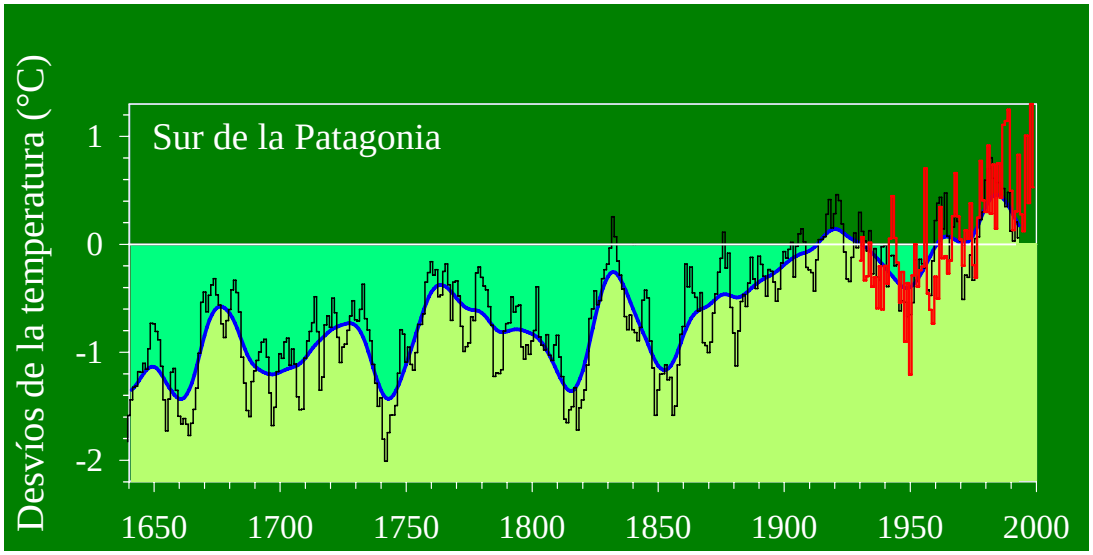
[22] Rignot E. [*et al*]; (*op cit*)
[23] Villalba, R.; [et al] Large-Scale Temperature Changes Across the Southern Andes: 20th-Century Variations in the Context of the Past 400 Years, Climatic Change, 2003.

últimas décadas ha sido el más alto de los últimos 4 siglos en el sector austral de América del Sur, una característica también observada en varios registros de altas latitudes del hemisferio norte.

A nivel global, el nivel del mar sube a una tasa de 2 mm por año. Los campos de hielo de Chile y Argentina aportan al mar el 9% de la contribución total de los glaciares de montaña del mundo (excluyendo Antártida y Groenlandia)[24].




Variaciones en el frente del Glaciar Piedras Blancas, Parque Nacional Los Glaciares, entre los años 1952 (Lliboutry) y 2002 (IANIGLA).[25]




Desvíos de la Temperatura (°C) en Patagonia Sur -Fuente: IANIGLA

[24] "Advierten que los glaciares del Sur se derriten más rápido", Clarín, 17 de octubre de 2003.
[25] Fuente: Masiokas et al. (en prensa). Little Ice Age fluctuations of small glaciers in the Monte Fitz Roy and Lago del Desierto areas, south Patagonian Andes, Argentina. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, doi:10.1016/j.palaeo.2007.10.031.

La gran mayoría de los glaciares de Tierra de Fuego, están disminuyendo su volumen a causa del incremento de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones según señala el glaciólogo Andrés Rivera, investigador del Centro de Estudios Científicos (CECS) de Valdivia, Chile. El análisis determina la existencia de más de 1.600 glaciares y una superficie de alrededor de 3.600 kilómetros cuadrados. Se supone que la isla de Tierra del Fuego, por contar con grandes superficies de hielo, seguirá habiendo glaciares a largo plazo. Como resultado del retroceso de estas masas de hielo se abrirán nuevos valles como el que surgió en el glaciar de Marinelli, también en Tierra de Fuego, que retrocedió 13,6 kilómetros en los últimos cien años. Para el científico chileno es necesario "atacar la génesis del cambio climático" a través de acuerdos como el Protocolo de Kioto para frenar el retroceso de los glaciares y preservar esta estratégica reserva de recursos hídricos.[26]

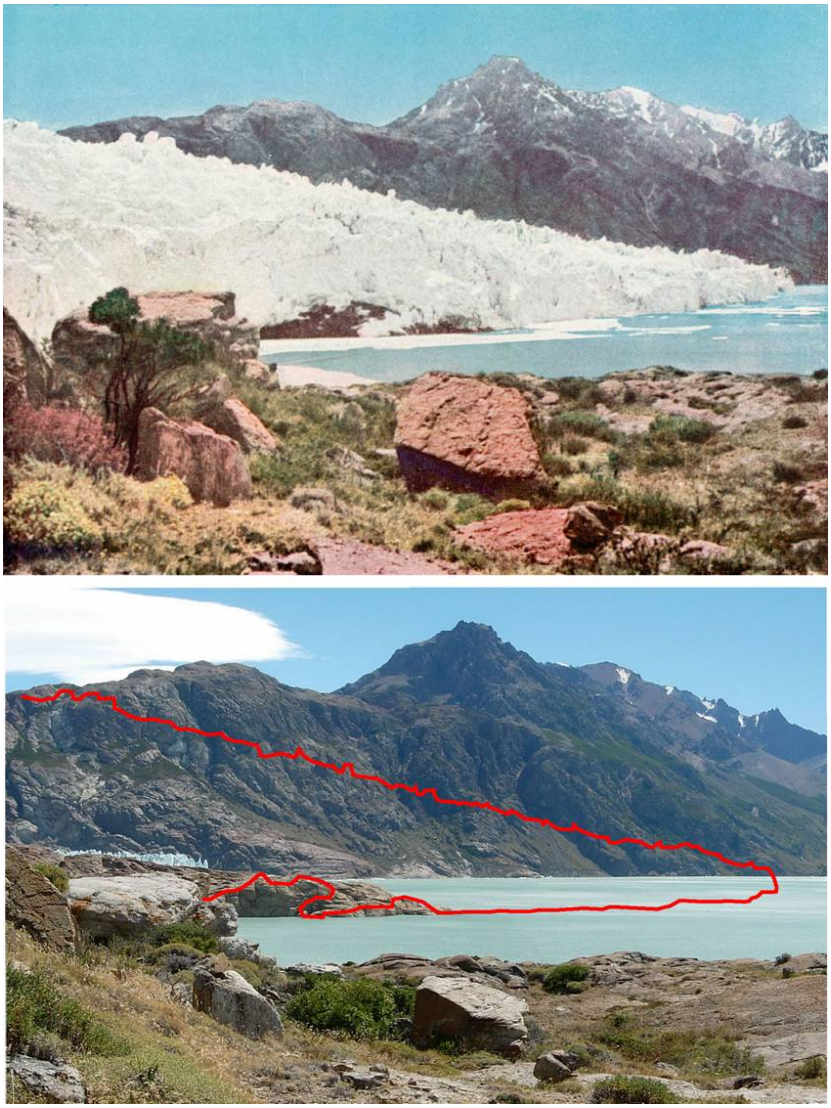
## El Glaciar Viedma

El glaciar Viedma que desemboca en el lago del mismo nombre tiene 575 kilómetros cuadrados. Es el menos conocido de los tres glaciares más importantes (Perito Moreno, Upsala). Está ubicado a aproximadamente 20 km del Chaltén y 30 km al norte del Monte Fitz Roy.

El glaciar Viedma es parte de la masa de hielo llamada Campo de Hielo Patagónico Sur, un bloque de 13.000 $Km^2$ que comparten Argentina y Chile. Esta área cubre la Cordillera Austral a lo largo de 350 kilómetros (desde los 48°20” S hasta los 51°30” S) y resulta el área glaciar más importante y extensa del hemisferio austral (sin considerar la Antártica), y la tercera en el mundo. La superficie argentina es de unos 3.500 $km^2$, de los que 2.600 $km^2$ están dentro del Parque Nacional Los Glaciares. De esta masa de hielo se desprenden, hacia las cuencas de los lagos Argentino y Viedma, 13 grandes glaciares (de norte a sur: Marconi, Viedma, Moyano, Upsala, Agassiz, Bolado, Onelli, Peineta, Spegazzini, Mayo, Ameghino, Moreno y Frias). En el área hay también 190 glaciares menores, no vinculados a la masa de hielo principal. La mayoría de estos glaciares han retrocedido considerablemente durante el último medio siglo por el incremento de la temperatura y la disminución de precipitaciones (excepto el Perito Moreno del lado argentino).

Para que el glaciar se mantenga en equilibrio la temperatura anual debe ser baja (lo que conserva la consistencia del hielo) y la cantidad de nieve caída debe ser mayor que la eliminada por fusión, ruptura o evaporación.

[26] “Detectan un retroceso de los glaciares en el sur de Chile”, La Capital, Mar del Plata, 15 de agosto 2009.



**Glaciar Viedma** (Santa Cruz, Argentina).
Foto original de 1930 y la nueva imagen de 2008.

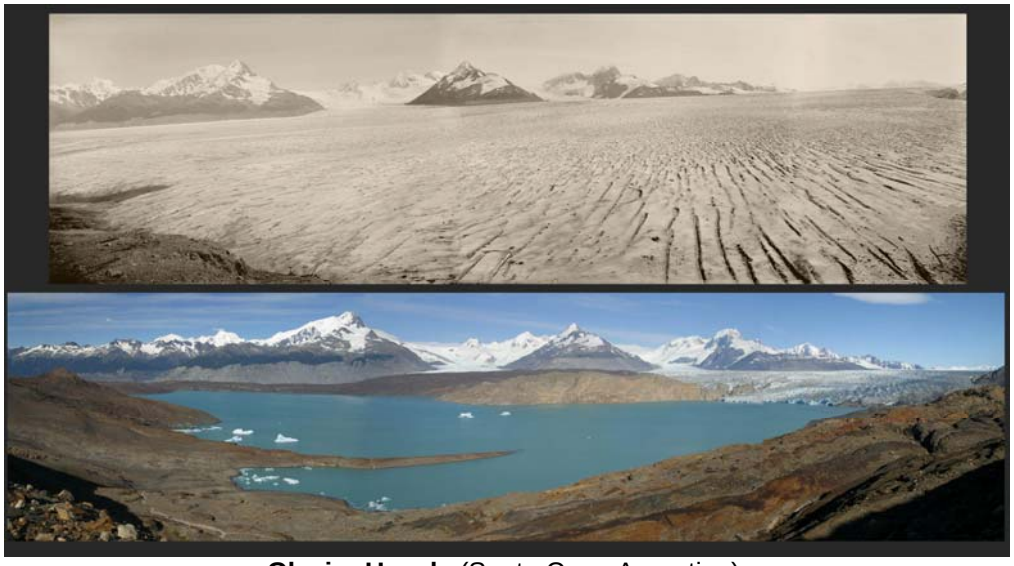
Casi todos los glaciares de los Andes Patagónicos han estado retrocediendo durante las últimas décadas como consecuencia del aumento de la temperatura y en algunas zonas por la menor precipitación. Las proyecciones de la temperatura para este siglo hacen prever que la actual tendencia recesiva de los glaciares de la región continuará, en forma acelerada, acompañando las tendencias térmicas.[27]

El Glaciar Viedma es un ejemplo representativo de lo que está sucediendo en todos los glaciares del Sur, la pérdida de masa resulta evidente cuando se comparan las imágenes fotográficas de 1930 con las actuales. Según estimaciones hechas en la comparación visual, el Glaciar Viedma ha perdido en altura aproximadamente 50 metros y retrocedió cerca de 1 kilómetro en los últimos 70 años.

[27] 2° Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina, Vulnerabilidad de la Patagonia y sur de La Pampa y de Buenos Aires al Cambio Climático, Fundación e Instituto Torcuato Di Tella, http://aplicaciones.medioambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/comunicaciones_nacionales/Vulnerabilidad_Patagonia.pdf

## Glaciar Upsala

Imagen comparativa publicada en el año 2004 muestra el retroceso de este glaciar.



**Glaciar Upsala** (Santa Cruz, Argentina).
Foto original de 1928 y la nueva imagen de febrero de 2004.

El Glaciar Upsala es uno de los mayores glaciares del Campo de Hielo Patagónico Sur en el Parque Nacional Los Glaciares en Argentina. Este glaciar tiene una superficie aproximada de 870 km², una longitud de 60 km (siendo el segundo más largo de Sudamérica, después del Glaciar Pío XI en Chile), y un ancho promedio de 10 km. El frente del Glaciar Upsala, al igual que el frente del Glaciar Perito Moreno, desemboca en las aguas del Lago Argentino.

De acuerdo a las investigaciones, el glaciar Upsala retrocedió 13,4 $km^2$ en un acelerado proceso de pérdida de hielo ocurrido entre los años 1997 y 2003. La foto del año 2004 fue tomada en una expedición de Greenpeace, acompañados por el investigador del CONICET Jorge Rabassa y los profesores de la Universidad de Wisconsin, Brailey Singer y James Bocqheim.

## Los glaciares del Monte Tronador

El Glaciar del Río Manso, conocido popularmente como el 'Ventisquero Negro', en el Cerro Tronador del Parque Nacional Nahuel Huapi, ubicado en la latitud de 41°S, ha sido objeto de mapeo detallado y estudios glaciológicos y dendrocronológicos. Este glaciar es una lengua de hielo regenerada, formada por debajo de una muy elevada cascada de hielo, en la cual bloques de hielo se desprenden de los glaciares de un casquete de hielo local que ha crecido sobre el antiguo volcán. El estruendo que provocan estas avalanchas de hielo ha dado el nombre a la montaña. Esta lengua inferior está cubierta por detritos rocosos y ha sufrido un colapso dramático durante los últimos 30 años.[28]

[28] "El impacto del cambio climático en los glaciares patagónicos y fueguinos", Jorge Rabassa CADIC-CONICET, Ciencia Hoy, Volumen 17 - Nº 97, Febrero-Marzo 2007

Glaciar Castaño Overo, Cerro Tronador, Parque Nacional Nahuel Huapi, 41° S. Fotografía de 1975. Se trata de un cono de hielo regenerado, formado por avalanchas de hielo aportadas por el glaciar superior, que alcanza a verse en la parte superior de la fotografía (Foto: J Rabassa).

El monitoreo de las fluctuaciones de los frentes de los glaciares Frías, Alerce, Castaño Overo y Ventisquero Negro muestra un continuo retroceso. Éste ha hecho que el cono interior del Glaciar Castaño Overo desapareciera.

El Glaciar Casa Pangue, en el sector chileno del Cerro Tronador es el glaciar más grande de Patagonia septentrional. Presenta una lengua de hielo regenerada inferior, similar a la del Glaciar del Río Manso, que se forma también por debajo de inmensas cascadas de hielo en la ladera occidental del Cerro Tronador, un volcán apagado del Plioceno. Esta porción inferior del glaciar está totalmente cubierta por detritos. La cubierta de detritos tenía de 1 a 2 m de espesor, y era continua y estable, cuando fue descripta por primera vez en 1979. Esta cubierta detrítica era tan estable y firme que permitía entonces la formación de morenas en tránsito sobre el glaciar y el desarrollo de suelos en ellas. Sobre estos suelos crecía una réplica, madura, bien desarrollada, casi exacta, del ecosistema boscoso regional que corresponde a la Selva Pluviosa Valdiviana, presente quizás desde las épocas del Evento de Maunder-Spörer, también llamado 'Pequeña Edad de Hielo', entre los siglos XVI y XIX. Esta comunidad boscosa afincada sobre el glaciar se movía pendiente abajo acompañando el movimiento del glaciar a lo largo de décadas y a velocidades muy pequeñas, y desapareció en algún momento de la década de 1990 a medida que la fusión del hielo del subsuelo hacía al suelo inestable. A consecuencia de ello, los árboles perdían soporte, colapsaban, caían y morían. Este deslumbrante ecosistema, probablemente único en su tipo en el mundo, se desvaneció para siempre como resultado de las fuertes tendencias al calentamiento regional.[29]

[29] Rabassa, J. et al.

**La avalancha de mayo de 2009**

El 21 de mayo de este año un inédito el aluvión ocasionó grandes daños materiales y naturales en la zona de Pampa Linda, al pie del monte Tronador. Integrantes de la familia Vereertbrugghen, que habitan Pampa Linda desde principios del siglo pasado, aseguraron: "nunca vimos algo así".

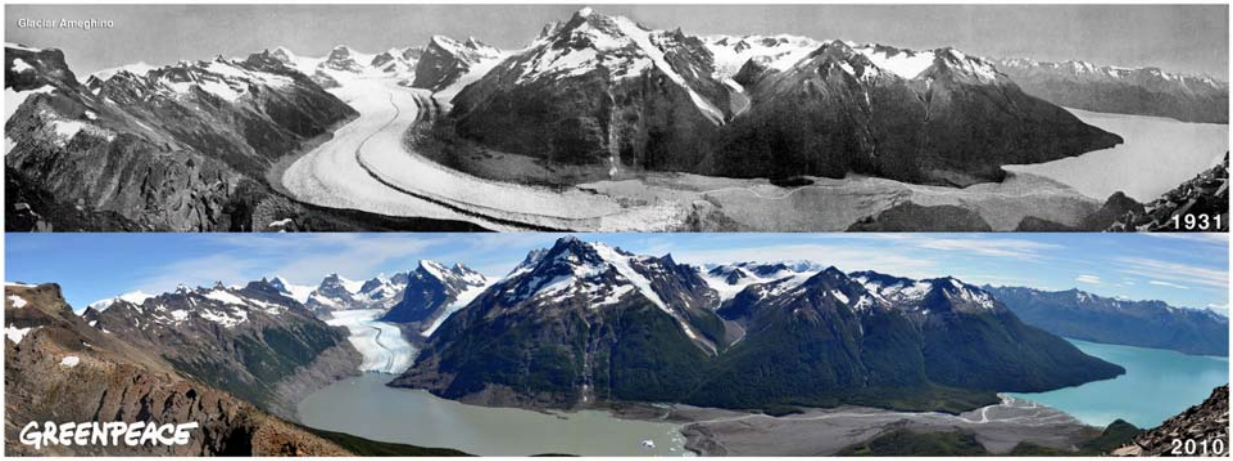
Nicolás de la Cruz, guía de montaña y geólogo, explicó que el lago en el Ventisquero Negro se formó en los últimos años, producto del calentamiento global. Sostuvo que el cauce del río Manso, que nace en el ventisquero, se tapó, por bloques de hielo y también por el derrumbe de sus morenas laterales. Por ello el lago comenzó a subir, lo cual se acentuó durante los dos últimos veranos, con elevadas temperaturas[30].

Témpanos de hielo llegaron hasta Pampa Linda, a 8 kilómetros de distancia, y trozos pequeños hasta el mismo lago Mascardi, distante unos 24 kilómetros. El origen de esta inédita avalancha no ha sido aún debidamente evaluado.

## Glaciar Ameghino

Es otro de los grandes glaciares que están unidos a la gran masa del Hielo Patagónico Sur. Del conjunto de glaciares que se desprenden de ese campo de hielo, el Ameghino es uno de los menores y es parte del Parque Nacional Los Glaciares. Para el sector turístico, este glaciar perdió importancia por haberse producido una importante retracción de su frente alejándose de la costa del Canal de los Témpanos, en el Lago Argentino.

[30] "Fue inédito el alud desde el cerro Tronador", diario Río Negro, 29 de mayo de 2009




Las fotos comparativas muestran el retroceso del frente del glaciar Ameghino. En su frente ahora existe una laguna que no aparecía en fotografías tomadas aún en el año 1949.

Los estudios que realiza el IANIGLA periódicamente sobre el Ameghino muestran un proceso de retracción permanente. Según los estudios de imágenes en el período que va desde 1947 a 1970 el glaciar retrocedió 156 metros. Desde 1970 hasta el año 2000, el retroceso fue de 2.812 metros. Desde el año 2000 al 2005 se retrajo en 390 metros. **Se puede estimar que desde la foto original, en el año 1931, al año 2010, el retroceso total ha sido un poco menos de 4 km.**

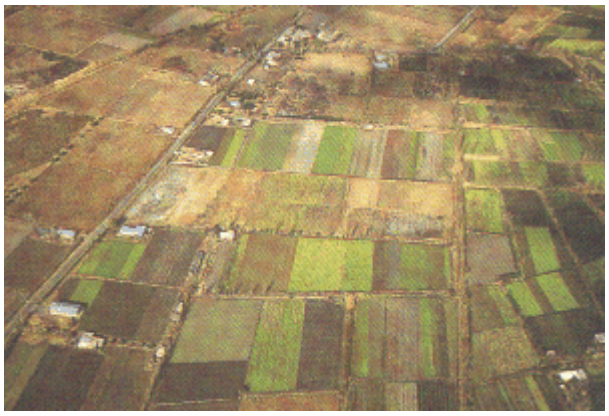
## GLACIARES DE CUYO

Las evaluaciones del IPCC muestran que la mayoría de los glaciares andinos tienden a desaparecer hacia el año 2100, mientras que los glaciares patagónicos continuarán existiendo hasta el siglo XXII[31].

El futuro de los glaciares se torna crítico en la Argentina en la región de Cuyo. El agua es un recurso muy escaso en esa región, con valores de precipitación anual por debajo de los 180 mm, estos niveles son los que caracterizan, en términos climáticos, a los desiertos. La agricultura, la producción hidroeléctrica y el suministro para los centros urbanos son posibles gracias al derretimiento de la nieve acumulada durante el invierno y almacenada en el hielo de los glaciares y en la cubierta de nieve de las montañas.

**Sólo el 3% de la superficie de la provincia de Mendoza es un oasis, el resto es un desierto. En ese 3% se concentra el 90% de la población de la provincia.**

Las provincias cuyanas son las principales productoras vitivinícolas de la Argentina y poseen un importante sector agrícola. El sector agropecuario de Mendoza representa el 5% del total producido en la Argentina en 2002[32]. La actividad agrícola es solo posible gracias a un desarrollado sistema de irrigación que aprovecha eficientemente el agua de deshielo de verano proveniente de la Cordillera. El contraste entre la vegetación del desierto natural y el verde de los cultivos es evidente en toda la provincia, acentuando el rol vital de las montañas como "las fuentes de agua del mundo para el siglo XXI"[33].



Para comprender mejor la importancia del sistema de irrigación en las provincias de Cuyo, especialmente en la provincia de Mendoza, se pueden tomar los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) correspondientes al Censo Nacional Agropecuario, de su análisis se obtiene que el 79% de las explotaciones agropecuarias de esa provincia están bajo riego, por el contrario, en la provincia de Buenos Aires sólo el 6% de las explotaciones agropecuarias dependen de sistemas de irrigación. Esto da una idea de la alta dependencia de la región de Cuyo del agua de deshielo.

[31] IPCC, The Regional Impacts of Climate Change, Cambridge University Press. 1998
[32] IERAL, Fundación Mediterránea, Informe de Coyuntura de la Provincia de Mendoza, diciembre de 2003
[33] Liniger, H. [*et al*]; Mountains of the World, Mountain Agenda for the Commission on Sustainable Development (CSD), University of Bern, 1998.

**DECLARACIONES DEL Dr. OSVALDO CANZIANI**
**CO-PRESIDENTE DEL GRUPO II DEL IPCC**

La nieve se ha acumulado en las capas de hielo y glaciares de montañas a lo largo de millones de años. Lo que está pasando es que lo que antes caía como nieve, ahora cae como agua porque la atmósfera está mucho más cálida.

Se estima que la temperatura media global aumentará entre 1,4 y 5,8 °C de aquí a fin de siglo, esto quiere decir que la temperatura del aire también se elevará, el IPCC comprobó que la temperatura donde se alcanzan los niveles de congelamiento, es decir la altura donde se registra 0 °C, ha subido; en ese contexto el hielo va retrocediendo. Existe una clara evidencia de que el hielo de los Andes y de los glaciares en general está en retroceso.

En América Latina, desde Guayaquil hasta la ciudad de Santiago de Chile, toda la zona árida de la costa depende del agua que provee fundamentalmente la fusión de los glaciares de los Andes.

En lo que se refiere a la permanencia de los glaciares del extremo sur de la **Patagonia**, Argentina es afortunada ya que los estudios del IPCC concluyen que su vida se extenderá hasta el siglo XXII, pero el problema de los glaciares es claro, su retroceso durante el siglo XX es marcado y aún mucho más acentuado durante los últimos veinte años cuando más nota el efecto del calentamiento global.

En toda la zona de los Andes, y en particular en el centro este de Argentina y el centro oeste de Chile, el Chile chico, el abastecimiento de agua depende básicamente de la fusión de los glaciares. Las autoridades de la región cuyana deben tener en cuenta que los glaciares van a fundirse, ya se están fundiendo, varios estudios hechos en Bolivia y Perú muestran que 52 ríos costeros van a secarse. La sequía del '69-'70 produjo una caída del 35% del PBI de Mendoza, pero además generó la necesidad de producir energía eléctrica utilizando combustibles fósiles, porque no había agua en los ríos. En Mendoza se ha producido una elevación de la isoterma de cero grados entonces el hielo se funde y no se restituye, porque la altitud del nivel del 0°, es decir, aquella en la cual se produce el hielo, es cada vez más elevada.

Se han realizado varios estudios que demuestran claramente la relación entre los glaciares de alta montaña de Cuyo y el caudal de los ríos y las aguas subterráneas que dependen de ellos. No es nada misterioso. Está claro que el futuro es oscuro en lo que se refiere al agua que proporcionan los glaciares aunque los datos de los últimos años sobre los glaciares mendocinos son muy escasos.

El vínculo entre el retroceso de los glaciares y el cambio climático es evidentemente, a su vez el cambio climático es, sin dudas, un fenómeno de origen antropogénico, no hay ninguna duda de eso, el IPCC lo ha demostrado.

***16 de enero de 2004***

Las condiciones semiáridas de la región de Cuyo tienen una incidencia importante en las actividades productivas que, como se ha mencionado, son altamente dependientes del agua de deshielo proveniente de los glaciares de la alta montaña. La Cordillera de Los Andes intercepta las masas de aire húmedo provenientes del Pacífico dando origen de este modo a las nieves y hielos de alta montaña que luego se derriten y abastecen los caudales de los ríos cuyanos.

El recurso hídrico, superficial o subterráneo, es básicamente el mismo: la fusión de nieves andinas. El crecimiento y la alta densidad poblacional están agravando la situación por la mayor demanda. Para abastecer esta creciente demanda de agua se han perforado pozos de extracción, el caudal de estos pozos depende, también, de las nieves andinas. Esta situación se ha agudizado con la extensión de actividades

agrícolas en los bordes de los oasis pedemontanos. El caudal de los ríos muestra una tendencia negativa que podría provocar crisis hidrológicas en las zonas pedemontanas irrigadas y en las poblaciones vecinas, aún si la distribución y el manejo del agua se hiciese de un modo eficiente.

El cambio climático podría alterar el ciclo del agua en las cuencas hídricas de los Andes. El más visible de los cambios se puede apreciar en los glaciares de montañas, cuando decrece su espesor y pierden parte de su masa de hielo produciendo la sustancial recesión registrada en los últimos 100 años[34].

Los glaciares en las altas cumbres presentan en la actualidad un área muy reducida. Estos cuerpos se ven disminuidos y circunscriptos a pequeños circos, protegidos de la radiación solar. Tanto en la vertiente oriental como en la occidental de la cordillera de los Andes, el fenómeno del marcado retroceso glaciario se evidencia por la disminución de la longitud de las lenguas y del área de acumulación.

Algunos de los cuerpos glaciares más relevantes de la región se describen a continuación.

## Glaciares del río Atuel

El análisis de las fluctuaciones de algunos glaciares tributarios de la cuenca del Alto río Atuel, en Mendoza, evidencian que las masas glaciarias de esa zona han sufrido una recesión permanente durante los últimos 400 años. Durante las últimas décadas registran un acelerado retroceso. Los glaciares **Humo** y **Fiero** son tributarios del río Atuel, las mediciones realizadas desde el año 1948 muestran un retroceso neto, aunque variable.

| Glaciar | Período | Retroceso |
|---|---|---|
| **Humo** | 1948 al 1955 | 300 m |
| | 1955 al 1963 | 160 m |
| | 1963 al 1970 | 300 m |
| | 1970 al 1982 | 150 m |
| | 1982 al 1987 | 103 m |
| | 1987 al 2000 | 164 m |
| | 2000 al 2007 | 250 m |
| **Fiero** | 1948 al 1955 | 12 m |
| | 1955 al 1963 | 80 m |
| | 1963 al 1970 | 300 m |
| | 1970 al 1987 | -89 m |
| | 1987 al 2000 | 224 m |
| | 2000 al 2007 | 0 |

[34] Leiva, J.; *op cit*

## Glaciar Piloto, río Las Cuevas

El glaciar Piloto Este está situado entre los 4.185 y 4.900 msnm, es un glaciar en el que el balance de masa acumulado medido entre el año 1979 y 1984[35], es negativo para el período. Las evaluaciones muestran que en la década siguiente el balance de masa acumulado es altamente negativo[36]. Durante el período estudiado este glaciar perdió 12 metros de espesor, siendo de 60 metros el máximo espesor del mismo y la evaluación científica indica que es un glaciar que desaparecerá en algunas décadas. El estudio de este glaciar revela que la importancia de la contribución del glaciar al caudal del río se ha incrementado durante los últimos 40 años debido a la escasez de nevadas.

## Glaciares del río Plomo

El sistema de glaciares del río Plomo comprende los glaciares Alto del Plomo, el Bajo del Plomo, Juncal I y Juncal II. Estos glaciares han sido intensamente estudiados por investigadores mendocinos; de ellos, únicamente el Juncal II ha mostrado un avance durante el período de observación[37]. Estos glaciares alimentan al río Mendoza que llega a la ciudad capital de la provincia. La superficie cubierta por estos glaciares ha disminuido en más de un tercio durante este siglo.

Glaciar Humo, Mendoza, 1914

Glaciar Humo, Mendoza, 1982

[35] Leiva, J., [*et al*], 1986
[36] Leiva, J. "La situación actual de los glaciares andinos", IANIGLA 1973-2002.
[37] Leiva, J., [*et al*], 2007

## NECESIDAD DE MONITOREO Y PROTECCION

En todo proceso de planificación socioeconómica de un país es fundamental contar con inventarios y evaluaciones ambientales actualizadas. La Argentina como el resto de los países subdesarrollados, se enfrenta con la escasez de información básica e histórica sobre sus recursos naturales. Aproximadamente el 70% del territorio argentino puede considerarse climática y fisiográficamente árido. En consecuencia, el conocimiento del comportamiento y manejo del recurso hídrico es de fundamental importancia.[38]

Como lo hemos señalado, un ejemplo elocuente de esta situación es la provincia de Mendoza, donde la ocupación del territorio se organiza en forma de oasis urbano-agrícolas que dependen del agua de deshielo proveniente de los Andes Centrales argentinos. Por ello, el monitoreo de los recursos hídricos sólidos es un proceso fundamental para determinar el uso actual del agua y su disponibilidad a mediano y largo plazo.

Esta es la razonabilidad y la importancia de la recientemente sancionada Ley Nacional 26.639, conocida públicamente como *"Ley de Glaciares".* Esta norma ahora debe ser puesta en ejecución de manera inmediata[39].

El objetivo de esta ley es establecer los presupuestos mínimos de protección ambiental de los glaciares y del ambiente periglacial con el objeto de su preservación, así como la creación de un inventario nacional de glaciares para su adecuada protección, control y monitoreo.

La *"Ley de Glaciares"* no sólo se justifica por la necesidad de dotar de recursos económicos y técnicos para asegurar el monitoreo continuo de las áreas de glaciares sino que resulta imprescindible brindar protección de estos ecosistemas frente a emprendimientos mineros que conllevan un enorme impacto sobre las áreas glaciares y periglaciares. De particular relevancia, en este último aspecto, es el proyecto Pascua Lama desarrollado por la empresa Barrick Gold. Este emprendimiento de extracción de oro y plata se extiende en territorios de Chile y Argentina a más de 4.000 msnm. En Chile, se sitúa en la Región de Atacama, específicamente en la Provincia de Huasco, mientras que en la Argentina se sitúa en la provincia de San Juan.

Originalmente el proyecto incluía el traslado de masas de hielo de la parte superior de los tres glaciares (Toro 1, Toro 2 y Esperanza) que se encontraban dentro de los límites del proyecto, pero la Comisión Regional de Medio Ambiente (COREMA) de la Región de Coquimbo (Chile) prohibió dicho plan y requirió que se desarrolle un

[38] "Avances o retrocesos glaciarios en los Andes Centrales argentinos", Rosana Elisabeth Llorens, IANIGLA 1973-2002

[39] "Ley de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial" (Ley Nacional 26.639) fue aprobada por el Congreso Nacional el 30 de septiembre de 2010.

sistema de explotación mixto, realizando minería subterránea con el objeto de no intervenir los glaciares antes mencionados[40].

En otro informe la COREMA señala que *"de acuerdo a lo observado en la visita a terreno, efectuada por el comité técnico, con fecha 12 de enero de 2005, es posible señalar que uno de los puntos importantes es que se observó una gran acumulación de material sedimentable en la superficie de los glaciares Toro 1 y Toro 2. Esto se podría atribuir a los trabajos que se han estado realizando durante varios años en la zona en la etapa del anteproyecto, al contrario de lo que se pudo apreciar en el glaciar Estrecho donde su superficie estaba totalmente limpia".* Esta capa de sedimentos implica una gran variación en el albedo de la nieve y el hielo, por lo tanto, una mayor absorción de energía[41].

Teniendo en cuenta lo anterior, la COREMA señala que ese proceso de acumulación de material "*explica en gran parte la alta pérdida de masa que se ha presentado en algunos glaciares de la zona. Este mismo fenómeno podría ocurrir en otros Glaciares tales como el Glaciar Estrecho y Guanaco una vez comenzada la etapa de explotación; ya que, debido al lugar proyectado para los depósitos estériles rajo y otras instalaciones, se podría provocar un cambio importante en el albedo tal como ha ocurrido en los otros glaciares mencionados anteriormente. De esta forma, no es*

[40] Segundo Informe Consolidado De Solicitud De Aclaraciones, Rectificaciones Y/O Ampliaciones Al Estudio De Impacto Ambiental Del Proyecto "Modificaciones Proyecto Pascua Lama" De La Compañía Minera Nevada Ltda.
http://seia.sea.gob.cl/externos/admin_seia_web/archivos/6316_2005_05_27_OD.doc
[41] Primer Informe Consolidado De Solicitud De Aclaraciones, Rectificaciones Y/O Ampliaciones Al Estudio De Impacto Ambiental Del Proyecto "Modificaciones Proyecto Pascua Lama" De La Compañía Minera Nevada Ltda.
http://seia.sea.gob.cl/externos/admin_seia_web/archivos/6316_2005_4_20_RP.zip

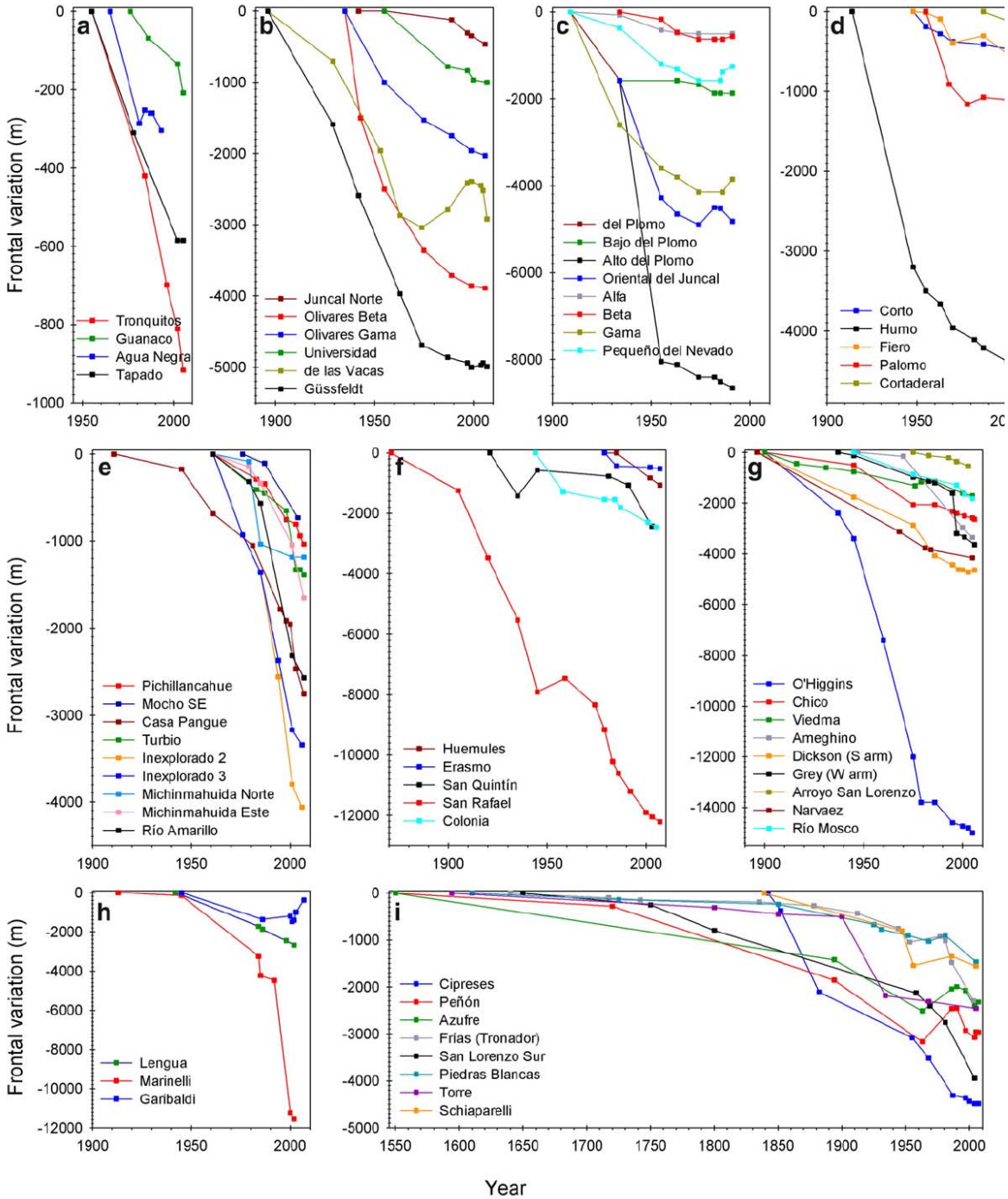
*aventurado pronosticar la tendencia a la extinción de los glaciares más expuestos a los trabajos futuros de la Minera.*

Lo descripto para el caso de Pascua Lama es un buen ejemplo de las amenazas que representa la minería para los glaciares. Con el desarrollo de proyectos de explotación minera a gran altura se torna imprescindible establecer severas restricciones para evitar la intervención sobre áreas de glaciares y periglaciares.

El monitoreo de la evolución de los glaciares debe ser una práctica generalizada en todo el área cordillerana. Los glaciares en los Andes de Sudamérica se encuentran en un proceso generalizado de disminución debido a las mayores temperaturas en la región. La necesidad de monitorear el comportamiento de estas masas de hielo es esencial. La necesidad de protección de los glaciares es urgente. **Mitigar el cambio climático es un imperativo para lograr que los glaciares tengan posibilidades de perdurar en el tiempo y, a su vez, es imprescindible que estos ecosistemas estén exentos de los riesgos y las agresiones de actividades, de cualquier tipo, que afecten su estabilidad.**

Un reciente estudio realizado por un grupo de científicos de Argentina y Chile muestra la evolución de un número representativo de glaciares en la zona andina entre las latitudes 17° a 55°S. **El comportamiento de retracción y pérdida de masa de hielo en toda la región es notable con una marcada acentuación en la última mitad del siglo pasado.** En la figura se muestra la variación frontal de un grupo de glaciares en Sudamérica.[42]

[42] Masiokas, M.H., et al., Glacier fluctuations in extratropical South America during the past 1000 years, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (2009), doi:10.1016/j.palaeo.2009.08.006




(a) Andes desérticos; (b–d) Andes centrales Chile-Argentina; (e) Andes Patagonia Norte; (f–g) Campos de hielo Patagónicos Norte y Sur y glaciares circundantes; (h) región de Magallanes. (i) Muestra un registro de más de 150 años e incluye glaciares de todas las regiones, excepto los Andes desérticos (más al norte).

## CONCLUSIONES

El cambio climático global, provocado por la incesante acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, está afectando ya a ecosistemas frágiles como los glaciares.

Glaciar Perito Moreno (Santa Cruz, Argentina). Protesta de Greenpeace luego del anuncio de Estados Unidos de no ratificar el Protocolo de Kyoto, Julio 2001.

Una suba de la temperatura promedio global de 2°C respecto de los niveles pre-industriales sería una grave amenaza para la preservación de las masas de hielo, las reservas de agua potable y la permanencia del suministro de agua de consumo y de actividades económicas que dependen de ella como la agricultura, la generación de hidroelectricidad y el turismo, entre otras.

Si queremos mantener el aumento de la temperatura dentro de límites aceptables, por debajo de los 2°C, debemos reducir de manera muy drástica nuestras emisiones de gases de efecto invernadero, siendo el principal el dióxido de carbono ($CO_2$) producto de la quema de combustibles fósiles para la generación de energía y en el transporte.[43]

Acorde a las estimaciones realizadas por el IPCC para no sobrepasar el límite de los 2°C deberemos alcanzar el pico máximo de las emisiones de GEI a escala global antes del año 2015. Posteriormente, una vez alcanzado el pico de las emisiones globales, la curva de emisiones deberá comenzar a decrecer drásticamente para llegar al año 2050 estando entre un 50-85% por debajo del valor de las emisiones del año 2000.[44]

Estamos en años decisivos y el esfuerzo de reducción de las emisiones deberá ser enorme. Aún existe la chance de evitar un cambio climático fuera de control y catastrófico. Para evitarlo es necesario comenzar ahora mismo con políticas globales y domésticas para restringir drásticamente nuestra dependencia de los combustibles fósiles y reducir a cero la deforestación.

---

[43] Se recomienda ver: "¿Cuánto Cambio Climático podemos tolerar?", Greenpeace Argentina, 2004. www.greenpeace.org/raw/content/argentina/cambio-climatico/cuanto-cambio-climatico-podem.pdf

[44] Tabla RRP.5: Características de los escenarios de estabilización post-TIE, IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Resulta crucial el resultado que la comunidad internacional alcance en la próxima reunión de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (COP15) a realizarse en la ciudad de Copenhague, Dinamarca. En dicha reunión se deberá asumir los acuerdos globales de reducción de emisiones para los próximos años, años cruciales en los que deberemos desacelerar el crecimiento de las emisiones globales, estabilizarlas y comenzar con su reducción. En buena medida, el destino climático de la humanidad está asociado a los resultados de dicha reunión.

## Por estas razones Greenpeace reclama:

### A nivel internacional (COP16, Cancún):

- Dar un paso concreto para alcanzar un compromiso legalmente vinculante en la COP17 con el objetivo de mantener la temperatura global por debajo de los 2°C. Acordar una revisión de esta meta en le mediano plazo a la luz de las evidencias que con 1,5°C los impactos serán severos.
- Una inmediata y fuerte reducción de las emisiones de los países industrializados de al menos un 40% para el año 2020 en relación a los niveles de 1990.
- Además de las reducciones anteriores, deben proveer de asistencia técnica y financiera a los países en desarrollo para ayudarlos a realizar acciones de mitigación de emisiones, adaptación y reducción de la deforestación.

### A nivel nacional:

- Argentina debe adoptar una política energética tal que permita al país alcanzar la meta del 8% de electricidad renovable en el año 2016 (acorde a lo establecido por la Ley 26.190).
- Poner en plena vigencia y ejecución la Ley Nacional 26.693, la que establece un régimen de protección y monitoreo de los glaciares en Argentina.

**Campaña Clima/Energía**
**Greenpeace Argentina**
(011) 4551-8811
Zabala 3873 (1427)
C.A. de Buenos Aires
www.greenpeace.org.ar