



**REPÚBLICA DE CHILE  
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS  
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS**

# **ESTRATEGIA NACIONAL DE GLACIARES**

## **FICHAS BIBLIOGRÁFICAS**

**REALIZADO POR:**

**CENTRO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS - CECS**

**S.I.T. N° 205**

**Santiago, Diciembre 2009**

## **MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**

Ministro de Obras Públicas  
Ingeniero Civil Industrial Sr. Sergio Bitar Ch.

Director General de Aguas  
Abogado Sr. Rodrigo Weisner L.

Jefe Unidad de Glaciología y Nieves  
Geógrafo Sr. Gonzalo Barcaza S.

Inspectores Fiscales  
Ingeniero Civil Sr. Fernando Escobar C.  
Ingeniero Civil Sr. Cristobal Cox O.

## **CENTRO DE ESTUDIOS CIENTÍFICOS**

Jefe de Proyecto  
Dr. Andrés Rivera (Glaciólogo)

Profesionales  
MSc Francisca Bown (Glacióloga)  
Claudio Bravo (Geógrafo)  
Daniela Carrión (Licenciada en Geografía)  
Dr. Gino Casassa (Glaciólogo)  
Claudia Flores (Secretaria)  
Dra. Paulina López (Hidroglacióloga)  
MSc Camilo Rada (Geofísico)  
Pablo Zenteno (Geógrafo)



## ANEXO: FICHAS BIBLIOGRÁFICAS

En este anexo se presenta un resumen para cada bibliografía ocupada en este informe, las cuales se ordenan alfabéticamente por **Autor** y además se señalan la **Fecha** de la publicación, la **Zona Glaciológica** que se estudia (Norte, Centro, Sur, Austral y Extranjero) y el **Tema** que trata.

En este último aspecto, se definieron 19 temas:

1. Inventario
2. Variaciones (las cuales pueden ser frontales, areales y/o volumétricas)
3. Balance de masa
4. Balance de energía
5. Testigos de hielo
6. Modelación hidrológica
7. Riesgos
8. Paleoclimatología
9. Climatología
10. Flujos de hielo
11. Espesor de hielo
12. Impacto humano sobre glaciares
13. Medioambiente (EIA, Políticas, etc.)
14. Paleoglaciología
15. Glaciar rocoso
16. Historia (relatos históricos, exploraciones, etc.)
17. Volcanismo
18. Minería
19. Otros

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro**  
**TEMA: Variaciones**

**Nº: 1**  
**FECHA: 2000**

Título	Variaciones recientes de los glaciares entre 28° y 41° de Latitud Sur y su relación con cambios climáticos.
Autor (es)	Acuña, C.
Nombre completo de la revista o libro	Memoria de título. Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Escuela de Geografía.
Referencias	2000. 90 pp.
Palabras clave	Glaciares; variaciones recientes; cambios climáticos
Resumen	<p>Las variaciones recientes de los glaciares en la macro zona central del país han revelado un proceso de deglaciación durante el siglo XX, donde la superficie de hielo ha sido impactada fuertemente. Esta deglaciación es explicada principalmente por el contexto climático, el que estaría afectando en forma creciente a los glaciares del país. Esta claro que la tendencia de aumento en las temperaturas y reducción en las precipitaciones han intervenido en el comportamiento de estos cuerpos de hielo. Sin embargo existe una combinación de otros factores locales y regionales que han alterado las respuestas esperadas de los glaciares ante el cambio climático. Es inminente reconocer que tanto factores topográficos como glaciodinámicos se manifiestan en el comportamiento de estos glaciares, por lo tanto se tienen respuestas que muchas veces discrepan con el calentamiento en estas latitudes. La reducción de las superficies englaciadas, más los retrocesos frontales detectados en el área de estudio manifiestan la particularidad de cada glaciar en función de sus propios factores locales. La pérdida de superficie y tasas de recesión en los glaciares de la zona centro sur no deberían ser las esperadas, ya que algunos registros instrumentales nos indican la presencia de episodios fríos muy marcados en los últimos 60 años, lo que lógicamente debería traducirse en estabilidad o avances de los glaciares.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 2**  
**FECHA: 2006**

Título	Correction of global precipitation products for orographic effects
Autor (es)	Adam, J.C., Clark, E.A. and Lettenmaier, D.P
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Climate
Referencias	2006. Vol. 19, pages 15-38.
Palabras clave	Precipitation – orographic effects – hydrologic modeling – wáter balance
Resumen	<p>Underestimation of precipitation in topographically complex regions plagues most gauge-based gridded precipitation datasets. Gauge locations are usually in or near population centers, which tend to lie at low elevations relative to the surrounding terrain. For hydrologic modeling purposes, the resulting bias can result in serious underprediction of observed flows. A hydrologic water balance approach to develop a globally consistent correction for the underestimation of gridded precipitation in mountainous regions is described. The adjustment is based on a combination of the catchment water balances and variations of the Budyko <i>E/P</i> versus <i>IP</i> curve. The method overlays streamflow measurements onto watershed boundaries and then performs watershed water balances to determine “true” precipitation. Rather than relying on a modeled runoff ratio, evaporation is estimated using the Budyko curves. The average correction ratios for each of 357 mountainous river basins worldwide are spatially distributed across the basins and are then interpolated to ungauged areas. Following application of adjustments for precipitation catch deficiencies, the correction ratios are used to scale monthly precipitation from an existing monthly global dataset (1979–99, 0,5° resolution). The correction for orographic effects resulted in a net increase in global terrestrial precipitation of 6,2% (20,2% in orographically influenced regions only) for the 1979–99 climatology. The approach developed here is applicable to any precipitation dataset in regions where good streamflow data exist. As a cautionary note, the correction factors are dataset dependent, and therefore the adjustments are strictly applicable only to the data from which they were derived.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describe un enfoque del balance hidrológico para desarrollar una corrección globalmente coherente para la subestimación de las precipitaciones en regiones montañosas. El ajuste está basado en una combinación entre la captación de agua y las variaciones del Budyko E/P versus la curva IP. El método cubre medidas de flujos en las divisorias de aguas y entonces realiza el balance de agua en las divisorias para determinar la precipitación "verdadera".</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 3  
**FECHA:** 1985

Título	Ice avalanches: some empirical information about their formation and reach
Autor (es)	Alean, J.
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	1985. Vol. 31109, pages 324–333.
Palabras clave	Ice avalanches – parameter models – estimation – Alps
Resumen	<p>A study intended to be mainly of practical use in the prediction of ice-avalanche hazards was carried out. About 100 ice avalanches, mostly from the Alps, were documented. Starting zones of these ice avalanches could be classified by using simple terrain characteristics. Ice avalanches from some starting zones at relatively low altitudes and with large, homogeneously inclined bedrock planes occur predominantly in summer and autumn. No such seasonal variation in frequency was found in connection with other types of starting zones occurring either at higher altitudes or involving abrupt changes of the bedrock's gradient. One- and two- parameter models for the estimation of run-out distances of landslides and snow avalanches were tested for their use with ice avalanches. Introduction of the second (<math>v^2</math> proportional) frictional parameter leads only to moderately improved accuracy in the prediction of run-out distances. For relatively short run-out distances (several hundred meters), an alternative method of estimation, based on terrain characteristic, is proposed.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Un estudio pensado principalmente para ser usado de manera práctica en la predicción de peligros asociados a avalanchas de hielo. Se documentaron cerca de 100 avalanchas de hielo, en su mayor parte en los Alpes.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Paleoclimatología

**Nº:** 4  
**FECHA:** 2001

Título	Late Quaternary Glacier response to humidity changes in the arid Andes of Chile (18°-29°S)
Autor (es)	Ammann C., Jenny B., Kammer K., and Messerli B.
Nombre completo de la revista o libro	PALAEO
Referencias	2001 Volume 172, pages 313-326
Palabras clave	Altiplano; Climatic controls; Glacial extent; Last glacial maximum; Moraines; Paleoclimatology
Resumen	<p>Today, no glaciers exist between 18°30'S and 27°S, even on mountains much higher than 6.000 m. These dry high-mountain environments are very sensitive to changes in climatic boundary conditions, particularly humidity since temperatures are far below freezing. Here we present a reconstruction of climatic changes since the Last Glacial Maximum for the Chilean dry Andes of the southern hemisphere. We reconstructed regional equilibrium line altitudes (ELA) for three different moraine stages, representing extensive past glaciations in this currently unglaciated region. Comparison of the regional pattern of the ELA with modern climate conditions allows us to draw implications about the paleoclimatic conditions during the best preserved 'moraine stage II' glaciations in the northern as well as in the southern part of the research area. Our results suggest humid conditions in the northern part (18–24°S) during Late Glacial times, with strongly increased convective precipitation during austral summer. The temporal-coincidence of glaciers in the mountains and high lake levels on the Altiplano (Tauca Phase) is evident. To the south, no simple shift of the Westerlies is implied by our glacier reconstructions. The northern limit of effective moisture for glacier formation did not shift significantly, but stayed in the area of the present day northernmost glaciers of the Westerlies at about 27°S. But further south, precipitation increased significantly, accompanied by at least 2–3°C colder conditions. The age of this glaciation is uncertain, but probably of Late Glacial or Last Glacial Maximum (LGM) times. Overall, glaciers in the dry Andes of South America clearly responded to large changes in the humidity, not primarily the temperature regime, with all its consequences on the environment (hydrology, vegetation, etc.), illustrating the different regional responses to global climatic change.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presenta una reconstrucción climática desde el Último Máximo Glacial para los Andes secos de Chile (18°30'S/27°S). Se reconstruye la línea regional de equilibrio (ELA) de tres etapas morrénicas representando glaciaciones pasadas en una región que en la actualidad no tiene glaciares. En la parte norte (18-24° S) hubo condiciones de humedad durante el Tardiglacial, con gran cantidad de precipitación convectiva en el verano austral coincidente con la existencia de glaciares y lagos altiplánicos. Al sur la precipitación aumentó considerablemente, acompañado de temperaturas al menos 2-3°C más bajas con edades para la glaciación probablemente del Tardiglacial o Último Máximo Glacial (LGM).</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Inventarios y Variaciones

**Nº:** 5  
**FECHA:** 1988

Título	Glacier inventory for the Northern Patagonia Icefield, Chile, and variations 1944/45 to 1985/86
Autor (es)	Aniya M.
Nombre completo de la revista o libro	Arctic and Alpine Research
Referencias	1988 Volume 20, N° 2 pages 179 - 187
Palabras clave	Northern Patagonia Icefield, glacier inventory
Resumen	<p>The 28 outlet glaciers of the Northern Patagonia Icefield, Chile, with a total contiguous surface area of about 4.200 km<sup>2</sup>, were inventoried in a detailed statistical manner. The San Quintin and San Rafael glaciers, each with an area of about 760 km<sup>2</sup>, are the two largest. Equilibrium lines are estimated at elevations of 900 to 1.350, separating the total area into an accumulation area of 2.578 km<sup>2</sup> and an ablation area of 1.550 km<sup>2</sup>. The variation of 22 major glaciers between 1944/45 and 1985/86 was elucidated and an annual average rate of recession of up to 68 m yr<sup>-1</sup> was determined. One glacier showed almost no change at all, while the Southwestern scout of the Reichert Glacier showed a net advance, although small. A decrease in accumulation in the icefield has caused this general recession. However, the individual variation was probably governed by one of or a combination of the following four factors: (1) orographic situation of the accumulation area, i.e., whether it is located on the leeward (eastern) or windward (western) side; (2) the relative height of the topographic threshold to the icefield surface elevation; (3) the perimeter length, although in a relative sense, of the casting front of the glacier; and (4) the ratio of the ablation area to the accumulation area of the glacier.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Inventario de glaciares de Campo de Hielo Norte, Chile, con una superficie total aproximada de 4.200 km<sup>2</sup>. Los principales glaciares son Quintín San Rafael. Se identifican las líneas de equilibrio y variaciones de los principales glaciares entre 1944/45 y 1985/86. La tendencia general es al retroceso, principalmente en respuesta a la disminución en la acumulación de nieve, con factores locales que alteran las respuestas individuales.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**Nº: 6**  
**FECHA: 1992**

Título	Glacier variation in the Northern Patagonia Icefield, Chile, between 1985/86 and 1990/91
Autor (es)	Aniya M.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glacier Research
Referencias	1992 Volume 10 pages 83 - 90
Palabras clave	Variaciones glaciares, HPN.
Resumen	<p>Variations of 21 outlet glaciers distributed in the Northern Patagonia Icefield, Chile, were elucidated for a period from 1985/86 to 1990/91, utilizing oblique aerial photographs taken with a hand-held 35 mm camera. It was found, in general, that most glaciers have been retreating during the last five years at much more accelerated rates of up to 300 m/a. Glaciers which do not show significant retreats in this period are mostly debris-covered. A thick cover of debris near the snout has an insulation effect on the ice underneath. Glaciers located on the western side of the icefield have retreated generally at faster rates than those located on the eastern side. San Rafael Glacier, which is the tide water glacier located at the lowest latitude in the world, has receded at very fast, accelerated rates of 190-300 m/a, as compared to a rate of 200 m/a between 1974/75 and 1985/86.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Estudio de variaciones glaciares en Campo de Hielo Norte, Chile entre 1985/86 y 1990/91 mediante fotografías aéreas oblicuas. Retroceso generalizado y acelerado en los últimos cinco años. Los glaciares recubiertos no muestran retrocesos significativos en este periodo debido al efecto de aislamiento del hielo de la radiación solar. Los glaciares occidentales retroceden más fuertemente como es el caso del Glaciar San Rafael.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**Nº: 7**  
**FECHA: 1999**

Título	Recent glacier variations of the Hielos Patagónicos, South America, and their contribution to Sea-level change
Autor (es)	Aniya M.
Nombre completo de la revista o libro	Arctic and alpine research
Referencias	1999 Volume 31, nº2, pages 165-173
Palabras clave	Patagonia icefields, Hielos patagónicos, variations, sea-level
Resumen	<p>Area variations of outlet glaciers of the Hielos Patagónicos (Patagonia icefields), South America, since 1944/45, are summarized, and the volume of ice loss due to recession and thinning estimated, in order to derive the contribution of the Patagonian glaciers to sea-level change. For the Hielo Patagónico Norte (HPN), variations of 22 outlet glaciers were studied for the period between 1944/45 and 1995/96. Until 1990, most glaciers retreated at increasing rates; however, since then, the retreat has slowed down. The total area loss of the HPN due to frontal recession is about 64 km<sup>2</sup>. From the estimated ice thickness and thinning rates, a total ice loss of 152-310 km<sup>3</sup> was obtained for the 51 yr. In the Hielo Patagónico Sur (HPS), 48 outlet glaciers were studied for the period between 1944/45 and 1985/86. Most glaciers have been retreating, with a few remaining almost stagnant, but two glaciers, Pío XI and Perito Moreno, showed a net advance. The total area loss of the HPS due to recession was about 200 km<sup>2</sup>. From the estimated ice thickness and thinning rates, a total ice loss was 285-670 km<sup>3</sup> for the period of 1945-1986. With a simple linear extrapolation to the period of 1945-1996, figures of 355-833 km<sup>3</sup> were obtained. The total volume reduction of the HPN and HPS is therefore roughly 825 ± 320 km<sup>3</sup> for the 51-yr period. This amount roughly translates into a world-wide sea-level rise of 1,93 ± 0,75 mm, or 0,038 mm yr<sup>-1</sup> since 1944/45, which accounts for 3.6% of the total sea-level change. Analyses of climatic data at several Chilean and Argentinean meteorological stations located around the icefield revealed a slight increase in air temperature and a decrease in precipitation over the last 40 to 50 yr. Other factors affecting the variation include calving status, the ratio of the accumulation area to the total area (AAR), the gradient of the glacier surface near the equilibrium line (EL), and subglacial topography.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Variaciones de área de glaciares de los Campos de Hielo Patagónicos desde 1944/45 y estimaciones de cambios de volumen por retroceso y adelgazamiento, obteniéndose la contribución de los glaciares patagónicos al aumento del nivel del mar. A partir de 1990, el retroceso se ha moderado en CHN. En CHS la tendencia es similar con unos pocos restantes que se mantienen estables y dos glaciares en avance, Pío XI y Perito Moreno. La reducción del volumen total de hielo de CHN y CHS es aproximadamente 825 ± 320 km<sup>3</sup> para el período de 51 años. Esta cantidad se traduce aproximadamente en un aumento del nivel del mar de 0,038 mm año<sup>-1</sup> desde 1944/45, que representa el 3,6% del total mundial. Los análisis climáticos en varias estaciones meteorológicas de Chile y Argentina localizados en la región revelaron un ligero aumento en la temperatura y una disminución de las precipitaciones en los últimos 40 y 50 años.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**Nº: 8**  
**FECHA: 2001**

Título	Glacier variations of Hielo Patagónico Norte, Chilean Patagonia, since 1944-45, with special referente to variations between 1995/96 and 1999/2000
Autor (es)	Aniya M.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciological Research
Referencias	2001 Volume 18 pages 55-63
Palabras clave	Hielo Patagónico, Recent variations, Landsat
Resumen	<p>Comparison of hand-held oblique photographs taken in the austral summers of 1998 and 1999 over 21 outlet glaciers of Hielo Patagónico Norte (Northern Patagonia Icefield) with those taken in the austral summer of 1995 revealed variations of these glaciers for a period between 1995/96 and 1999/2000. The characteristics and trend of these variations were discussed in the context of variations since 1944/45. Glaciar San Rafael made a strong advance during the period of 1996-99, gaining an area of 0.86 km<sup>2</sup>; however, it lost as much due to retreat during the subsequent period of 1999-2000. The average retreat rate per one glacier during the period of 1996-99 was slow (0,037 km<sup>2</sup> y<sup>-1</sup>), whereas it was very fast during the period of 1999-2000 (0,221 km<sup>2</sup> y<sup>-1</sup>). Glaciar San Quintin lost an area of 7,55 km<sup>2</sup> between 1996 and 2000, which is by far the largest in any period since 1945. The glacier appears to have started a large scale snout disintegration. The recent global warming appears to have begun taking the real effect on those glaciers in Patagonia. The general slow retreat during the period of 1996-99 may be attributed to the precipitation increase observed in the 1970s. The strong advance and subsequent retreat of Glaciar San Rafael is interpreted to be controlled by fjord topography as well as climatic influence.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Comparación de fotografías oblicuas de 1998/1999 y 1995 ponen de manifiesto las variaciones de glaciares patagónicos en años recientes y en el contexto de las variaciones desde 1944/45. Glaciar San Rafael tuvo un fuerte avance. El Glaciar San Quintín perdió una superficie de 7,55 km<sup>2</sup> entre 1996 y 2000, la mayor pérdida desde 1945. El glaciar parece haber iniciado una gran desintegración de su frent. El reciente calentamiento global parece haber comenzado a tomar gran efecto sobre los glaciares en la Patagonia.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**Nº: 9**  
**FECHA: 2007**

Título	Glacier variations of Hielo Patagónico Norte, Chile, for 1944/45-2004/05
Autor (es)	Aniya M.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciological Research
Referencias	2007 Volume 24 pages 59-70
Palabras clave	Hielo Patagónico Norte, Variaciones
Resumen	<p>Variations of 21 outlet glaciers of Hielo Patagónico Norte were elucidated for 1944/45-2004/05 using various sources of remote sensing data including aerial surveys. Of 21, 17 glaciers are found to be calving more or less including one tidewater glacier, San Rafael. These calving glaciers were classified into three types, according to iceberg production; those with (1) many large icebergs, (2) many small icebergs, and (3) no or few icebergs. These three types appear to indicate the stages in retreating in some calving glaciers. The type (1) indicates a rapid retreating stage, often accompanied with snout disintegration, which is preceded or followed by the stage (2) or (3). The largest glacier of the HPN, Glaciar San Quintin has lost area ca. 29 km<sup>2</sup>, over the last 60 years, while Glaciar Reicher retreated ca. 6 km. Among debris-covered glaciers, Glaciar Grosse started retreating actively since the mid-1980s, after forming a proglacial lake, while the neighbor glacier, Glaciar Exploradores has been more or less stagnant. Although the general trend in the past 60 years is retreat, there were some episodes of small advances. Glaciar San Rafael made advance between 1996 and 1999, which was probably caused by topographic control of fjord width along with the influence of depth as well.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Variaciones de 21 glaciares de Campo de Hielo Norte en 1944/45-2004/05 utilizando sensores remotos y levantamientos aéreos. 17 glaciares tienen frente de calving, siendo clasificados en tres tipos según la producción de témpanos: (1) producción de grandes icebergs, (2) producción de pequeños témpanos y (3) sin producción o escasa producción de témpanos. El tipo (1) indica una fase de retroceso rápido, a menudo acompañada de la desintegración del frente. El glaciar más grande de CHN es el Glaciar San Quintín que ha perdido ca. 29 km<sup>2</sup> en los últimos 60 años, mientras que el Glaciar Reicher retrocedió ca. 6 km. Aunque la tendencia general en los últimos 60 años es al retroceso, se produjeron algunos episodios de pequeños avances.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**Nº:** 10  
**FECHA:** 1986

Título	Glacier variations and their causes in the Northern Patagonia Icefield, Chile, since 1944
Autor (es)	Aniya M. & Enomoto H.
Nombre completo de la revista o libro	Arctic and Alpine Research
Referencias	1986. Volume: 18, N° 3, pages 307 - 316
Palabras clave	Glaciers, Northern Patagonia icefield
Resumen	<p>The variations of six outlet glaciers of the Northern Patagonia icefield were investigated utilizing aerial photographs taken in 1944/45, 1974/75, and 1983/84, and were compared with the climatic trend. Between 1944 and 1984, a maximum recession of around 2,5 Km was observed at two calving glaciers, while no variation occurred at one glacier. Three patterns of variation were recognized: (1) fairly constant recession Turing the last 40 yr (two glaciers); (2) rapid retreat Turing the 1974-1984 period (two glaciers); and (3) rapid retreat between 1944 and 1958. The amount of the surface lowering ranges from 40 to 120 m Turing the last 40 yr. These retreat and surface lowering rates are generally comparable to those reported for glaciers in other regions. The temperature and precipitation data recorded at a nearby station do not show any definite trends which can explain the general glacier variations elucidated in this study, suggesting Strong local variations of the snow accumulation and effect of the relative height of the rock threshold on ice spilling.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Variaciones de seis glaciares de Campo de Hielo Norte usando fotografías aéreas tomadas en 1944/45, 1974/75 y 1983/84. Máximo retroceso entre 1944 y 1984 en dos glaciares desprendentes. Tres patrones de variación: (1) retroceso constante en los últimos 40 años (dos glaciares), (2) retroceso rápido en el período 1974-1984 (dos glaciares), y (3) retroceso rápido entre 1944 y 1958. Adelgazamiento desde 40 a 120 metros durante los últimos 40 años. Los datos de la estación más cercana no muestran tendencias claras y por lo tanto no permiten explicar las variaciones identificadas en este estudio.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones**

**Nº: 11**  
**FECHA: 1992**

Título	Characteristics and Variations of Upsala and Moreno glaciers, Southern Patagonia.
Autor (es)	Aniya M. and Skvarca P.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciari Research
Referencias	1992 Volume 10 pages 39-53
Palabras clave	Glacier ; Variation glacier ; Andes ; Photographie aérienne ; Photographie par satellite ; Amérique du Sud ; Amérique ;
Resumen	<p>Terminating currently around 500S and 73°W of the Southern Patagonia Icefield, Upsala Glacier has a drainage area of 870 km<sup>2</sup>, the largest in South America, with an AAR (Accumulation Area Ratio) of 0,63, while Moreno Glacier has a drainage area of 257 km<sup>2</sup> with an AAR of 0,71. Both glaciers are calving in a lake. Utilizing aerial photographs and satellite images of multiyears and field observation, the variation of Upsala Glacier between early 1960 to 1990 was elucidated. Likewise the variation of Moreno Glacier was obtained for a period from 1947 to 1990. At Upsala Glacier, between 1968 and 1970, the eastern part advanced about 150 m while the western part retreated 250-350 m. Between 1970 and 1978, the eastern part had advanced up to 400 m, while the western part showed a little retreat. After 1978, the glacier has started retreating and a large recession had occurred between 1981 and 1984, during that time a maximum of 2100 m break-up occurred at the eastern margin. Since then the glacier has retreated steadily at a considerably fast rate of about 200 m/a to 1990. Moreno Glacier has started advancing at the end of the last century and is noted for the repeated damming-up of the Brazo Rico of Lago (Lake) Argentino by reaching the opposite bank (Peninsula Magallanes). Since the variation of the snout in recent years is oscillating, without consecutive, yearly surveillance from air or ground, it is difficult to obtain the meaningful interpretation of the change in the snout position as revealed in this study. The comparison of the multidated images revealed that the amount of the snout fluctuation was up to on the order of 500m during the last 40 years. The hypsometric curve indicates that the glacier may not be so susceptible to climatic variations. Consequently, there is a possibility that the glacier has been more or less in equilibrium and the oscillation of the snout has been largely controlled by calving which is in turn affected by lake conditions.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se observan variaciones de los glaciares Upsala y Moreno, ambos localizados en Campo de Hielo Sur y terminando en un lago, mediante fotografías, imágenes de satélite y observación de campo, desde principios de 1960 hasta 1990. La variación del Glaciar Perito Moreno fue obtenida por un período de 1947 a 1990. A partir de 1978 se observa un retorcero constante en el Upsala. El Glaciar Perito Moreno ha comenzado a avanzar al final del siglo pasado lo que es evidente por el represamiento recurrente del Brazo Rico del Lago Argentino. Este glaciar estaría en relativo equilibrio cuya oscilación frontal estaría controlada por el calving, y éste a su vez por las condiciones del lago.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**Nº:** 12  
**FECHA:** 1992

Título	Monitoring recent glacial variations in the Southern Patagonia Icefield, utilizing remote sensing data.
Autor (es)	Aniya M., Naruse R., Shisukuishi M., Skvarca P.y Casassa G.
Nombre completo de la revista o libro	International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing
Referencias	1992 Volume XXIX, Comisión VII, Parte B7: pages 87-94
Palabras clave	Southern Patagonia Icefield, Recent Glacier Variation, Landsat TM and MSS Digital Data
Resumen	<p>Monitoring glacier variations at a World-wide scale is important in light of the recent, apparent global warming trend. Despite the fact that the Southern Patagonia Icefield (SPI) is the largest ice body of temperate glaciers in the southern hemisphere, the recent variations of its outlet glaciers has not been systematically studied. Utilizing Landsat MSS (1976) and TM (1986) digital data, digitized aerial photographs taken in the late 1960s and 1970s, trimetrogon aerial photographs taken in 1944/45, and maps produced from them, we elucidated variations of six major outlet glaciers, Brüggen, Jorge Montt, O'Higgins, Upsala, Moreno and Tyndall glaciers distributed in the SPI, from 1945 to 1986. While most glaciers showed a general recession, up to more than 13 km in the 41 year period, Brüggen glacier advanced about 9 km between 1945 and 1976, and blocked a fjord, with the result of the snout splitting into the northern and southern tongues. The southern tongue of Brüggen Glacier had slightly retreated, however, between 1976 and 1986, while the northern tongue to advance. Breaking the 41 year period into two by the intermediate date of the late 1960s or 1970s, we found for the recent 10-15 years an accelerated recession at Upsala Glacier, slow downs at O'Higgins and Tyndall glaciers, and a relatively steady rate at Jorge Montt Glacier. On the Landsat mosaic of the SPI, the icefield area was measured and found to have diminished by about 500 km<sup>2</sup> to around 13,000 km<sup>2</sup> in 41 years. The surface lowering has been also considerable, more than 100 m, at some glaciers. As a whole, the SPI has been losing a considerable amount of ice since 1945.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Variaciones de glaciares Brüggen, Jorge Montt, O'Higgins, Upsala, Moreno y Tyndall en el Campo de Hielo Sur mediante Landsat MSS (1976) y TM (1986), fotografías aéreas de 1960 y 1970, fotografías Trimetrogón de 1944/45. La mayoría de los glaciares muestra retroceso a excepción del glaciar Brüggen que avanzó cerca de 9 kilómetros entre 1945 y 1976, dividiendo su su frente en dos lenguas, Norte y Sur. La lengua sur retrocedió ligeramente entre 1976 y 1986 mientras la lengua Norte avanzaba. Destaca el retroceso del glaciar Upsala en los últimos 15 años, moderación en la tendencia para el O'Higgins y Tyndall y una tasa relativamente estable en el Glaciar Jorge Montt. El adelgazamiento de glaciares también es significativo.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Inventarios

**Nº:** 13  
**FECHA:** 1996

Título	The use of satellite and airborne imagery to inventory outlet glaciers of the Southern Patagonia Icefield, South America
Autor (es)	Aniya M., Sato H., Naruse R., Skvarca P. Y Casassa G.
Nombre completo de la revista o libro	Photogrammetric engineering and remote sensing
Referencias	1996, Volume 62, no. 12, pages 1361-1369
Palabras clave	South America ; satellite methods ; remote sensing ; airborne methods ; imagery ; glaciers ; ice ; Patagonia ; Thematic Mapper ; Landsat ; topographic maps ; aerial photography ; drainage basins ; classification ; snow ; morphology
Resumen	<p>A Landsat TM mosaic of the Southern Patagonia Icefield (SPI), South America, was utilized as an image base map to inventory its outlet glaciers. The SPI is South America's largest ice mass with an area of approximately 13.000 km<sup>2</sup>. The icefield does not have complete topographic map coverage. With the aid of stereoscopic interpretation of aerial photographs and digital enhancement of the Landsat TM image, glacier divides were located and glacier drainage basins were delineated, giving a total of 48 outlet glaciers. Employing a supervised classification using Landsat TM bands 1, 4 and 5, glacier drainage basins were further divided into accumulation and ablation areas, thereby determining the position of the transient snow line (TSL). After comparing with existing data, it was found that the TSL could be taken, for practical purposes, as the equilibrium line (EL). The position of the TSL was then compared with topographic maps, where available, to determine the equilibrium line altitude (ELA). Altogether, 11 parameters relating primarily to glacier morphology were inventoried. Pio XI Glacier (1.265 km<sup>2</sup>) is found to be the largest outlet glacier in South America, and may also be its longest. The average accumulation area ratio of 0,75 is larger than those of the Northern Patagonia Icefield and European glaciers. All but two outlet glaciers calve into fjords or proglacial lakes.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Imágenes Landsat TM y fotografías aéreas de los Campos de Hielo Sur son utilizadas como base de inventario de glaciares, donde no hay completa cobertura de mapas topográficos. El estudio da un total de 48 glaciares. El empleo de una clasificación supervisada usando las bandas Landsat TM 1, 4 y 5 se obtienen las cuencas divididas en áreas de acumulación y ablación, determinando así la posición de la línea de nieve. La línea de nieves es aquí considerada la línea de equilibrio. 11 parámetros de la morfología de los glaciares fueron inventariados. El Glaciar Pío XI (1.265 km<sup>2</sup>) es el glaciar más grande de América del Sur. El AAR promedio es de 0,75; mayor al de Campo de Hielo Norte y de los glaciares europeos. Casi todos los glaciares terminan en fiordos y lagos proglaciales.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**Nº:** 14  
**FECHA:** 1997

Título	Glacier variations of Hielo Patagónico Norte, Chile, between 1944/45 and 1995/96
Autor (es)	Aniya M. Y Wakao Y.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of glacier research
Referencias	1997, Volume 15, pages 11-18
Palabras clave	Glacier variation ; Climate modification ; Climate element ; Aerial photography ; Image analysis ; Chile ; South America ; America
Resumen	<p>The variation of 22 outlet glaciers of Hielo Patagónico Norte (Northern Patagonia Icefield) between 1993/94 and 1995/96 was elucidated, and together with the results of the previous studies, the variation since 1944/45 was discussed in conjunction with the climate data recorded at two nearest stations. Although the recession has continued at most glaciers, the recession rates have declined since 1990. During the period of 1994-96, the recession rates of most glaciers located on the eastern side of the icefield slowed down, with two glaciers slightly advanced, while those of the glaciers located on the western side slightly increased, compared to the previous study period of 1991-94. It appears that there is a slight difference in response time to climate changes between those glaciers on the western and eastern sides of the icefield. The climatic records show increases in precipitation during the 1970s. The slowing-down of the recession rates of the western glaciers during 1991-94 and that of the eastern glaciers during 1994-96 suggest that they responded to the precipitation increase with a time lag of about 20 and 23 years, respectively. Heavily debris-covered glaciers have continued to waste down before starting to retreat. The snout disintegration in a proglacial lake due to a drastic increase in calving rate, probably a delayed response to the climate change, produced an apparent large recession at a few glaciers. The ice volume lost by the recession in 51 years is estimated at 6,4 to 19,2 km<sup>3</sup>, whereas that by thinning to be 212 to 291 km<sup>3</sup>.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Variaciones de 22 glaciares de Campo de Hielo Norte en relación con datos climáticos. Tasas de retroceso menores desde 1990. Habría una ligera diferencia en el tiempo de respuesta a los cambios climáticos entre los glaciares del lado occidental y los del lado oriental del Campo de Hielo. Los registros climáticos muestran aumentos en las precipitaciones durante la década de 1970, a lo que los glaciares habrían respondido con un desfase entre 20 y 23 años. Los glaciares desprendentes mostrarían retrocesos más grandes.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**Nº:** 15  
**FECHA:** 1997

Título	Recent Glacier Variations in the Southern Patagonia Icefield, South America
Autor (es)	Aniya M., Sato H., Naruse R., Skvarca P. y Casassa G.
Nombre completo de la revista o libro	Arctic and Alpine Research
Referencias	1997 Volume 29, N° 1 pages 1-12
Palabras clave	Recent Glacier Variations, Southern Patagonia Icefield, Landsat, SPOT
Resumen	<p>The area variations of 48 outlet glaciers of the Southern Patagonia Icefield, South America, were elucidated for a period between 1944/45 and 1985/86, utilizing various remotely-sensed data. All but two of these glaciers are currently calving into a proglacial lake or a fiord. During the 41-yr period, most glaciers retreated, while a few glaciers remained almost stagnant and two glaciers had a net advance. The largest rate of area loss was <math>1,21 \text{ km}^2 \text{ yr}^{-1}</math> (or a distance of 484 m) at O'Higgins Glacier, which is by far the largest loss in Patagonia. On the other hand, Pío XI Glacier, the largest glacier in South America, advanced at a rate of <math>1,45 \text{ km}^2 \text{ yr}^{-1}</math> (or a distance of 288 m) during the same period. Moreno Glacier oscillated frequently, with a net gain of <math>4,1 \text{ km}^2</math> in area in 39 yr; however, it is regarded to be currently in equilibrium. Some locational contrasts in the retreating rates can be recognized. For example, those on the northern half and on the east retreated at greater rates than those on the southern half and on the west, respectively. Possible causes for such variation patterns include temperature warming, although weak, in this century in the area south of latitude <math>46^\circ \text{S}</math>. On top of such climatic forcing, glacier dynamics affected by the size of the glacier, surface gradient around the equilibrium line (EL), and calving status and channel geometry exerted influence, causing a wide variety of the changing rates. The volume of ice loss due to snout retreats during the 41-yr period is estimated to be on the order of 40 to <math>80 \text{ km}^3</math>. The volume loss in the ablation area due to thinning is roughly estimated at about 100 to <math>300 \text{ km}^3</math> for the same period.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Variaciones de los 48 glaciares efluentes del Campo de Hielo Sur entre 1944/45 y 1985/86 mediante la utilización de sensores remotos. La gran mayoría son glaciares de calving. Durante el período de 41 años, la mayoría de los glaciares retrocedieron. La mayor pérdida de superficie es de <math>1,21 \text{ km}^2 \text{ a}^{-1}</math> para el Glaciar O'Higgins, la mayor en Patagonia. El Glaciar Pío XI avanzó a una tasa de <math>1,45 \text{ km}^2 \text{ a}^{-1}</math> durante el mismo período. El Glaciar Perito Moreno se considera que se encuentra en equilibrio. La causa más probable de variación glaciar es el aumento de la temperatura, aunque débil, en este siglo en la zona al sur del paralelo <math>46^\circ \text{S}</math>. Le sigue la propia dinámica de los glaciares debido el tamaño del glaciar, la pendiente, las condiciones frontales y geometría de valles.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**Nº: 16**  
**FECHA: 1999**

Título	Variations of Patagonian Glaciers, South America, utilizing RADARSAT Images
Autor (es)	Aniya, M., Naruse, R., Casassa, G., & Rivera, A.
Nombre completo de la revista o libro	Proceedings of the International Symposium on RADARSAT Application Development and Research Opportunity
Referencias	1999 pages 13-15
Palabras clave	Radarsat, Patagonia, variations, radar
Resumen	<p>Combining RADARSAT images (1997) with either Landsat MSS (1987 for NPI) or TM (1986 for SPI), variations of major glaciers of the Northern Patagonia Icefield (NPI, 4.200 km<sup>2</sup>) and of the Southern Patagonia Icefield (SPI, 13.000 km<sup>2</sup>) were studied. Of the five NPI glaciers studied, San Rafael Glacier showed a net advance, while other glaciers, San Quintin, Steffen, Colonia and Nef retreated during the same period. With additional data of JERS-1 images (1994), different patterns of variations for periods of 1986-94 and 1994-97 are recognized. Of the seven SPI glaciers studied, Pio XI Glacier, the largest in South America, showed a net advance, gaining a total area of 5,66 km<sup>2</sup>. Two RADARSAT images taken in January and April 1997 revealed a surge-like very rapid glacier advance. O'Higgins Glacier, which retreated more than 13 km during 1945-86, stagnated for 1986-97. Perito Moreno Glacier has the continuing stability. Other glaciers, Viedma, Upsala, Tyndall, and Ameghino, lost area, ranging from 0,52 to 7,16 km<sup>2</sup>. Between January and May 1997, Upsala Glacier lost an area of 2,71 km<sup>2</sup>.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Imágenes RADARSAT (1997), Landsat MSS (1987 para NPI) y TM (1986 para la SPI) se utilizan para estudiar las variaciones de los glaciares más importantes del Campo de Hielo Norte (4.200 km<sup>2</sup>) y del Campo de Hielo Sur (13.000 km<sup>2</sup>). Glaciar San Rafael mostró un avance neto, mientras que otros glaciares, San Quintín, Steffen, Colonia y Nef se retiraron durante el mismo período. El Glaciar Pío XI, el más grande de América del Sur, mostró un avance neto, ganando una superficie total de 5,66 km<sup>2</sup>. El Glaciar O'Higgins retrocedió más de 13 km durante 1945-86. Glaciar Perito Moreno se presentó estable.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**Nº:** 17  
**FECHA:** 2000

Título	Variations of Patagonian Glaciers, South America, using RADARSAT and LANDSAT Images
Autor (es)	Aniya, M., Dhakal, A., Park, S. and Naruse, R.
Nombre completo de la revista o libro	Canadian Journal of remote Sensing, 26/6
Referencias	2000 pages 501-511
Palabras clave	Radarsat, Patagonia, variations, radar
Resumen	<p>Combining RADARSAT images taken in 1997 with Landsat TM data of 1986, variations of major glaciers of the Southern Patagonia Icefield (area 13.000 km<sup>2</sup>) were studied. These include the four largest outlet glaciers of the icefield, Pío XI, Viedma, Upsala and O'Higgins, and three medium to small glaciers, Ameghino, Perito Moreno and Tyndall, where field work has been conducted since 1990. Of these, Pío XI Glacier, the largest in South America, showed a net advance, gaining a total area of 4,38 km<sup>2</sup> in 11 years. Two RADARSAT images taken in January and April 1997 revealed a surge-like very rapid glacier advance. O'Higgins Glacier, which retreated more than 14 km during 1945-86, stagnated between 1986 and 1997. Two RADARSAT images taken in January and May 1997 for Upsala Glacier, the third largest, revealed that the proglacial lake was choked with iceberg, indicating very active calving in a short period of time and a large scale retreat of the western half of the glacier, during which it lost an area of 2,71 km<sup>2</sup>. Such large scale retreats accompanied by choking icebergs were observed in 1981-82, 1990-93 and 1993-95. Other glaciers, Viedma, Tyndall and Ameghino have continued to retreat with the similar trend as before, losing an area ranging from 0,52 to 6,48 km<sup>2</sup>. Perito Moreno Glacier, which had a net advance between 1944 and 1986, also lost a small area in 1986-97; however, this is probably a phase in the frequent oscillation of the snout position observed since 1944. The registration error of the snout position is estimated to range from less than one pixel (20 m) to nearly five pixels (146 m).</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Imágenes RADARSAT (1997) y Landsat TM (1986) se utilizan para estudiar las variaciones de los glaciares más importantes del Campo de Hielo Sur (13.000 km<sup>2</sup>). El Glaciar Pío XI, el más grande de América del Sur, mostró un avance neto, ganando una superficie total de 4,38 km<sup>2</sup> en 11 años. El Glaciar O'Higgins retrocedió más de 14 km durante 1945-86. Glaciar Perito Moreno presentó un avance neto entre 1944 y 1986, y también presentó una pequeña pérdida en 1986 y 1997.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**N°:** 18  
**FECHA:** 2001

Título	Overview of glaciological research project in Patagonia in 1998 and 1999: Holocene glacier variations and their mechanisms
Autor (es)	<b>Aniya M. y Naruse R.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of glaciological research
Referencias	2001, Volume 18, pages 71-78
Palabras clave	Holocene; Glacier variation; Ice; Snow; Ice calving; Glacier; Chile; South America; America
Resumen	<p>The Patagonia Icefield comprises Hielo Patagónico Norte (HPN) and Hielo Patagónico Sur (HPS) and is the largest temperate ice body in the Southern Hemisphere with the combined area of 17.200 km<sup>2</sup>. Glaciological research project in Patagonia was carried out in 1998 and 1999, with the two main objectives; (1) to elucidate the Holocene glacier variations of HPN, and (2) to drill in the accumulation area of Glaciar Tyndall of HPS. The other research topics included; (1) glaciological, meteorological and hydrological resurveys at Glaciar Soler of HPN, (2) study of snow/ice biology (insects and algae) at Glaciar Tyndall of HPS, (3) ice calving observation and measurements of Glaciar Perito Moreno of HPS (4) bathymetric survey of Brazo Upsala of Lago Argentino in HPS, and (5) aerial survey of Glaciar Soler and HPN outlet glaciers. The background of the project is presented, and field work and some of the major results are described.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los Campos de Hielo son los mayores cuerpos de hielo temperado en el hemisferio sur, con una superficie total de 17.200 km<sup>2</sup> por lo cual se desarrolla un estudio con dos objetivos principales: (1) aclarar las variaciones de los glaciares Holocénicas, y (2) hacer prospecciones en la zona de acumulación del Glaciar Tyndall. Los otros temas de investigación incluyen: (1) levantamientos glaciológicos, meteorológicos e hidrológicos en el glaciar Soler, (2) estudios biológicos de la nieve/hielo (insectos y algas) en el Glaciar Tyndall, (3) observaciones de actividad de calving y medición de Glaciar Perito Moreno, (4) Estudio batimétrico del Brazo Upsala de Lago Argentino y reconocimiento aéreo y (5) levantamiento aéreo del Glaciar Soler.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 19  
**FECHA:** 2002

Título	Utilization of 6 x 6 cm format vertical aerial photographs for repetitive mapping of surface morphology and measurement of flow velocities of a small glacier in a remote area: Glaciar Soler, Hielo Patagónico Norte, Chile.
Autor (es)	Aniya M., Naruse R. and Yamaguchi S.
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2002. Volume: 34, Pages: 385-390
Palabras clave	Soler glacier, flow velocities, ice surface morphology, aerial photographs
Resumen	<p>Using vertical aerial photographs taken manually with a 6 × 6 cm format camera in 1984, 1986 and 1999, the surface morphology of the ablation area of Glaciar Soler, Hielo Patagónico Norte (northern Patagonia icefield), Chile, was studied. Glaciar Soler has an area of 50,9 km<sup>2</sup>; the ablation area below the icefall is about 7 km long and 2 km wide. An uncontrolled aerial-photographic mosaic for the area below the icefall was assembled from 40-60 aerial photographs, on which the surface morphology was mapped from interpretation of stereo pairs of the enlarged photographs (scales of 1:4.500 to 1:8.000). The mapped features include debris-free and debris-covered ices, ogive bands and waves, crevasses, supraglacial streams, moulins, medial moraines, troughs and grooves. A total of 32-34 pairs of ogive bands were recognized, from which an average flow velocity of about 160 m a<sup>-1</sup> was deduced. The spacing of a pair of light and dark ogive bands indicates that the flow velocity ranges from about 350 m a<sup>-1</sup> near the icefall to some 100 m a<sup>-1</sup> near the snout. Comparison of the field-measured data with the ogive spacing indicates that the seasonal variation in flow velocity of Glaciar Soler is very large, probably because of variation in the amount of basal sliding.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Uso de fotografías aéreas verticales para analizar la morfología de la superficie de la zona de ablación del Glaciar Soler, Campo de Hielo Norte. El glaciar Soler tiene una superficie de 50,9 km<sup>2</sup>, la zona de ablación por debajo de la cascada de hielo es de unos 7 km de largo y 2 km de ancho. Se analizan las áreas cubiertas y descubiertas, las bandas de ojiva, olas, grietas, corrientes supraglaciales, Moulins, morrenas mediales, etc. Se concluye que la variación estacional de la velocidad del flujo del Glaciar Soler es muy grande, probablemente debido a la variación en la cantidad de deslizamiento basal.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 20  
**FECHA:** 2005

Título	Overview of glaciological Research Project in Patagonia 2003
Autor (es)	<b>Aniya M., Satow K., Skvarca P., Anma R., Auki T., Sawagaki T., Tanikawa T., Naruse R., Glasser N. y Harrison S.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of glaciological research
Referencias	2005, Volume 22, pages 109-119
Palabras clave	Patagonia, glaciar Tynday, variations
Resumen	<p>Glaciological Research Project in Patagonia 2003 is the first year of the three-year project entitled "Holocene Environmental Changes in Patagonia Icefield, South America" funded by the Ministry of Education, Science, Sports and Culture, Japan. In this report, we outlined the aim of the project and purposes of the 2003 activities. Three field parties were sent to Patagonia: (1) geomorphological and glaciological group to Glaciar Exploradores, the Northern Patagonia Icefield, (2) glaciological group to Glaciar Perito Moreno, the Southern Patagonia Icefield, and (3) geological group to the volcanic field and alpine glaciers of Patagonia. Activities of the each group are described and some preliminary results are summarized.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Proyecto de Investigación en Patagonia 2003 titulado "Cambios ambientales Holocénicos en los Campos de Hielo de la Patagonia, América del Sur", financiado por el Ministerio de Educación, Ciencia, Deportes y Cultura, Japón. En este informe, se indica el objetivo del proyecto y los propósitos de las actividades del año 2003. Tres grupos expedicionarios fueron enviados a la Patagonia: (1) grupo geomorfológico y glaciológico al Glaciar Exploradores, Campo de Hielo Norte, (2) grupo glaciológico al Glaciar Perito Moreno, Campo de Hielo Sur, y (3) Grupo geológico sobre el terreno volcánico y los glaciares alpinos de la Patagonia. Las actividades del grupo se describen y algunos resultados preliminares se resumen.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**Nº: 21**  
**FECHA: 2007**

Título	Recent glacier advances at Glaciar Exploradores, Hielo Patagónico Norte, Chile
Autor (es)	Aniya M., Barcaza G. y Iwasaki S.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciological Research
Referencias	2007, Volume 24, pages 49-57
Palabras clave	Variaciones, Neoglaciar, dendrocronología, 14C
Resumen	<p>With the purpose of establishing the recent glacial chronology of the HPN, moraines at Glaciar Exploradores were identified and investigated, thereby collecting samples for +C dating. In total, three moraine systems were recognized, the Invernada moraine (TM1), main moraine (TM2) and the modern (secondary) moraines (TM3). TM3 was further subdivided into TM3-1 and TM3-2 based on vegetation cover, size, morphology, degree of rock weathering, and development of mosses on rocks. Two samples from TM1, six samples from TM2 and seven samples from TM3 were dated. Also the number of tree rings was counted at TM2 and TM3. Based on these data, four possible scenarios were postulated and examined. The tentative conclusion is that there were two recent glacial advances at Glaciar Exploradores, one sometime between the 12th and 17th century (forming main moraine, TM2) and the other around the early to mid-19th century (TM3-1) and after ca. 1944 (TM3-2). We could not obtain a date that would indicate the age of the Invernada moraine (TM1): however, from the age of TM2, it was speculated that it could be of the Neoglaciation III (1.600-1.300 BP).</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Cronología de morrenas del Glaciar Exploradores, Campo de Hielo Norte. En total, tres sistemas de morrena fueron reconocidas, la morrena Invernada (TM1), morrena principal (TM2) y morrenas modernas (TM3). TM3 se subdividió en TM3-1 y TM3-2 sobre la base de la cubierta vegetal, tamaño, morfología, grado de erosión de las rocas, y el desarrollo de los musgos en las rocas. Dos muestras de TM1, seis muestras de TM2 y siete muestras de TM3 fueron datadas. También se contó el número de anillos de crecimiento de árboles en TM2 y TM3. Basándose en estos datos, se analizan cuatro posibles escenarios. La conclusión preliminar es que hay dos avances recientes en el glaciar Glaciar Exploradores, uno en algún momento entre los siglos 12 y 17 (que constituyen la morrena principal, TM2) y el otro entre principios y mediados del siglo 19 (TM3-1) y después de aprox. 1944 (TM3-2). No se obtuvo fecha que indique la edad de la morrena Invernada (TM1): sin embargo, a partir de la edad de TM2, se especuló que podría ser del Neoglacial III (1.600-13.00 BP).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**

**N°: 22**

**TEMA: Variaciones frontales y areales, flujo de hielo,  
Hidrología glaciar**

**FECHA: 2007**

Título	Glaciological and geomorphological studies at Glaciar Exploradores, Hielo Patagónico Norte, and Glaciar Perito Moreno, Hielo Patagónico Sur, South America, turing 2003-2005 (GRPP03-05)
Autor (es)	<b>Aniya M., Enomoto H., Auki T., Matsumoto T., Skvarca P., Barcaza G., Suzuki R., Sawagaki T., Sato N., Isenko E., Iwasaki S., Sala H., Fukuda A., Satow K. and Naruse R.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciological Research
Referencias	2007, Volume 24, pages 95-107
Palabras clave	Glacier variations, Glaciar Exploradores, Glaciar perito Moreno Patagonia, Chile, GPS, glaciar flow, meteorology, hydrology
Resumen	<p>The major results of the Glaciological Research Project in Patagonia (GRPP) 2003-2005 , which targeted Glaciar Exploradores of the Hielo Patagónico Norte (HPN) and Glaciar Perito Moreno of the Hielo Patagónico Sur (HPS), were reported. Studies at Glaciar Exploradores include recent glacial chronology, glacier flow measurements with D-GPS, meteorological measurements with an AWS and hydrological measurements at the outlet stream. Three moraine systems were recognized, and most recent two of them were formed sometime between the 12th and 17th century and the early to mid-19th century. The annual glacier flows in the area within 5 km from the terminus ranged 48 to 138 m in 2003-2004. Strong emergence velocity was observed near the terminus. The annual precipitation near the terminus was close to 3.000 mm, the mean annual air temperature was 7,5 °C and the annual specific runoff was about 6.200 mm in 2005. Also the variations of 21 outlet glaciers of the HPN from 1944/45 to 2004/05 were presented with their notable characteristics. The area loss due to recession in 60 years amounted to ca. 100 km<sup>2</sup>, of which close to 30% was accounted by Glaciar San Quintin, the largest glacier of the HPN. At Glaciar Perito Moreno, observations and measurements were carried out for flow, strain grid and meteorological measurements, and calving activities. Flow velocity per day in December 2004 ranged 3,95 to 0,53 m, with the average of 1,66 m at the calving front. At the middle reach, the average daily flow velocity was 1,5 m, and the profile survey revealed that the inner zone maintained ticker conditions, but with no significant trend of additional thickening. The annual mean temperature near the EL (ca. 1.350 m) was 1,0 °C, while that at near the terminus was 6,3 °C in 2005.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Proyecto de investigación glaciológica en Patagonia (GRPP) 2003-2005 enfocada en Glaciar Exploradores, Campo de Hielo Norte (CHN) y Glaciar Perito Moreno, Campo de Hielo Sur (CHS), incluyendo cronologías, mediciones de flujo con D-GPS, mediciones meteorológicas e hidrológicas. Tres sistemas de morrena fueron reconocidos. Las velocidades a 5 km del frente terminal oscilan entre 48 y 138 m en el período 2003-2004. La precipitación anual es aprox. 3.000 mm y la temperatura media anual fue de 7,5 ° C. Se presentan variaciones de 21 glaciares de CHN de 1944/45 a 2004/05. La pérdida de área en CHN debido al retroceso en 60 años es de aprox. 100 km<sup>2</sup>, de los cuales cerca del 30% corresponde al Glaciar de San Quintín, el más grande de la HPN.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 23

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 2006

Título	Response of Hofsjökull and southern Vatnajökull, Iceland, to climate change
Autor (es)	<b>Aðalgeirsdóttir, G., Jóhannesson, T., Björnsson, H., Pálsson, F. and O. Sigurðsson</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Geophysical Research
Referencias	2006. 11, F03001, doi:10.1029/2005JF000388
Palabras clave	Vatnajökull – Hofsjökull – Langjökull – Iceland - ice flow - mass balance model
Resumen	<p>The surface and bed topography of Vatnajökull, Hofsjökull and Langjökull ice caps have been constructed from GPS and radio-echo surveys and mass balance measurements conducted over the last 10 to 15 years, depending on the glaciers. A degree-day mass balance model, using records of meteorological stations away from the glaciers, was calibrated against the observations of winter and summer balance. We used the mass balance model, coupled to a 3-D ice flow model, to simulate the evolution of Langjökull, Hofsjökull and the southern part of Vatnajökull over the next centuries in response to a prescribed climate change scenario for Iceland (the Nordic CE project). The volume of ice caps is predicted to decrease drastically over the next 200 yrs. Runoff will increase over the next 40-60 years and remain higher than at present until the close of the 21<sup>st</sup> century.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La superficie y topografía subglacial de los grandes glaciares Vatnajökull, Hofsjökull and Langjökull ha sido construida mediante GPS e inspecciones de radares y las mediciones del balance de masa fueron realizadas en los últimos 10 a 15 años, dependiendo de los glaciares. En este trabajo se usó un modelo de balance de masa, en conjunto con un modelo de flujo de hielo en 3D, para simular la evolución del Langjökull, Hofsjökull and la parte sur del Vatnajökull dentro de los próximos siglos en respuesta a predicho escenario de cambio climático para Islandia (the Nordic CE project).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y Areales

**Nº:** 24  
**FECHA:** 2007

Título	Historical records of San Rafael glacier advances (North Patagonian Icefield): another clue to 'Little Ice Age' timing in southern Chile?
Autor (es)	<b>Araneda A., Torrejón F., Aguayo M., Torres L., Cruces F., Cisternas M. and Urrutia R.</b>
Nombre completo de la revista o libro	The Holocene
Referencias	2007, Volume 17, 7 pages 987-998
Palabras clave	Laguna San Rafael, Campo de hielo, registros históricos, variaciones, Historical records, glacier advances, 'Little Ice Age' (LIA), southern Chile, North Patagonia Icefield
Resumen	<p>Past ice lobe behaviour at Laguna San Rafael is described in documents provided by Spanish and then Chilean explorers from the late seventeenth to the early twentieth centuries. These records begin in AD 1675, when temperate conditions, probably similar to those at present, prevailed. At that point, the glacier was confined within its valley, not penetrating the Laguna. The glacier advanced noticeably during the nineteenth century and probably reached a maximum position for the 'Little Ice Age' around AD 1875. The historical sources suggest a slight retreat in AD 1904 in relation to the conditions prevailing 29 years earlier. The historical data show that the eighteenth to nineteenth century cooling period at San Rafael glacier was within the temporal window of the European 'Little Ice Age'. This work provides independent, direct historical evidence for the occurrence of this event in southern Chile.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Variaciones del antiguo lóbulo de hielo en la Laguna San Rafael en base a documentos proporcionados por exploradores españoles. Estos registros comienzan en el año 1675. El glaciar avanzó notablemente durante el siglo XIX y probablemente alcanzó una posición máxima de la "Pequeña Edad de Hielo" alrededor del año 1875. Las fuentes históricas indican un leve cambio en el año 1904 en relación con las condiciones prevalecientes 29 años antes. Los datos históricos muestran que el enfriamiento del siglo XVIII-XIX en el glaciar San Rafael ocurrió dentro de la "Pequeña Edad de Hielo".</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**

**N°: 25**

**TEMA: Variaciones, espesor hielo, flujos de hielo**

**FECHA: 2007**

Título	Variaciones recientes del lóbulo Zapata Sur, Glaciar Tyndall. Campo de Hielo Patagónico Sur (Chile)
Autor (es)	<b>Araos J., Godoi M.A. and Carvallo R.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Revista de Geografía Norte Grande
Referencias	2007 Volume 37 pages 75-84
Palabras clave	Glaciar Tyndall, cambio climático, variaciones glaciares
Resumen	<p>Un grupo de investigadores del CEQUA y la Dirección de Programas Antárticos (DPA) de la UMAG, han realizado una serie de campañas glaciológicas en un sector del glaciar Tyndall denominado lóbulo Zapata Sur. Variaciones recientes de este sector podrían estar asociadas al cambio climático que experimenta la región. Se reportan resultados obtenidos desde marzo de 2003 a la fecha. Mediciones con un sistema de radio-eco sondeo permitieron estimar espesores de hielo entre 63 m, cerca del margen E actual del glaciar, y 617 m hacia el centro del glaciar, a una distancia de 2,5 km del margen E. Mediciones GPS realizadas en 5 balizas permitieron estimar un adelgazamiento promedio del hielo de 2,63 m, entre marzo de 2002 y noviembre de 2003. En las inmediaciones del margen E del hielo se detectó una velocidad de 18 m a<sup>-1</sup>, mientras que en un sector localizado aproximadamente a 3 km al W del margen la velocidad del flujo de hielo es del orden de 270 m a<sup>-1</sup>.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**Nº: 26**  
**FECHA: 2007**

Título	Reconstructing climate variability using tree rings and glacier fluctuations in the southern Chilean Andes
Autor (es)	Aravena J.C.
Nombre completo de la revista o libro	PhD. Thesis
Referencias	Faculty of Graduate Studies The University of Western Ontario London, Ontario, Canada. 220 p.
Palabras clave	Precipitation, homogeneity analysis, atmospheric circulation, <i>Pilgerodendron uviferum</i> , tree rings, time series analysis, climate variability, Southern South America, glaciers, dendroglaciology, Little Ice Age
Resumen	<p>This thesis investigates climate variability in southern South America (south of 40°S) during the last 400 years using instrumental data, tree rings and glacier fluctuations. The dominant spatial and temporal patterns of a network of 25 homogeneous instrumental rainfall records were analyzed and used to define four regional precipitation series (1950-2000): Northwestern Patagonia, central Patagonia, Patagonian plains-Atlantic, and southern Patagonia.. A new network of 18 tree-ring chronologies from <i>Pilgerodendron uviferum</i>, an endemic conifer, was developed from sites along the western flank of the southern Andes. Highly significant series inter-correlation values ranged between 0,44 and 0,629 while mean sensitivity values ranged between 0,186 and 0,252. The series have relatively few missing rings (0,77 – 0,12% in individual chronologies). The oldest <i>Pilgerodendron</i> sampled to date was 859 years old while the chronology length ranged between 239 and 633 years. Ring-width series are correlated with precipitation but there were difficulties developing strong precipitation/ring-width relationships for individual stations/sites. However, two regional rainfall reconstructions were developed based on the inverse correlation between <i>Pilgerodendron</i> radial growth and the precipitation of northwestern and southern Patagonia. The reconstruction for spring-early summer in northwestern Patagonia extends from AD 1600 to 2002, and only explains 14% of the variance in the instrumental record. The southern Patagonia summer-autumn precipitation reconstruction (1600 to 2000) explains 40% of the total variance. Both reconstructed series show oscillatory modes for periodicities between 2 and 4 years and between 20 and 40 years. Droughts recognized in the reconstructed northwestern Patagonia precipitation series coincide with several other precipitation reconstructions of south-central Chile and Argentina over the last 400 years. “Little Ice Age” glacier fluctuations were examined at Mount San Lorenzo (47°30’S) and Santa Ines Island (53°45’S) in southern Chile using dendroglaciologic, geomorphic and historical (documentary, photographic) evidence. At Mount San Lorenzo the glacial advances occurred between 1600 and the late 1800s-early 1900s. At Santa Ines Island, the oldest glacial advance is dated ca. AD 1675 at Alejandro Glacier. Minimum age estimates ca. AD 1758, 1840-45 and 1895-1910 are common to Alejandro and Beatriz glaciers suggesting synchronous glacial activity. Glaciers have been receding at both sites during the last half of the 20th century. Radiocarbon dates from peat at Beatriz Glacier on Santa Ines Island indicate that the seventeenth century advance was the most extensive in the last 5.300 years in this area. Comparison between these glacier histories and climatic reconstructions for the last 400 years shows that glaciers from both study areas respond to a combination of temperature and precipitation. Future work involving a multi-criteria approach to date these moraines should include examination of soils, volcanic tephtras and lake deposits within moraines, together with other dating tools to improb� the dating control of the glacier histories.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Tesis doctoral en relación a la variabilidad climática en el sur de América del Sur (al sur de 40� S) durante los últimos 400 años a partir de datos instrumentales, los anillos de los árboles y las fluctuaciones de los glaciares.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Paleoclimatología**

**Nº: 27**  
**FECHA: 2002**

Título	Tree-ring growth patterns and temperatura reconstruction form <i>Nothofagus pumilio</i> (Fagaceae) forests at the upper tree line of southern Chilean Patagonia.
Autor (es)	<b>Aravena J.C., Lara A., Wolodarsky- Franke A., Villalba R. and Cuq E.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Revista Chilena de Historia Natural
Referencias	2002 Volume 75, pages 361-376
Palabras clave	dendroclimatology, <i>Nothofagus</i> , tree-rings, tree line, Patagonia, warming trend.
Resumen	<p><i>Nothofagus pumilio</i> (Poepp. et Endl. Krasser) is a deciduous species that dominates the upper tree line of the Chilean and Argentinean Andes between 35° 36' and 55° 31' S. In this study we describe the development of 21 tree-ring width chronologies of <i>N. pumilio</i> across its southernmost range of distribution (51-55° S) in Chile, and analyze the relationship between <i>N. pumilio</i> tree-growth and climate. Ten of the tree-ring chronologies in our study, show an increasing trend and/or above average tree-ring growth since ca. 1960 to 1996, which coincides with the increase in temperatures shown by instrumental records from southern Patagonia. Another dominant pattern in tree-growth is a remarkable ca. 7-year cycle present in three of the study sites from Isla Navarino, the southernmost of our study areas (ca. 55° S). These two dominant tree-growth patterns, represent the main modes of variation of the <i>N. pumilio</i> tree-ring records in the southern Chilean Patagonia, accounting for 14 and 28% of its total variance, respectively. Based on the positive correlation between tree growth and temperature in several of the study sites analyzed in this work, we developed a reconstruction of the Punta Arenas minimum annual temperatures from the seven tree-ring records with the highest correlation with temperature, covering the 1829-1996 period. The reconstruction shows that during most of the 19<sup>th</sup> century, minimum annual temperatures remained below-average and increased to values fluctuating around the mean during the 1900-1960 period, followed by a clear trend with above-average values after 1963.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p><i>Nothofagus pumilio</i> (Poepp. et Endl. Krasser) es una especie de árbol de hoja caduca que domina el límite arbóreo superior de los Andes de Chile y Argentina entre los 35 ° 36 'y 55 ° 31' S. Se describe el desarrollo de 21 cronologías para su rango más austral de distribución (51-55° S) en Chile, y se analiza la relación entre el crecimiento de <i>N. pumilio</i> y el clima. Diez cronologías muestran una tendencia creciente de crecimiento coincidiendo con el aumento de las temperaturas registrado en la Patagonia austral. Hay un notable ciclo de 7 años en tres sitios en la Isla Navarino (ca. 55° S). Sobre esta base se reconstruyen las temperaturas mínimas anuales de Punta Arenas entre 1829 y 1996.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 28  
**FECHA:** 2008

Título	Spatio-temporal rainfall patterns in Southern South America.
Autor (es)	Aravena J. C. and Luckman B.
Nombre completo de la revista o libro	Internacional Journal of Climatology
Referencias	2008 Doi: 10.1002/joc.1761
Palabras clave	South America • Patagonia • precipitation • homogeneity analysis • time series • atmospheric circulation
Resumen	<p>The dominant spatial and temporal patterns of a network of 23 homogenous instrumental rainfall records of Southern South America were analysed and used to define four regional annual precipitation series: (1) Northwestern Patagonia (1950-2000) with nine stations from both side of the Andes between 41 and 44°S; (2) Central Patagonia (1950-2000) with five Chilean stations between 45 and 47°S; (3) Patagonian plains-Atlantic (1961-2000) with five Argentinean stations spread between 43 and 50°S and from the eastern foothills of the Andes to the Atlantic coast and (4) Southern Patagonia (1950-2000) with four stations east of the Andes, near the Strait of Magellan between 51 and 53°S. Unique patterns were also identified for two of the southernmost stations in Ushuaia and Evangelistas (EVA). Time series analysis of these regional patterns shows marked decadal variability for Northwestern and Central Patagonia, 3-7 years oscillations for the Patagonian plains-Atlantic region and a strong biannual oscillation mode for Southern Patagonia. Regional annual rainfall appears to be strongly influenced by Antarctic circulation modes (Antarctic Oscillation Index), whereas the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) influence on rainfall variability is less evident. Highly significant correlation of precipitation on the west coast of Patagonia with the pressure gradient between the subtropical eastern Pacific and the high-latitude south eastern Pacific is confirmed.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Análisis de una red de 23 registros de precipitación de sudamérica para definir cuatro series regionales: (1) noroeste de la Patagonia (1950-2000), con nueve estaciones de ambos lados de los Andes entre 41 y 44° S; (2) Patagonia Central (1950-2000) con cinco estaciones de Chile entre el 45 y 47° S; (3) llanuras patagónicas del Atlántico (1961-2000) con cinco estaciones de Argentina extendió entre el 43 y 50° S y desde las estribaciones orientales de los Andes hasta la costa atlántica y (4) de la Patagonia austral (1950-2000) con cuatro estaciones del este de los Andes, cerca del Estrecho de Magallanes entre los 51 y los 53° S. La precipitación regional parece estar fuertemente influenciada por el Índice de la Oscilación Antártica, mientras que la influencia de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) es menos evidente.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Testigos de hielo

**Nº:** 29  
**FECHA:** 1993

Título	Firn-core study from the southern Patagonia ice cap, South America
Autor (es)	Aristarain A.J. and Demas R.J.
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	1993 Volume 39 (132), 249-254
Palabras clave	Ice ; Firn ; Ice cap ; Cores ; Ion composition ; Isotopic composition ; Accumulation rate ; South America ; Chemical composition ; America ;
Resumen	<p>A shallow firn core, recovered from the southern Patagonia ice cap (elevation 2.680 m a.s.l.), has been analyzed for H stable isotope composition and for major soluble chemical compounds. The temperature measurement at 13,17 m depth (bottom of the core) shows that the ice cap is temperate. The chemical profiles indicate that some soluble impurities have been partly washed out by percolation, but seasonal deuterium content variations are relatively well preserved down to the bottom of the core, which allows the net accumulation rate of the site to be calculated (1,2 m water equivalent). The mean concentrations measured in the most recent year recorded (Cl<sup>-</sup>:4,85, nssSO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 0,65, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>:0,32, Na<sup>+</sup>: 4,30, K<sup>+</sup>:0,64 and NH<sub>4</sub><sup>+</sup>: 0,7, in <math>\mu\text{eq. l}^{-1}</math>) serve as a reference for the background chemical composition of precipitation at mid-southern latitudes under South Pacific meteorological conditions.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Testigo de neviza somero del Campo de Hielo Sur (2.680 m s.n.m.). Análisis de isótopos estables y compuestos químicos solubles. La medición de la temperatura en 13,17 m de profundidad (parte inferior de la base) muestra que el casquete de hielo es temperado. Los perfiles químicos indican que algunas impurezas solubles han sido parcialmente arrastradas por percolación, pero las variaciones estacionales de contenido de deuterio están relativamente bien conservadas que permite estimar una tasa de acumulación neta de 1,2 m de agua equivalente.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Medioambiente

**Nº:** 30  
**FECHA:** 2002

Título	Ecological impact of a large Antarctic iceberg
Autor (es)	Arrigo, K.R., van Dijken, G.L., Ainley, D.G., and M.A. Fahnestock
Nombre completo de la revista o libro	Geophysical Research Letters
Referencias	2002. 29(7), doi:10.1029/2001GL014160.
Palabras clave	Satellite imagery – icebergs - marine ecosystem
Resumen	<p>Satellite imagery has been used to document for the first time the potential for large icebergs to substantially alter the dynamics of a marine ecosystem. The B-15 iceberg (≈10.000 km<sup>2</sup>), which calved off the Ross Ice Shelf in the biologically productive southwestern Ross Sea, Antarctica, restricted the normal drift of pack ice, resulting in heavier spring/summer pack ice cover than previously recorded. Extensive ice cover reduced both the area suitable for phytoplankton growth and the length of the algal growing season. Consequently, primary productivity throughout the region was &gt;40% below normal, which changed both the abundance and behavior of upper trophic level organisms.</p> <p><u>Síntesis en castellano:4</u></p> <p>Las imágenes satelitales han sido utilizadas para documentar por primera vez el potencial de los grandes icebergs para alterar substancialmente la dinámica en un ecosistema marino. El iceberg B-15 (≈10.000 km<sup>2</sup>), que se desprendió lejos de Ross Ice Shelf, Antartica, restringió el normal flujo flotante de hielo, resultando en una cobertura de masa flotante mayor que la anteriormente registrada. La extensa cobertura redujo el área de crecimiento de fitoplancton y la longitud de crecimiento de algas. Consecuentemente, la productividad primaria a través de la región fue &gt;40% por debajo de lo normal, que cambió la abundancia y el comportamiento de las organismos del estrato superior.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte

**Nº:** 31

**TEMA:** Impacto humano sobre glaciares

**FECHA:** 2008

Título	Intervenciones de glaciares rocosos en Minera Los Pelambres, Región de Coquimbo, Chile
Autor (es)	Azocar G. and Brenning A.
Nombre completo de la revista o libro	Informe Técnico - Technical report
Referencias	2008. 14 pp.
Palabras clave	Glaciares rocosos; escorrentía superficial, reservas de agua.
Resumen	<p>Los glaciares rocosos (también llamados glaciares de roca o glaciares de escombros) son la expresión geomorfológica del permafrost de montaña y corresponden a las formas más significativas en los ambientes periglaciales de montaña en la Tierra. Poseen una geometría en forma de lengua o lóbulo, su estructura interna está constituida por una mezcla de hielo (40-60%), roca y sedimentos finos, y se desplazan lentamente ladera o valle abajo, a velocidades que varían entre los 10-100 cm/año. En general el tamaño de los glaciares rocosos es variable: Su longitud va desde de unos pocos metros a varios kilómetros pero su longitud típica es de unos 200 a 800 metros medidos en forma paralela a la dirección del movimiento, presentan empinados frentes con alturas típicas que varían entre 20 a 100 metros y con ángulos de inclinación de 25°-45°, según el estado de actividad de la geoforma. Los glaciares rocosos se originan principalmente a partir de material detrítico gravitacional (talus) y/o morrénico (debris), por lo que se distingue entre glaciares rocosos de talud y morrénicos. Según su dinámica se clasifican entre formas activas (en movimiento y con hielo en su interior), inactivas (sin movimiento pero aun con hielo en su interior) y fósiles (sin movimiento y donde se ha fusionado completamente su contenido de hielo). Numerosas investigaciones han reconocido la importancia hidrológica de los glaciares rocosos, debido a que por su estructura interna constituyen reservorios naturales de agua. En el caso de las regiones montañosas áridas y semiáridas, la importancia de los glaciares rocosos es significativamente mayor al constituir reservorios de aguas, que controlan la escorrentía superficial de los ríos de montaña, especialmente durante los meses secos. Recientes investigaciones realizadas en Chile han entregado por primera vez estimaciones de los volúmenes de hielo y equivalentes en agua de los glaciares rocosos localizados en el Centro y Norte de Chile, junto con determinar su distribución en relación al clima y a la topografía.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Glaciares rocosos

**Nº:** 32  
**FECHA:** 2009

Título	Los Glaciares Rocosos en los Andes Chilenos entre los 27° y 33°S
Autor (es)	<b>Azocar G. and Brenning A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Departamento de Geografía y Gestión Ambiental, Universidad de Waterloo
Referencias	Waterloo, Ontario, Canadá. 55 pp
Palabras clave	Glaciar rocoso, Andes, equivalente en agua, tasa de denudación, estimación estadística, Chile.
Resumen	<p>Los glaciares rocosos (o glaciares de roca, o de escombros) son importantes reservas de agua congelada en los Andes del centro-norte de Chile, y contienen información acerca de las tasas de actividad de procesos geomorfológicos. Nuestro objetivo es analizar la distribución latitudinal y altitudinal y la importancia hidrológica y geomorfológica de los glaciares rocosos entre los 27° y 33°S. Para este propósito aplicamos técnicas de estimación estadística basadas en modelos digitales de terreno y la interpretación de fotografías aéreas, y usamos modelos de balance sedimentario para evaluar tasas de denudación en los Andes. La densidad específica estimada de glaciares rocosos en el área de estudio es 1,4%, lo cual corresponde a 147,5 km<sup>2</sup>, y un equivalente en agua de 2,37 km<sup>3</sup>. La comparación con el equivalente de agua de glaciares derivado de los inventarios revisados, indica que los glaciares rocosos son los reservorios de agua congelada más importantes entre los 29° y 31°S en comparación con los glaciares. La distribución lati-altitudinal del límite inferior de glaciares rocosos sigue aproximadamente la altura de la isoterma de 0°C, pero se extiende en la parte sur del área de estudio hacia alturas con temperaturas medias anuales actuales a nivel regional que son claramente positivas. Las tasas de denudación alto-andinas inferidas de los modelos de balance sedimentario de glaciares rocosos son del orden de 0,6-0,7 mm a<sup>-1</sup>, lo cual es comparable con resultados previos en los Andes semiáridos pero más bajos que en los Andes más húmedos entre los 33°-34.5°S. Los presentes resultados y datos son la base para un análisis integrado del valor explicativo de las variables morfométricas y los datos multiespectrales de sensores remotos para la distribución de glaciares rocosos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones y Balance de Masa

**Nº:** 33  
**FECHA:** 1997

Título	The physical basis of glacier volume-area scaling
Autor (es)	<b>Bahr, D., Meier, M. and S. Peckham</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Geophysical Research B: Solid Earth
Referencias	1997. 102 (B9), 20355-20362.
Palabras clave	Ice volumen – glaciers – mass balance
Resumen	<p>Ice volumes are known for only a few of the roughly 160.000 glaciers worldwide but are important components of many climate and sea level studies which require water flux estimates. A scaling analysis of the mass and momentum conservation equations shows that glacier volumes can be related by a power law to more easily observed glacier surface areas. The relationship requires four closure choices for the scaling behavior of glacier widths, slopes, side drag and mass balance. Reasonable closures predict a volume-area scaling exponent which is consistent with observations, giving a physical and practical basis for estimating ice volumes. Glacier volume is insensitive to perturbations in the mass balance scaling, but changes in average accumulation area ratios reflect significant changes in the scaling of both mass balance and ice volume.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los volúmenes de hielo son conocidos para sólo algunos de 160.000 glaciares alrededor del mundo pero son componentes importantes de muchos estudios sobre clima y nivel del mar, las cuales requieren estimaciones de flujo de agua. Un análisis de la masa y ecuaciones de conservación muestra que el volumen del glaciar puede ser asociado con una ley de poder más fácilmente observada en áreas superficiales de glaciares.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Balance de energía

**Nº:** 34  
**FECHA:** 1982

Título	A glacier discharge model based on results from field studies of energy balance, water storage and flow
Autor (es)	<b>Baker, D., Escher-Vetter, H., Moser, H. and H. Oerter</b>
Nombre completo de la revista o libro	IAHS Publication
Referencias	1982. 138, 103-112.
Palabras clave	Energy balance – wáter storage – flow – Vernagtferner
Resumen	<p>In this paper, a discharge model is described which calculates the runoff of the glacier Vernagtferner (9,3 km<sup>2</sup>, Oetztal Alps, Austria), using the meltwater production on its surface as input data. The runoff from Vernagtferner is recorded at the gauging station "Pegelstation Vernagtbach" (2.640 m a.m.s.l.), where meteorological measurements are also made. Based on these measurements, the meltwater production for any point of the glacier surface is calculated with the aid of an energy balance model. This serves as input for the discharge model, which consists of three parallel linear reservoirs corresponding to runoff from three different areas of the glacier. A small constant fourth component is added to this to allow for groundwater. For the ablation period of 1979, the hourly mean values of the model output are in good agreement with the recorded runoff.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En este artículo, un modelo de descarga es descrito que calcula la pérdida del glaciar Vernagtferner (9,3 km<sup>2</sup>, Oetztal Alps, Austria), usando la producción de agua derretida en su superficie como dato de entrada. La pérdida desde Vernagtferner está registrada en la estación "Pegelstation Vernagtbach" (2.640 m s.n.m.), donde las medidas meteorológicas son también realizadas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**

**Nº: 35**

**TEMA: Espesor de hielo**

**FECHA: 2001**

Título	A new ice thickness and bed data set for the Greenland ice sheet, 1.Measurement, data reduction and errors
Autor (es)	<b>Bamber J.L., Layberry R.L., and Gogineni S.P.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Geophysical Research
Referencias	2001, Volume 106, pages 3733-3780
Palabras clave	Exploration Geophysics: Remote sensing, Geodesy and Gravity: General or miscellaneous, Hydrology: Glaciology (1863), Radio Science: Remote sensing
Resumen	<p>Ice thickness data collected between 1993 and 1999 using a coherent ice-penetrating radar system developed at the University of Kansas have been combined with data collected by the Technical University of Denmark in the 1970s to produce a new ice thickness grid for Greenland. Crossover analysis was used to assess the relative accuracy of the two data sets and they were weighted accordingly and interpolated onto a regular 5-km spacing grid using a kriging interpolation procedure. A high-resolution land-ice mask was used to help constrain the interpolation of the ice thickness data near the ice sheet margins where, in the past, the relative errors have been largest. The ice thickness grid was combined with a new digital elevation model of the ice sheet and surrounding rock outcrops to produce a new bed elevation data set for the whole of Greenland. The ice thickness grid was compared with the currently available data set. Differences in the center of the ice sheet, where the ice is thickest, were of the order of a few percent. Near the margins, however, large differences, of as much as a factor of 10, were found. The total volume of ice contained in the ice sheet was reestimated and found to have a value of <math>2,93 \times 10^6 \text{ km}^3</math>. The ice thickness grid was used to calculate the spatial pattern of gravitational driving stress over the ice sheet. Anomalous patterns of stress were found in areas that appeared to be associated with areas of rapid flow.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Datos de espesor de hielo obtenidos entre 1993 y 1999 con un radar de penetración desarrollado de la Universidad de Kansas en Groenlandia. La grilla de espesores de hielo se combina con un modelo digital de elevaciones. El volumen total de hielo del casquete ha sido reestimado y se calcula en <math>2,93 \times 10^6 \text{ km}^3</math>.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Balance de masa

**Nº:** 36  
**FECHA:** 2007

Título	A review of remote sensing methods for glacier mass balance determination.
Autor (es)	<b>Bamber J.L., and Rivera A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007, Volume 59, pages 138-149
Palabras clave	satellite remote sensing; Patagonia; Glaciar Chico; mass balance; glacier
Resumen	<p>Airborne and satellite remote sensing is the only practical approach for deriving a wide area, regional assessment of glacier mass balance. A number of remote sensing approaches are possible for inferring the mass balance from some sort of proxy estimate. Here, we review the key methods relevant, in particular to Andean glaciers, discussing their strengths and weaknesses, and data sets that could be more fully exploited. We also consider future satellite missions that will provide advances in our observational capabilities. The methods discussed include observation of elevation changes, estimation of ice flux, repeat measurement of changes in spatial extent, snowline elevation and accumulation–ablation area ratio estimation. The methods are illustrated utilising a comprehensive review of results obtained from a number of studies of South American glaciers, focusing specifically on the Patagonian Icefields. In particular, we present some new results from Glaciar Chico, Southern Patagonian Icefield, Chile, where a variety of different satellite and in-situ data have been combined to estimate mass balance using a geodetic or elevation change approach over about a 25 yr period.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Análisis de los diferentes enfoques para determinar el balance de masa de glaciares, en particular los glaciares andinos, discutiendo sus puntos fuertes y débiles. Los métodos examinados incluyen la observación de cambios de elevación, estimación de flujo de hielo, cambios en la extensión espacial, altura de línea de nieve y estimación de la relación zonas de acumulación y ablación. Los métodos que se muestran se centran en los Campos de Hielo Patagónicos. En particular, se presentan algunos nuevos resultados del Glaciar Chico, Campo de Hielo Sur, Chile, donde una variedad de diferentes satélites y de datos in situ se han combinado para estimar el balance de masa usando el método geodésico.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte

**Nº:** 37

**TEMA:** Medioambiente

**FECHA:** 2008

Título	Respuestas a las consultas de las autoridades sobre Plan de monitoreo de glaciares
Autor (es)	Barrick
Nombre completo de la revista o libro	versión 2 de Marzo 2007 y Plan de monitoreo glaciares
Referencias	2008. Revisión 3. 211 pp.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Medioambiente

**Nº:** 38  
**FECHA:** 2009

Título	Pascua Lama. Minería Responsable.
Autor (es)	<b>Barrick Gold</b>
Nombre completo de la revista o libro	e-book, pagina web Barrick Gold
Referencias	2009. <a href="http://www.barrick.cl/proyectos/libro_digital/index.html">http://www.barrick.cl/proyectos/libro_digital/index.html</a> revisada en Mayo de 2009.
Palabras clave	Pascua Lama – proyecto minero – explotación de plata y oro
Resumen	<p>Barrick es una de las principales empresas mineras de oro del mundo, con 27 minas en operación distribuidas en cinco continentes. En el año 2006 produjo 8,64 millones de onzas de oro y otras cantidades significativas de plata y cobre. Además, a fines de ese año contaba con reservas probadas y probables de 123 millones de onzas de oro. El proyecto considera la explotación a rajo abierto de reservas minerales de oro, plata y cobre desde un yacimiento principal denominado Pascua-Lama, Ubicado sobre la frontera argentino-chilena, y desde otro menor denominado Penélope, ubicado en Argentina, a 2,5 kilómetros al sureste del primero. El proyecto producirá metal doré (oro-plata) y, en menor medida, concentrados de cobre y otros subproductos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur – Austral  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 39  
**FECHA:** 1980

Título	Clasificación de cuencas hidrográficas de Chile
Autor (es)	Benítez, A.
Nombre completo de la revista o libro	Dirección General de Aguas.
Referencias	1980. Santiago
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Glaciología

**Nº:** 40  
**FECHA:** 1998

Título	Glaciers & Glaciation
Autor (es)	Benn, D. and Evans, D.
Nombre completo de la revista o libro	Manual de Glaciología
Referencias	1. Arnold, London, 734.
Palabras clave	Glaciar – nieve – glaciación – sedimentación
Resumen	<p>This major new text provides a synthesis of the nature, origin and behavior of glacier systems and the geological and geomorphological evidence for their former existence. The first part of the book investigates the processes involved in forming glacier ice, the nature of glacier/climate relationships, the mechanisms of glacier flow, and the interactions of glaciers with other systems such as slopes, rivers, lakes and oceans. In the second part, emphasis is placed on landform/sediment associations, the interpretation of the earth's glacial legacy, and the reconstruction of glacial depositional environments and palaeoglaciology.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Texto que provee una síntesis de la naturaleza, origen y comportamiento del sistema glaciar y la evidencia geológica y geomorfológica de su existencia.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 41  
**FECHA:** 2007

Título	Biases of SRTM in high-mountain areas: Implications for the monitoring of glacial volume changes.
Autor (es)	Berthier E., Arnaud Y., Vincent C. and Rémy F.
Nombre completo de la revista o libro	Geophysical Research Letters
Referencias	2007, Volume 33, L08502, do 10.1029/2006GL025862
Palabras clave	Europe; Alps; French Alps; High altitude; ice; altitude; glacial environment; accuracy; topography; radar methods; global; glaciers; monitoring; mountains
Resumen	<p>Because of its nearly global coverage, the Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) topography is a promising data set for estimating mountain glacier volume changes. But, first, its absolute accuracy must be thoroughly investigated in a glacial environment. We use topographic data available in the French Alps to assess the usefulness of SRTM for the monitoring of glacier volume variations. We observe clear biases with altitude both on ice-free and glacier-covered areas. At high altitudes, SRTM elevations are underestimated by up to 10 m. These biases can have a significant impact on any estimate of glacier volume changes. If SRTM is the most recent of the two compared topographies, the volume loss is overestimated (and vice versa). We cannot conclude definitively on the origin of these biases and whether they affect all high-mountain areas but our findings invite reconsideration of previous estimates of glacier wastage based on SRTM.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Discusión sobre las ventajas de los datos de la misión Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) para estimar los cambios de volumen de los glaciares de montaña. Se analiza su aplicación en los Alpes franceses. Se observan sesgos con la altitud, tanto en glaciares descubiertos como cubiertos donde a mayor altitud, las elevaciones SRTM son subestimadas hasta en 10 m. Estos sesgos pueden tener un impacto significativo en la estimación de los cambios de volumen de los glaciares, donde la pérdida de volumen puede estar sobrevalorada.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 42  
**FECHA:** 2005

Título	Subglacial drainage processes at a High Arctic polythermal valley glacier
Autor (es)	Bingham, R., Nienow, P., Sharp, M. and S. Boon
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	2005. 51(172), 15-24.
Palabras clave	dye injections - subglacial drainage system
Resumen	<p>Dye-tracer experiments undertaken over two summer melt seasons at polythermal John Evans Glacier, Ellesmere Island, Canada, were designed to investigate the character of the subglacial drainage system and its evolution over a melt season. In both summers, dye injections were conducted at several moulins and traced to a single subglacial outflow. Tracer breakthrough curves suggest that supraglacial meltwater initially encounters a distributed subglacial drainage system in late June. The subsequent development and maintenance of a channelled subglacial network are dependent upon sustained high rates of surface melting maintaining high supraglacial inputs. In a consistently warm summer (2000), subglacial drainage became rapidly and persistently channelled. In a cooler summer (2001), distributed subglacial drainage predominated. These observations confirm that supraglacial meltwater can access the bed of a High Arctic glacier in summer, and induce significant structural evolution of the subglacial drainage system. They do not support the view that subglacial drainage systems beneath polythermal glaciers are always poorly developed. They do suggest that the effects on ice flow of surface water penetration to the bed of predominantly cold glaciers may be short-lived.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Experimentos con tintas tomados en dos veranos en el glaciar politermal John Evans, Ellesmere Island, Canada, fueron diseñados para investigar el carácter del sistema de drenaje subglacial y su evolución en la estación de derretimiento. En ambos veranos, las inyecciones de tinta fueron conducidas por varios molinos y trazados en un singular flujo subglacial.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 43  
**FECHA:** 1992

Título	Jökulhlaups in Iceland: prediction, characteristics and simulation
Autor (es)	Björnsson, H.
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	1992, Volumen 16 pages 95-106
Palabras clave	Jökulhlaups; Islandia; lagos subglaciales; volcanes subglaciales
Resumen	<p>Jökulhlaups drain regularly from six subglacial geothermal areas in Iceland. From Grímsvötn in Vatnajökull, jökulhlaups have occurred at 4 to 6 yearly intervals since the 1940s with peak discharges of 600 to 10.000 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, durations of 2 to 3 week and total volumes of 0,5 to 3,0 km<sup>3</sup>. Prior to that, about one jökulhlaup occurred per decade, with an estimated discharge of 5 km<sup>3</sup> of water and a peak discharge of approximately 30.000 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. Clarke's (1982) modification of Nye's (1976) general model of discharge of jökulhlaups gives, in many respects, satisfactory simulations for jökulhlaups from Grímsvötn, the best obtained for Manning roughness coefficients <math>n = 0,08</math> to <math>0,09</math> m<sup>-1/3</sup> s and a constant lake temperature of 0,2°C (which is the present lake temperature). The rapid ascent of the exceptional jökulhlaup of 1938, which accompanied a volcanic eruption, can only be simulated by a lake temperature of the order of 4°C. Jökulhlaups originating at geothermal areas beneath ice cauldrons located 10 to 15 km northwest of Grímsvötn have a peak discharge of 200 to 1.500 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> in 1 to 3 days, with total volume of 50 to 350 x 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>, and they recede slowly in 1 to 2 weeks. The form of the hydrograph has reversed asymmetry to that of a typical Grímsvötn hydrograph. The reservoir water temperature must be well above the melting point (10 to 20°C) and the flowing water seems not be confined to a tunnel but to spread out beneath the glacier and later gradually to collect back to conduits. Since the time of the settlement of Iceland (870 AD), at least 80 subglacial volcanic eruptions have been reported, many of them causing tremendous jökulhlaups with dramatic impact on inhabited areas and landforms. The peak discharges of the largest floods (from Katla) have been estimated at the order of 100.000 to 300.000 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, with durations of 3 to 5 days and total volume of the order of 1 km<sup>3</sup>. It is now apparent that the potentially largest and most catastrophic jökulhlaups may be caused by eruptions in the voluminous ice-filled calderas in northern Vatnajökull (of Bárðharbunga and Kverkfjöll). They may be the source of prehistoric jökulhlaups, with estimated peak discharge of 400.000 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. At present, jökulhlaups originate from some 15 marginal ice-dammed lakes in Iceland. Typical values for peak discharges are 1.000 to 3.000 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, with durations of 2 to 5 days and total volumes of 2.000 x 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>. Hydrographs for jökulhlaups from marginal lakes have a shape similar to those of the typical Grímsvötn jökulhlaup. Simulations describe reasonably well the ascending phase of the hydrographs assuming a constant lake temperature of about 1°C; but they fail to describe the recession. Some floods from marginal lakes, however, have reached their peaks exceptionally rapidly, in a single day. Such rapid ascent can be simulated by assuming drainage of lake water at 4 to 8°C. An empirical power-law is obtained between peak discharge, <math>Q_{max}</math>, and total volume, <math>V_t</math>, of the jökulhlaups from Grímsvötn: <math>Q_{max} = KV_t^b</math>, where <math>Q_{max}</math> is measured in m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, <math>V_t</math> in 10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>, <math>K = 4,15 \times 10^{-3} s^{-1} m^{-2,52}</math> and <math>b = 1,84</math>. In general, the jökulhlaups (excepting those caused by eruptions) occur when the lake has risen to a critical level, but before a lake level required for simple flotation of the ice dam is reached. The difference between the hydrostatic water pressure maintained by the lake and the ice overburden pressure of the ice dam is of the order 2 to 6 bar.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las interacciones glacio-volcánicas producen derretimiento del hielo, el cual se drena a través del glaciar hacia lagos subglaciales. Esta acumulación de agua se drena periódicamente en jökulhlaups desde los lagos y ocasionalmente durante una erupción volcánica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación Hidrológica

**Nº:** 44  
**FECHA:** 2002

Título	Subglacial lakes and jökulhlaups in Iceland
Autor (es)	Björnsson, H.
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2002, Volumen 35 pages 255-271.
Palabras clave	glaciares; Islandia; lagos subglaciales; jökulhlaup; volcanes subglaciales
Resumen	<p>Active volcanoes and hydrothermal systems underlie ice caps in Iceland. Glacier–volcano interactions produce meltwater that either drains toward the glacier margin or accumulates in subglacial lakes. Accumulated meltwater drains periodically in jökulhlaups from the subglacial lakes and occasionally during volcanic eruptions. The release of meltwater from glacial lakes can take place in two different mechanisms. Drainage can begin at pressures lower than the ice overburden in conduits that expand slowly due to melting of the ice walls by frictional and sensible heat in the water. Alternatively, the lake level rises until the ice dam is lifted and water pressure in excess of the ice overburden opens the waterways; the glacier is lifted along the flowpath to make space for the water. In this case, discharge rises faster than can be accommodated by melting of the conduits. Normally jökulhlaups do not lead to glacier surges but eruptions in ice-capped stratovolcanoes have caused rapid and extensive glacier sliding. Jökulhlaups from subglacial lakes may transport on the order of <math>10^7</math> tons of sediment per event but during violent volcanic eruptions, the sediment load has been <math>10^8</math> tons.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las interacciones glacio-volcánicas producen derretimiento del hielo, el cual se drena a través del glaciar hacia lagos subglaciales. Esta acumulación de agua se drena periódicamente en jökulhlaups desde los lagos y ocasionalmente durante una erupción volcánica.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 45  
**FECHA:** 1989

Título	Glacial Sediment Production and Development of Hydro-Electric Power in Glacierized Areas
Autor (es)	Bogen, J.
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	1989. 13, 6-11.
Palabras clave	
Resumen	<p>This paper discusses the results of a sediment-monitoring programme carried out in connection with hydro-electric power development plans in the river basins surrounding the Jostedalsgreen ice cap in Norway. Whereas the highest suspended-sediment transport rates occur during years with several flash-flood events, the bed load is more dependent upon the duration of large magnitude flood events. Bed-load transport has been obtained from annual measurements of deltaic growth in small lakes at the front of glaciers. During the years 1968-86, the mean ratio of bed load to total load amounted to 0.30-0.50% of the total load, but in years with large magnitude floods this ratio decreased. The mean annual suspended sediment yield of Norwegian glaciers ranges from 100 tonnes km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup> to 1300 tonnes km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup>. Valley glaciers cause the highest erosion rates, with the exception of the small cirque glacier, Trollbergdalsbreen, which is thought to be a soft bed glacier. The investigation programme undertaken involved monitoring the volume of suspended sediments, together with the size distribution, mineralogy and shape of grains. In general, the valley glaciers supply more sand than the smaller cirque glaciers, whereas particles in the fine sand and silt-size ranges in almost all of the glaciers are angular in shape. Methods of comparing the abrasive capacity of the sediment load at various intakes in a power plant are discussed. Long-term sediment supply from the glaciers was investigated by studies of varves and rythmites in sediment cores from glacier-fed lakes.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p><u>Se describe un programa de monitoreo sedimentario</u> en relación a planes de desarrollo de plantas hidroeléctricas en cuencas hidrográficas asociadas a la calota de Jostedalsgreen en Noruega. La media anual de producción sedimentaria en suspensión para los glaciares de Noruega varía entre 100 toneladas km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup> y 1300 toneladas km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup>, con los glaciares de valle reconocidos como los causantes de las mayores tasas de erosión. El programa evalúa volumen de sedimentos, tamaños, morfologías y mineralogía de materiales. El análisis sedimentario de largo plazo lo proveen testigos lacustres.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Testigos de hielo

**Nº:** 46  
**FECHA:** 2006

Título	A first shallow firn core record from La Ollada Glaciar on Cerro Mercedario in the Central Argentinean Andes
Autor (es)	<b>Bolius D., Schwikowski M., Rufibach B., Jenk T., Casassa G. and Rivera A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2006, Volume 43, pages 14-22
Palabras clave	El Niño-Southern Oscillation; glaciochemistry; ice core; meltwater; paleoclimate; percolation; precipitation (climatology)
Resumen	<p>In January 2003, shallow firn cores were recovered from Glaciar Esmeralda on Cerro del Plomo (33°14' S, 70°13' W; 5.300 ma.s.l.), central Chile and from Glaciar La Ollada on Cerro Mercedario (31°58' S, 70°07' W; 6.070 ma.s.l.), Argentina, in order to find a suitable archive for paleoclimate reconstruction in a region strongly influenced by the El Niño-Southern Oscillation. In the area between 28° S and 35° S, the amount of winter precipitation is significantly correlated to the Southern Oscillation Index, with higher values during El Niño years. Glaciochemical analysis indicates that the paleo-record at Glaciar La Ollada is well preserved, whereas at Glaciar Esmeralda the record is strongly influenced by meltwater formation and percolation. A preliminary dating of the Mercedario core by annual-layer counting results in a time-span of 17 years (1986-2002), yielding an average annual net accumulation of 0,45 m w.e.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Testigos de hielo extraídos del Glaciar Esmeralda, Cerro del Plomo (33°14'S, 70°13'W; 5.300 ms.n.m.), Chile central, y desde el Glaciar La Ollada en el Cerro Mercedario (31°58'S, 70°07'W; 6.070 ms.n.m.), Argentina, con el fin de encontrar un archivo para la reconstrucción del paleoclima en una región fuertemente influenciada por el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur. En la zona entre 28° S y 35° S, la cantidad de precipitación invernal esta altamente correlacionada al Índice de Oscilación Sur, con valores más altos durante los años El Niño. El paleo-registro en el Glaciar La Ollada está bien conservado, mientras que en el Glaciar Esmeralda, el registro está fuertemente influenciado por la formación de agua de deshielo y percolación. El período de 17 años entre 1986 y 2002, se estima preliminarmente un promedio de acumulación anual neta de 0,45 m agua equivalente.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro – Sur – Austral**  
**TEMA: Medioambiente**

**Nº: 47**  
**FECHA: 2006**

Título	Glaciares chilenos. Reservas estratégicas de agua dulce para la sociedad, los ecosistemas y la economía
Autor (es)	<b>Bórquez R., Larrain S., Polanco R., and Urquidi J.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Chile Sustentable, LOM ediciones Santiago
Referencias	2006, Page 124
Palabras clave	Glaciares, ecosistemas, economía, calentamiento global
Resumen	<p>Los glaciares y los casquetes polares son las principales reservas de agua dulce en el planeta y por ello el principal seguro que poseen los ecosistemas y las comunidades humanas para su subsistencia. Los glaciares son reservas estratégicas pues no sólo aportan agua a las cuencas hídricas en verano, sino que son la única fuente de recarga de ríos, lagos y napas subterráneas en las zonas áridas y en períodos de sequía. Actualmente existe suficiente información científica sobre la importancia estratégica de los glaciares y los impactos de las actividades humanas y del calentamiento global sobre ellos. Sin embargo, en los últimos años no ha existido conciencia pública sobre su importancia, y tampoco acuerdos vinculantes que obliguen a su protección. Aunque desde la Cumbre de Naciones Unidas sobre Medioambiente y Desarrollo en 1992, los científicos del Panel Intergubernamental de Cambios Climáticos han informado a los gobiernos sobre las consecuencias del calentamiento global sobre sus territorios, incluidos los glaciares, solo algunos países los han incluido como objetos de protección en su legislación sobre recursos hídricos y sobre áreas silvestres protegidas: o bien generado leyes específicas para su conservación como fuentes y reservas estratégicas de agua dulce. Recientemente la atención pública sobre los glaciares se ha intensificado globalmente. A nivel nacional la preocupación se ha centrado en la contaminación y destrucción de glaciares por algunos emprendimientos extractivos; alcanzando gran visibilidad e interés ciudadano a partir del proyecto Pascua Lama en la III Región del país, que proponía la remoción de los glaciares del área para la extracción de oro a tajo abierto. A nivel internacional la preocupación se ha concentrado en los impactos del calentamiento global sobre los glaciares, que conlleva su derretimiento, provocando un elevamiento en el nivel del mar; además de las amenazas para la agricultura, la industria, la minería, la generación hidroeléctrica y la provisión de agua potable para los asentamientos humanos, en especial las ciudades. Chile es un país montañoso, donde el 70% de la población se abastece de recursos hídricos provenientes de las zonas alto-andinas. La Cordillera de los Andes, debido a su altura, posee gran cantidad de glaciares, fuentes de agua congelada que, gracias a su proceso estacional de acumulación y derretimiento, permiten la regulación hídrica de las cuencas y el abastecimiento de los ecosistemas, la población y las actividades productivas en gran parte del país. Un estudio sobre el avance y retroceso de los glaciares a nivel nacional, realizado por el Departamento de Geografía de la Universidad de Chile, el Instituto de la Patagonia y el Centro de Estudios Científicos de Valdivia concluyó, en base a una muestra de 100 glaciares ubicados entre la III y la XII Región, que solo 6% de ellos presentaba avances, y 7% de ellos se encontraban estables; mientras que el 87% de ellos presentaba evidentes retrocesos. El objetivo de este libro es compartir con la ciudadanía y los actores políticos la información existente sobre los glaciares chilenos en un formato sintético y asequible. Contribuir a la valoración de este patrimonio ambiental nacional; a la protección de estas reservas estratégicas de agua dulce; y a generar la conciencia y voluntad política necesaria para la pronta creación de políticas, normativas e instituciones que permitan proteger los glaciares en Chile.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Variaciones y Climatología

**Nº:** 48  
**FECHA:** 2004

Título	Cambios climáticos en la Región de Los Lagos y respuestas recientes del Glaciar Casa Pangue (41°08'S)
Autor (es)	Bown F.
Nombre completo de la revista o libro	Tesis para optar al grado de Magíster en Geografía, Univesidad de Chile
Referencias	2004 Page 131
Palabras clave	climate change, greenhouse effect, ENSO, equilibrium line, ice thinning, frontal retreat
Resumen	<p>Las temperaturas atmosféricas en la Región de Los Lagos (39°-42°S) presentan tendencias divergentes durante la segunda mitad del siglo XX, al obtenerse temperaturas medias superficiales de las estaciones meteorológicas que mostraron tasas de enfriamiento entre <math>-0,014^{\circ}\text{C a}^{-1}</math> y <math>-0,021^{\circ}\text{C a}^{-1}</math>, mientras que en la atmósfera superior entre los 850 y 300 hPa, registrada en la estación de radiosonda de Puerto Montt (41°26'S), se detectó el calentamiento troposférico entre los <math>0,019^{\circ}\text{C a}^{-1}</math> y los <math>0,031^{\circ}\text{C a}^{-1}</math>, lo que está probablemente relacionado a la intensificación del efecto invernadero. Entre 1961 y 2000, todas las estaciones meteorológicas regionales mostraron la tendencia a la disminución de las precipitaciones, presentándose una tasa máxima de <math>-15 \text{ mm a}^{-1}</math> en la estación de Valdivia (39°38'S). Los cambios climáticos en superficie, particularmente la reducción de la precipitación, parecen estar relacionados con el fenómeno del Niño-Oscilación del Sur (ENSO) el que ha sido más frecuente en las dos últimas décadas. Los glaciares ubicados en la Región de Los Lagos han experimentado durante las recientes décadas un significativo retroceso frontal, lo que se presenta como una respuesta asincrónica a la tendencia de enfriamiento observada en las temperaturas superficiales regionales, sin embargo, los cambios en la estructura vertical de la atmósfera y como éstos pueden afectar a los glaciares es una materia aún poco estudiada. Con el objeto de analizar respuestas glaciares específicas a los cambios climáticos se han estudiado los cambios de espesor de hielo del Glaciar Casa Pangue (41°08'S), noroeste del Monte Tronador, mediante la comparación de Modelos Digitales de Elevación (DEMs) de diferentes fechas, generados de la topografía superficial adquirida de la cartografía regular (IGM), fotografías aéreas verticales y una imagen satelital ASTER. El área analizada comprende parte de la zona de ablación, en una superficie de <math>0,52 \text{ km}^2</math> ubicada a lo largo del gradiente altitudinal entre los 700 y 1.100 m. En el período de 37 años entre 1961 y 1998, la tasa media de adelgazamiento es de <math>-2,3 \pm 0,6 \text{ m a}^{-1}</math>. La tendencia de adelgazamiento se encontraba acelerando entre 1981 y 1998 cuando se obtuvo una tasa un 50% superior de <math>-3,6 \pm 0,6 \text{ m a}^{-1}</math>. Asimismo, el retroceso frontal del Casa Pangue a partir de los años ochenta alcanzó un notorio incremento a <math>-52 \text{ m a}^{-1}</math> (RIVERA et al, 2002). El ascenso de la línea de equilibrio en las últimas décadas, en respuesta al calentamiento troposférico y la reducción de las precipitaciones, han disminuido el área de acumulación neta. En este contexto, la aceleración del adelgazamiento, retroceso y pérdida de superficie observada en el Casa Pangue, indica que el glaciar experimenta balances de masa negativos durante las décadas recientes donde los factores climáticos clave son el aumento de las temperaturas troposféricas y la reducción de las precipitaciones. La mayor parte de los estudios glaciológicos recientes sobre los glaciares andinos se han concentrado en las variaciones frontales, sin embargo, de manera de mejorar nuestro entendimiento respecto de las respuestas glaciares a los cambios climáticos en la escala regional, son necesarios nuevos antecedentes, especialmente de las zonas de acumulación.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Balance de masa

**Nº:** 49  
**FECHA:** 2007

Título	Recent glaciär mass balance calculations at Volcán Mocho-Choshuenco (40°S) Chilean Lake District
Autor (es)	<b>Bown F., Rivera A., Acuña C. and Casassa G.</b>
Nombre completo de la revista o libro	IAHS
Referencias	2007 Volume 318 pages 143-152
Palabras clave	Chilean Lake District; climate changes; glacier mass balance; ice-capped volcanoes; precipitation
Resumen	<p>The majority of glaciers in the Chilean Lake District (38°–42°S) have experienced shrinking and ice thinning during recent decades, presumably in response to climatic changes as observed at nearby meteorological stations. One of these glaciers is the southeastern basin of Volcán Mocho-Choshuenco (39°55'S, 72°02'W), a dormant volcano which has not experienced fumarolic activity since 1864. In order to analyse the glacier response to climatic conditions affecting this region, a monthly based mass balance programme was initiated in 2003. This paper presents new results and discusses the mass balance method applied during recent years. The 2004/2005 glacier average net mass balance yielded <math>+0.36 \pm 0.07</math> m w.e. year<sup>-1</sup> (metres of water equivalent per year) with a winter balance of <math>+4.04</math> m w.e. year<sup>-1</sup> and a summer balance of <math>-3.73</math> m w.e. year<sup>-1</sup>. This positive mass balance is analysed in comparison to El Niño Southern Oscillation (ENSO) phenomena observed during recent years, as well as previous mass balance results.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se reporta el balance de masa glaciär en el glaciär Sureste del Volcán Mocho-Choshuenco (39°55'S, 72°02'W), un volcán inactivo que no ha experimentado actividad fumarólica desde 1864. El programa de monitoreo comenzó en el año 2003. El balance de masa neto promedio en 2004/2005 es de <math>0,36 \pm 0,07</math> m a.e. a<sup>-1</sup>, con un balance de invierno de <math>4,04</math> m a.e. a<sup>-1</sup> y un balance de verano de <math>-3,73</math> m a.e. a<sup>-1</sup>. Este resultado positivo se analiza en comparación con el fenómeno El Niño Oscilación Sur (ENOS) en los últimos años y resultados anteriores de balance de masa.</p>

# FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 50  
**FECHA:** 2007

Título	Climate changes and recent glacier behaviour in the Chilean Lake District
Autor (es)	Bown, F. and A. Rivera
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007, Volumen 59, pages 79–86
Palabras clave	Cambio climático – ENSO – Chilean Lake District – fluctuaciones glaciares – adelgazamiento
Resumen	<p>Atmospheric temperatures measured at the Chilean Lake District (38°–42°S) showed contrasting trends during the second half of the 20th century. The surface cooling detected at several meteorological stations ranged from <math>-0,014</math> to <math>-0,021</math> °C a<sup>-1</sup>, whilst upper troposphere (850–300 hPa) records at radiosonde of Puerto Montt (41°26'S/73°07'W) revealed warming between 0,019 and 0,031 °C a<sup>-1</sup>. Regional rainfall data collected from 1961 to 2000 showed the overall decrease with a maximum rate of <math>-15</math> mm a<sup>-2</sup> at Valdivia st. (39°38'S/73°05'W). These ongoing climatic changes, especially the precipitation reduction, seem to be related to El Niño–Southern Oscillation (ENSO) phenomena which has been more frequent after 1976. Glaciers within the Chilean Lake District have significantly retreated during recent decades, in an apparent out-of-phase response to the regional surface cooling. Moreover, very little is known about upper troposphere changes and how they can enhance the glacier responses. In order to analyse their behaviour in the context of the observed climate changes, Casa Pangu glacier (41°08'S/71°52'W) has been selected and studied by comparing Digital Elevation Models (DEMs) computed at three different dates throughout the last four decades. This approach allowed the determination of ice elevation changes between 1961 and 1998, yielding a mean thinning rate of <math>-2,3 \pm 0,6</math> m a<sup>-1</sup>. Strikingly, when ice thinning is computed for the period between 1981 and 1998, the resulting rate is 50% higher (<math>-3,6 \pm 0,6</math> m a<sup>-1</sup>). This enhanced trend and the related area loss and frontal retreat suggests that Casa Pangu might currently be suffering negative mass balances in response to the upper troposphere warming and decreased precipitation of the last 25–30 yr, as well as debris cover would not prevent the glacier from a fast reaction to climate forcing. Most of recent glaciological studies regarding Andean glaciers have concentrated on low altitude changes, namely frontal variations, however, in order to better understand the regional glacier changes, new data are necessary, especially from the accumulation areas.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las mediciones de la temperatura atmosférica en la Región de los Lagos en Chile (38°–42°S) muestran diferentes tendencias durante la segunda mitad del siglo XX. El enfriamiento superficial detectado en varias estaciones meteorológicas va desde <math>-0,014</math> a <math>-0,021</math> °C a<sup>-1</sup>, mientras en la tropósfera superior (850–300 hPa) registros en la radiosonda de Puerto Montt (41°26'S/73°07'W) revela un calentamiento entre 0,019 y 0,031 °C a<sup>-1</sup>. Datos regionales de las precipitaciones recolectados desde 1961 a 2000 muestran una disminución en su conjunto con una tasa máxima de <math>-15</math> mm a<sup>-2</sup> en la estación meteorológica de Valdivia (39°38'S/73°05'W). Estos progresivos cambios climáticos, especialmente la reducción de la precipitación, parecen estar relacionados con el fenómeno de El Niño, el cual ha sido más frecuente después de 1976. Los glaciares de la Región de Los Lagos han retrocedido significativamente durante las décadas recientes, en una aparente respuesta fuera de fase al enfriamiento superficial regional. Con el fin de analizar su comportamiento en el contexto de los cambios climáticos observados, el glaciar Casa Pangu (41°08'S/71°52'W) ha sido seleccionado y estudiado para comparar los modelos digitales de elevación (DEMs) elaborados con información de tres diferentes años durante el transcurso de las últimas cuatro décadas. Este método ha permitido la determinación de los cambios de elevación entre 1961 y 1998, obteniendo una tasa promedio de adelgazamiento de <math>-2,3 \pm 0,6</math> m a<sup>-1</sup>. La tasa calculada para el periodo entre 1981 y 1998, da como resultado un aumento del 50% (<math>-3,6 \pm 0,6</math> m a<sup>-1</sup>). Esta tendencia intensificada y la consiguiente pérdida de superficie y retroceso frontal sugiere que el glaciar Casa Pangu podría actualmente estar sufriendo balances de masa negativos en respuesta al calentamiento en la alta tropósfera y una disminución en las precipitación en los últimos 25–30 años, al igual que la cubierta de detritos no estaría impidiendo al glaciar de una rápida reacción al forzamiento climático. Los más recientes estudios glaciológicos relativos a los glaciares en los Andes se han concentrado sólo en las bajas latitudes, particularmente en variaciones frontales, sin embargo, con el objeto de tener un mejor entendimiento en los cambios glaciares regionales, nuevos datos son necesarios, especialmente desde las áreas de acumulación.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 51  
**FECHA:** 2008

Título	Recent glacier variations at the Aconcagua basin, central Chilean Andes
Autor (es)	<b>Bown F., Rivera A. and Acuña, C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2008. Volume 48 Pages: 43-48
Palabras clave	glacier flow; glacier retreat; Chile
Resumen	<p>The majority of glaciers in central Chile have receded in recent decades, from &gt;50 m to only a few meters per year, mainly in response to an increase in the 0°C isotherm altitude. The Aconcagua river basin (33°S) is one of the major glaciated basins in central Chile, with 121 km<sup>2</sup> of ice in 2003. An earlier inventory using 1955 aerial photographs yielded a total surface area of 151 km<sup>2</sup>, implying a reduction in glacier area of 20% (0.63 km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup>) over the 48 years. Photographic stereo models, high-resolution satellite images (Landsat, ASTER) and SRTM data have been used to delineate glacier basins. A focus on Glaciar Juncal Norte, one of the largest glaciers in the basin, allows a more detailed analysis of changes. The glacier has exhibited a smaller reduction (14%) between 1955 and 2006, and the resulting elevation changes over this smaller period are not significant. The above reduction rates are lower than in other glaciers of central Chile and Argentina. This trend emphasizes water runoff availability in a river where most of the water in the dry summers is generated by glaciers and snowpack, and where most of the superficial water rights are already allocated. Ongoing hydrological research including modelling of future water runoff will improve our understanding.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El río Aconcagua (33°S) es una de las principales cuencas glaciares en Chile central, con 121 km<sup>2</sup> de hielo en 2003. Un primer inventario de 1955 utilizando fotografías aéreas dio una superficie total de 151 km<sup>2</sup>, lo que implica una reducción de los glaciares de la zona del 20% (0,63 km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup>) en el período de 48 años. Se usan fotografías aéreas, imágenes de satélite (Landsat, ASTER) y SRTM para delimitar las cuencas de los glaciares. Se analiza en detalle el Glaciar Juncal Norte, uno de los más importantes de la cuenca. La tendencia en la región pone de relieve la importancia de los glaciares para la escorrentía de los ríos donde en los veranos secos es generada principalmente por el derretimiento de los glaciares y nieves.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales

**N°:** 52  
**FECHA:** 2008

Título	The sedimentary record of glacial retreat, Marinelli Fjord, Patagonia: Regional correlations and climate ties
Autor (es)	Boyd B.L., Anderson J.B., Wellner J.S., Fernández R.A.
Nombre completo de la revista o libro	Marine Geology
Referencias	2008 Volume: 255 pages: 165–178
Palabras clave	tidewater glaciers, climate, glacial history, Chile, sedimentation rates, Holocene
Resumen	<p>The Inland Passage of Chile comprises the most continuous latitudinal transect of ice fields, ice caps, and alpine glaciers in the Southern Hemisphere, providing an excellent natural laboratory for the study of glacial response to climate change during the Holocene. Here we report results from a marine geological investigation of Marinelli Fjord, Tierra del Fuego (54°25' S, 69°35' W) and Ainsworth Fjord, which merges with Marinelli Fjord. Data acquired during July 2005 onboard the RV/IB Nathaniel B. Palmer include high-resolution seismic data, multibeam swath bathymetry data and sediment cores. Post-cruise analyses include detailed seismic facies and lithofacies análisis and radiocarbon dating. The results indicate that a major transition in the glaciomarine record from ice-proximal facies to ice-distal facies occurred in the outer basins of the fjord at 15,5 kyr to 12,5 kyr. The ice-proximal facies consists of pebbly mud with abundant laminations and is characterized by high average sedimentation rates (28mm/yr). In contrast, an ice-distal facies is dominantly bioturbated mud with low average sedimentation rates (0,56 mm/yr). This transition marks the retreat of Marinelli Glacier from the outer basins with no evidence for glacial re-advance. Subsequently, during the mid to late-Holocene, Ainsworth Glacier retreated and exposed Ainsworth Fjord. Our results are consistent with the climatic trends for southern South America where the final deglaciation of the region ended at ~12,5 ka. During the Holocene, stable ice conditions persisted until the mid-1960s when Marinelli Glacier began rapidly retreating to its modern day position.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Reporte de resultados de una investigación geológica marina del fiordo Marinelli, Tierra del Fuego (54°25' S, 69°35'W) y fiordo Ainsworth. Se recopilieron datos de sísmica de alta resolución en julio de 2005, batimetría y registros sedimentarios. Se hace un análisis detallado de las facies sísmicas, litofacies y datación radiocarbónica. Se identifica una importante transición en el registro glaciomarino entre el hielo proximal y el hielo distal entre 15,5 KYR a 12,5 KYR. El hielo proximal se caracteriza por altas tasas de sedimentación (28 mm/yr) mientras que el el hielo distal muestra una tasa promedio de sedimentación de 0,56 mm/año. Esta transición marca el retiro del glaciar Marinelli sin evidencia de un reavance posterior.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Paleoglaciología

**Nº:** 53  
**FECHA:** 2006

Título	Reconstrucción de sistemas paleo-glaciares de los Volcanes Villarrica y Mocho en la Región de Los Lagos, Chile
Autor (es)	Bravo C., Rivera A. and Clavero J. J.
Nombre completo de la revista o libro	Reconstrucciones regionales de las variaciones climáticas en América del Sur durante el Holoceno tardío: Una nueva iniciativa de PAGES, Argentina, Malargüe 3-8 Octubre
Referencias	2006
Palabras clave	Geomorfología – Espesores – Volcanismo - Glaciación
Resumen	<p>Se presenta una propuesta metodológica para la reconstrucción de sistemas paleo-glaciares de los centros volcánicos Villarrica (39°25'12"S-71°56'27"W, 2.847 ms.n.m.) y Mocho (39°55'48"S-72°01'46"W, 2.422 ms.n.m.) de la Región de Los Lagos del sur de Chile. Las condiciones y características de esta región permiten el análisis de la respuesta glacial frente a los cambios climáticos tanto actuales como pasados y la influencia de la actividad volcánica sobre la dinámica glacial. La reconstrucción de los sistemas glaciares se concentrará en las cuencas de los glaciares Pichillancahue-Turbio del Volcán Villarrica y Huilo-Huilo del Volcán Mocho. Donde ya han sido descritos algunos de los sistemas morrénicos de la Glaciación Llanquihue (Última Glaciación). Se analizarán fotografías aéreas e imágenes satelitales Terra ASTER, con el fin de determinar otros sistemas morrénicos adyacente a los volcanes. La determinación de la geomorfología glacial se complementará con estudios de terreno, donde se observarán rasgos superficiales que indiquen la presencia de depósitos glaciares. La determinación de la geomorfología glacial permitirá construir los perfiles glaciares sobre la base de la formulación propuesta por Nye (1952) y utilizada por diversos autores para la reconstrucción de sistemas glaciares y sus perfiles topográficos (Glasser y Jansson, 2005). La determinación de estos perfiles teóricos se corregirá con los espesores actuales calculados para ambos glaciares y con la resultante topografía subglacial.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Glaciares rocosos

**Nº:** 54  
**FECHA:** 2003

Título	La importancia de los glaciares de escombros en los sistemas geomorfológico e hidrológico de la cordillera de Santiago: Fundamentos y primeros resultados.
Autor (es)	<b>Brenning, A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Revista de Geografía Norte Grande
Referencias	2003. Volume 30 Pages: 7 - 22
Palabras clave	Glaciares de escombros, permafrost, periglacial
Resumen	<p>Los glaciares de escombros (glaciares de roca, glaciares rocosos) de la Cordillera de Santiago constituyen un insospechado, pero importante recurso hídrico y juegan un papel clave en el sistema de transporte de sedimento de la alta montaña semiárida. Se señala la importancia de estos cuerpos de detrito y hielo en los sistemas geomorfológico e hidrológico tomando el Cajón de la Casa de Piedra como ejemplo. Esta subcuenca del río Yeso se ubica cerca del embalse El Yeso, que es de gran importancia para el abastecimiento de agua para Santiago. El permafrost insular del Cajón de la Casa de Piedra empieza a los 3000 m.s.n.m. en forma de glaciares de escombros activos. Entre los 3.500 y 3.800 ms.n.m. los glaciares de escombros activos ocupan incluso el 16% del total de las superficies detríticas y constituyen la forma predominante del mesorrelieve. Por lo tanto, hay que suponer la existencia de permafrost discontinuo de montaña a partir de los 3.500 ms.n.m. En el área de estudio existen glaciares de escombros de talud, igual que glaciares de escombros morrénicos vinculados a grandes lenguas glaciarias muertas y a los depósitos morrénicos correspondientes. La transición hacia el piso nival se ubica alrededor de los 3.800 ms.n.m. y está vinculada a la línea de equilibrio reciente de los glaciares. Los glaciares de escombros activos del Cajón de la Casa de Piedra almacenan más agua que los glaciares propiamente dichos. Esta relación puede ser considerada como representativa para muchas cuencas pequeñas de la Cordillera de Santiago con altitudes menores a los 5.000 m.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Glaciares rocosos

**Nº:** 55  
**FECHA:** 2005

Título	Geomorphological, Hydrological and Climatic Significance of Rock Glaciers in the Andes of Central Chile (33-35°S)
Autor (es)	Brenning A.
Nombre completo de la revista o libro	Permafrost and Periglacial Processes
Referencias	2005 Volume 16 pages 231-240
Palabras clave	Andes; Central Chile; Permafrost zonation; Rock glaciers
Resumen	<p>Rock glaciers in the Andes of Santiago de Chile occupy c. 10% of the total land surface between 3.500 and 4.250 m a.s.l. An estimated water equivalent of 0,3 km<sup>3</sup> per 1.000 km<sup>2</sup> of mountain area is stored within them; this value is one order of magnitude higher than in the Swiss Alps. Climate data indicate that the lowest occurrences of active rock glaciers in the Andes of Santiago are not in equilibrium with modern climate. Relict features are found as low as at 2.630 m a.s.l., implying a depression of the mean annual air temperature of at least c. 5,5°C. South of Santiago, active rock glacier distribution ends at 35° 15'S due to lower topography, young volcanism and increased humidity.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Significancia de glaciares rocosos en los Andes de Santiago de Chile. El equivalente en agua es estimado en 0,3 km<sup>3</sup> por cada 1000 km<sup>2</sup> de zona de montaña; este valor es un orden de magnitud superior al de los Alpes suizos. Los glaciares rocosos no están en equilibrio con el clima. Al sur de Santiago, la distribución de glaciares rocosos activos termina a los 35° 15'S debido a la baja topografía, volcanismo joven y aumento de humedad.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Glaciares rocosos

**Nº:** 56  
**FECHA:** 2006

Título	Logistic regresión modelling of rock glacier and glacier distribution: Topographic and climatic controls in the semi-arid Andes.
Autor (es)	<b>Brenning A. and Trombotto D.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Geomorphology
Referencias	2006 Volume 81 pages 141-154
Palabras clave	Logistic regression; Spatial modeling; Rock glacier; Glacier; Digital terrain analysis; Geomorphometry
Resumen	<p>Logistic regression is applied to a random sample of surface points in the semi-arid Andes of Santiago and Mendoza (Chile/Argentina, 32°45' – 34°30' S, 12.000 km<sup>2</sup> above 3.000 m a.s.l.) to identify local and regional controls on rock glacier and glacier distribution. The study area is among the areas with the greatest abundance of rock glaciers worldwide. The explanatory variables used for model selection are related to local and regional morphometric and climatic characteristics. The models achieve a very good fit (area under the ROC curve 0,84 for rock glaciers and 0,95 for glaciers) and are able to reproduce the regional distribution pattern. Model results are used to determine the optimal morphographic and climatic niche of rock glaciers and glaciers in the study area, and help explain the presence of low-elevation rock glaciers under favorable topoclimatic conditions.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Regresión aplicada a una muestra aleatoria de superficie en los Andes semi-áridos de Santiago y Mendoza para identificar controles locales y regionales de la distribución de glaciares rocosos. El área de estudio es una de las zonas con mayor abundancia de estos glaciares de todo el mundo. Las variables explicativas utilizadas para la selección del modelo se refieren a las características morfométricas y climáticas locales y regionales.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte**  
**TEMA: Glaciares rocosos**

**Nº: 57**  
**FECHA: 2008**

Título	The Impact of Mining on Rock Glaciers and Glaciers
Autor (es)	<b>Brenning A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: B. S. Orlove, E. Wiegandt & B. uckman (eds), Darkening Peaks: Glacier Retreat, Science and Society.
Referencias	University of California Press, Chapter 14, 196-205.
Palabras clave	Rock glaciers – glaciers – projects
Resumen	<p>Glaciers and rock glaciers in the semiarid Andes constitute natural stores of water that control the runoff of mountain rivers, especially in the dry summer months. They are responsible for the water supply to the agglomerations of Santiago, Chile (5,3 million inhabitants), and Mendoza, Argentina (1,1 million inhabitants), and the irrigated land in the surrounding lowlands. Rock glaciers are of minor hydrological and geomorphological importance in the European Alps. However, the amount of water stored in them per unit area in the Andes between Santiago and Mendoza is one magnitude higher than in the Alps, and they constitute the only ice bodies in many catchments with summit altitudes of up to 4.500–5.000 m a.s.l. The importance of rock glacier water storage increases toward the arid north. Their significance in the dry Andes is, however, very little known in Chile.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los glaciares rocosos son importantes reservas de agua en los Andes del centro-norte de Chile y son contradictoriamente poco conocidos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**

**Nº: 58**

**TEMA: Balance de energía**

**FECHA: 2000**

Título	A spreadsheet-based (Microsoft Excel) point surface energy balance model for glacier and snow melt studies.
Autor (es)	<b>Brock B., and Arnold N.S.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Earth Surface Processes and Landforms
Referencias	2000 Volume 25 pages 649-658
Palabras clave	energy balance models; glacier ablation; snowmelt; alpine glaciers
Resumen	<p>This paper describes a point surface energy balance model which runs within the Microsoft Excel spreadsheet package. The study incorporates a large amount of previous energy balance work and presents it in a useable form. The core model calculates the net shortwave and longwave radiation fluxes, the turbulent sensible and latent heat fluxes and the surface melt rate at a point on a melting ice or snow surface, from hourly inputs of incoming shortwave radiation, vapour pressure, air temperature and wind speed data. The latitude, longitude, slope angle, aspect, elevation, local temperature lapse rate, albedo and aerodynamic roughness of the study site, and the elevation of the meteorological station, can all be specified in the model. An output file containing the hourly and daily rates, and the totals of the energy fluxes is generated. The main advantages of the model are: first, that it requires only a PC or laptop computer running standard Microsoft Windows software, enabling it to be used at a desktop or in the field; and second, that it can be adapted quickly to different sites, meteorological data formats and other application requirements. Model calculations are compared with measured surface melt rates at five points on Haut Glacier d'Arolla, Switzerland, over a 115 day ablation period. Allowing for differences in shading between the meteorological station and the glacier, the root mean square error of the calculated melt rates is <math>2 \cdot 0 \text{ mm day}^{-1}</math> water equivalent melt (mean error <math>+1 \cdot 2 \text{ mm day}^{-1}</math>), for measured melt rates in the range 23 to 42 <math>\text{mm day}^{-1}</math> water equivalent melt. Copyright © 2000 John Wiley &amp; Sons, Ltd.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Modelo de balance de energía desarrollado en Microsoft Excel. El modelo básico calcula la radiación de onda corta y larga, flujos turbulentos y tasa de fusión en superficie. Se especifican diferentes parámetros meteorológicos para el modelo. Las principales ventajas del modelo son: sólo requiere un PC con el software estándar, y puede ser adaptado rápidamente a diferentes sitios, formatos de datos meteorológicos y otros requisitos de aplicación. Los cálculos del modelo se comparan con mediciones de tasas de derretimiento en cinco puntos del glaciar Haut d'Arolla, Suiza, durante un período de 115 días de ablación. Teniendo en cuenta las diferencias de sombra entre la estación meteorológica y el glaciar, el error medio cuadrático de la fusión calculada es de <math>2 \cdot 0 \text{ mm día}^{-1}</math> de agua equivalente (error medio de <math>1 \cdot 2 \text{ mm día}^{-1}</math>), para tasas medidas de fusión en el rango de 23 a 42 <math>\text{mm día}^{-1}</math> de agua equivalente.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Balance de energía**

**Nº: 59**  
**FECHA: 2007**

Título	The surface energy balance of an active ice-covered volcano: Villarrica Volcano, Southern Chile
Autor (es)	<b>Brock B., Rivera A., Casassa G., Bown F. and Acuña C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2007 Volume 45, pages 104-114
Palabras clave	energy balance; ice cover; volcanology
Resumen	<p>The energy balance of bare snow and tephra-covered ice near the glacier equilibrium line elevation on Villarrica Volcano, southern Chile, was investigated during 2004 and 2005, combining meteorological, surface temperature and ablation measurements with energy balance modelling. A tephra thermal conductivity of <math>0,35 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}</math>, and a critical tephra thickness of <math>&lt;5 \text{ mm}</math> at which ablation is reduced compared to bare snow, were obtained from field data. These low values are attributable to the highly porous lapilli particles which make up most of the surface material. Modelled melt totals in the January to March period were <math>4,95 \text{ m}</math> and <math>3,96 \text{ m}</math> water equivalent (w.e.) in 2004 and 2005, respectively, compared with <math>0,5 \text{ m}</math> w.e. melt for ice buried by <math>&gt;0,1 \text{ m}</math> tephra. Windblown tephra impurities lowered snow albedo, but increased snowmelt by only an estimated <math>0,28 \text{ m}</math> w.e. over the same period. The net mass balance impact of supraglacial tephra at Villarrica Volcano is therefore positive, as thick ash and lapilli mantle most of the glacier ablation zones, probably reducing annual ablation by several metres w.e. In the accumulation seasons, frequent melting events were recorded with modelled daily snowmelt rates of up to <math>50 \text{ mm}</math> w.e.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Estudio de balance de energía en el Volcán Villarrica, sur de Chile, en los años 2004 y 2005, combinando mediciones meteorológicas y glaciológicas. La conductividad térmica de la tefra es de <math>0,35 \text{ Wm}^{-1} \text{ K}^{-1}</math> y su espesor crítico para que la ablación sea reducida en comparación con la nieve desnuda es de <math>&lt;5 \text{ mm}</math>. Estos bajos valores se atribuyen a las partículas de lapilli altamente porosa que componen la mayor parte del material de la superficie. La fusión modelada entre enero y marzo fue <math>4,95 \text{ m}</math> y <math>3,96 \text{ m}</math> equivalente en agua en 2004 y 2005, respectivamente, en comparación con <math>0,5 \text{ m}</math> w.e. de fusión del hielo enterrado por <math>&gt;0,1 \text{ m}</math> de tefras. El impacto de las tefras en el balance de masa en el volcán Villarrica es positivo, dado que la ceniza y el lapilli cubren la mayoría de las zonas de ablación del glaciar, probablemente reduciendo la ablación anual varios metros de agua equivalente.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Paleoglaciología

I

**Nº:** 60  
**FECHA:** 1990

Título	What drives glacial cycles?
Autor (es)	Broecker, W. S., and Denton, G. H.
Nombre completo de la revista o libro	Scientific American
Referencias	1990. January, v. 262, no. 1, p. 48-56.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur – Austral  
**TEMA:** Paleoglaciología

**Nº:** 61  
**FECHA:** 1928

Título	La glaciación actual y cuaternaria de la cordillera de los Andes
Autor (es)	Brüggen, J.
Nombre completo de la revista o libro	In: Anales de la Universidad de Chile
Referencias	1928. Tercer trimestre, 601–684.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 62**  
**FECHA: 2005**

Título	Living and dying with glaciers: people's historical vulnerability to avalanches and outburst floods in Perú
Autor (es)	Carey, M.
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2005, Volume 47, pages 122 – 134.
Palabras clave	Retroceso glacial – peligros glaciales – población local – política – Cordillera Blanca – Perú
Resumen	<p>Human populations worldwide are vulnerable to natural disasters. Certain conditions—such as geographical location or people's income level—can affect the degree to which natural disasters impact people's homes and livelihoods. This paper suggests that vulnerability to natural disasters increases when local people, scientists, and policymakers do not communicate and trust each other. Additionally, a breakdown in interaction and confidence among these groups can disrupt the implementation of sound science or well-intentioned policies. This case study analyzes how local people, scientists, and government officials responded to glacier hazards in Peru's Cordillera Blanca mountain range. Cordillera Blanca glacier retreat since the late-19th century has triggered some of the world's most deadly avalanches and glacial lake outburst floods. Although a Peruvian glaciology and lakes security office has "controlled" 35 Cordillera Blanca glacial lakes, 30 glacier disasters have killed nearly 30,000 people in this region since 1941. A lack of local faith in government officials and scientists as well as the State's failure to follow scientists' warnings about potential disasters have endangered or led to the death of thousands of local residents, many of which remain living in hazard zones today.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las poblaciones humanas en todo el mundo son vulnerables a los desastres naturales. Ciertas condiciones -como la localización geográfica o el nivel de ingresos de la población- pueden afectar el grado con el cual los desastres naturales pueden impactar en los hogares y sustento de las personas. Este trabajo propone que la vulnerabilidad a los desastres naturales incrementa cuando la población local, científicos, y los legisladores no se comunican y confían del uno al otro. Adicionalmente, una interrupción en la interacción y confianza entre esos grupos puede afectar la implementación de la ciencia o de las políticas bien intencionadas. El caso de estudio analiza como la población local, científicos, y oficiales de gobierno responden a un riesgo glacial en la Cordillera Blanca del Perú. El retroceso de los glaciares de la Cordillera Blanca desde finales del siglo IX ha desencadenado en una de las avalanchas más mortíferas del mundo. Aunque la oficina de seguridad peruana de glaciología y lagos ha "controlado" 35 lagos glaciares en la Cordillera Blanca, unos 30 desastres glaciares han matado cerca de 30.000 personas en esta región desde 1941. Una falta de convicción en los oficiales de gobierno y científicos así como el estado de fracaso en obedecer las alarmas científicas acerca de los potenciales desastres han puesto en peligro o han conducido a la muerte a miles de residentes de la zona, muchos de los cuales siguen viviendo en la zona de peligro actualmente.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 63  
**FECHA:** 1998

Título	Climatología actual del Campo de Hielo Sur y posibles cambios por el incremento del efecto invernadero.
Autor (es)	<b>Carrasco J., Casassa G. and Rivera A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Anales Instituto de la Patagonia
Referencias	1998 Volume 26 pages 119-128
Palabras clave	Cambio climático, campos de hielo, temperatura, precipitación
Resumen	<p>El Campo de Hielo Sur (CHS) con una extensión promedio de 13.000 km<sup>2</sup>, se encuentra ubicado entre los 48° y 51°S en la región sur austral de Sudamérica, la cual está predominada por el flujo del oeste de las latitudes medias, viéndose afectada frecuentemente por el paso de depresiones frontales, lo que caracteriza un régimen de precipitación con distribución homogénea a lo largo del año. El CHS no está ajeno a sufrir los efectos de un cambio climático en la zona como consecuencia del incremento de los gases invernadero. De acuerdo a los resultados de modelos de escala global, se espera un aumento de la temperatura superficial y troposférica en la región del CHS y un cambio en el régimen pluvial con menor precipitación en verano y mayor en invierno respecto al presente. Un aumento de las precipitaciones líquidas y una elevación de la línea de nieve pueden incidir en una reducción de la actual extensión del CHS. Se postula que el retroceso generalizado que ha sido observado en los glaciares es una consecuencia del aumento de la temperatura en la región austral sur, probablemente evidenciando, al menos en parte, una intensificación antropogénica del efecto invernadero.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 64  
**FECHA:** 2002

Título	Meteorological and Climatological aspects of the Southern Patagonia Icefields.
Autor (es)	<b>Carrasco, J., Casassa, G., and A. Rivera</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Casassa, G., Sepúlveda, F., Sinclair, R. (eds.), The Patagonian Icefields. A unique natural laboratory for environmental and climate change studies.
Referencias	Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 29–41.
Palabras clave	Campo de hielo sur – aspectos climáticos y climatológicos – cambio climático
Resumen	<p>The Southern Patagonia Icefield (SPI) is located at mid-latitudes in southern South America, which is dominated by the westerly regime and frontal systems. This results in a high frequency of cloudy days (more than 70% of the time) and precipitation events. Analyses of air temperature and precipitation data from southern meteorological stations for the past century indicate an overall warming and decrease in precipitation until the mid-80's, but no significant changes are observed afterwards. In fact, the coastal stations show an increase in precipitation after the 1980's. The mid-term behavior of the atmospheric variables introduces uncertainties in predicting the consequences of future climate change in southern South America.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El Campo de Hielo Patagónico Sur (SPI) está localizado en latitudes medias en la parte austral de América del Sur, la cual es dominada por el régimen de vientos del oeste y sistemas frontales. Esto resulta en una alta frecuencia de días nubosos (más del 70% del tiempo) y eventos de precipitación. El análisis de la temperatura del aire y de las precipitaciones desde estaciones meteorológicas durante el último siglo, indican un incremento en las temperaturas y una disminución en la precipitación hasta mediados de los años 80, pero sin cambios significativos observados con posterioridad. En realidad, las estaciones costeras muestran un incremento en la precipitación después de 1980. El comportamiento a mediano plazo de las variables atmosféricas introduce incertidumbres en la predicción de las consecuencias del futuro cambio climático en la parte austral de América del Sur.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 65  
**FECHA:** 2005

Título	Changes of the 0°C isotherm and the equilibrium line altitude in Central Chile during the last quarter of the 20th century.
Autor (es)	<b>Carrasco J., Osorio R., and Casassa G.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Hydrological Sciences Journal
Referencias	2005, Volume 50(6) pages 933-948
Palabras clave	Central Chile; Climate change; Equilibrium line altitude; Glaciers; Troposphere warming; Zero isotherm altitude
Resumen	<p>An overall retreat of glaciers has been observed in the Andes of central Chile during the last ~100 years. Precipitation is mainly of frontal origin and concentrates in winter months. Analysis of precipitation data shows a decrease until 1976, an increase thereafter north of 34°S and a decrease south of 34°S, but overall no significant trends during the last quarter of the 20th century. Analysis of radiosonde data of central Chile shows mid-tropospheric warming with an elevation increase of the 0°C isotherm of <math>122 \pm 8</math> m and <math>200 \pm 6</math> m in winter and summer, respectively, during the 27-year period between 1975 and 2001. The results point to a snowline elevation increase in the region during the last quarter of the 20th century and a concurrent rise of the equilibrium line altitude (ELA) and suggest that mid-troposphere warming is the main cause for glacier retreat in central Chile.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>No se detecta tendencia marcada de precipitación en la región central de Chile, sin embargo se observa calentamiento troposférico con un aumento de la elevación de la isoterma de 0° C de <math>122 \pm 8</math> m y <math>200 \pm 6</math> m en invierno y verano, respectivamente, durante el período de 27 años entre 1975 y 2001. Los resultados apuntan a un aumento de la altura de línea de nieve durante el último cuarto del siglo 20 junto con un incremento de la altitud de la línea de equilibrio (ELA). Esta es la principal causa de retroceso de los glaciares en Chile central.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 66  
**FECHA:** 2008

Título	Secular trend of the equilibrium line altitude in the western side of the southern Andes derived from radiosonde and surface observations.
Autor (es)	<b>Carrasco J., Osorio R. and Casassa G.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	2008, Volume 54 (186) pages 538-550
Palabras clave	air temperature; altitude; climate change; equilibrium line; glacier mass balance; glacier retreat; isotherm; Pacific Decadal Oscillation; precipitation (climatology); radiosonde
Resumen	<p>The altitude of the 0°C isotherm obtained from radiosonde data of the aerological Chilean stations Antofagasta, Quintero/Santo Domingo, Puerto Montt and Punta Arenas are analysed along with surface temperature and precipitation records from nearby stations. The strong effect of the climate shift 1976-77 due to a change in the Pacific Decadal Oscillation (PDO) is evident in the temperature and precipitation data. The data are used as input for an empirical model which reconstructs annually the equilibrium line altitude (ELA) for the last 49 years on the western side of the southern Andes. The model considers air temperature, precipitation and altitude as main parameters, and was first developed by Fox (1993) and applied by Condom and others (2007). From the radiosonde data, a significant positive trend of the 0°C isotherm has occurred in the northern, central and southern regions, indicating an ELA rise due to regional warming. General glacier retreat, ice thinning and negative mass balance observed during the last decades in virtually all of the Chilean Andes concur with the observed ELA reconstruction. In the Punta Arenas radiosonde record there is slight evidence for precipitation increase but no evidence for significant warming in the last few decades. These results in a slight lowering of the ELA according to the model reconstruction, which does not agree with the strong and increased glacier retreat observed in recent decades in Patagonia.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Análisis de la altura de la isoterma de 0°C a partir de registros de radiosondeo de Antofagasta, Quintero / Santo Domingo, Puerto Montt y Punta Arenas y temperaturas de superficie junto con registros de precipitación. Se discute el fuerte efecto del salto climático 1976-77 debido a un cambio en la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO). Los datos se incorporan a un modelo que reconstruye la altitud de la línea de equilibrio (ELA) de los últimos 49 años en el lado occidental de los Andes del sur. Hay una tendencia positiva significativa de la isoterma de 0°C en las regiones norte, centro y sur, lo que indica un aumento de la ELA. En base a esto, se observa retroceso de glaciares, adelgazamiento y balance de masa negativo. En el registro de Punta Arenas no hay evidencia de calentamiento atmosférico lo que se traduce en una ligera disminución de la ELA de acuerdo al modelo pero contradictorio con las tendencias observadas de los glaciares.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro – Sur – Austral**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 67**  
**FECHA: 2007**

Título	Riesgos Naturales Asociados a Glaciares en Chile
Autor (es)	Carrion D.
Nombre completo de la revista o libro	Informe final de práctica profesional, DGA/U. Chile
Referencias	2007, Page 79
Palabras clave	Riesgos, Avalanchas de hielo, "Surges", "Ice-Dammed Lake Outburst" (IDLOFs), "Glacial Lake Outbursts Floods" (GLOFs), "Jökulhlaups", Lahares
Resumen	<p>Se presenta un estudio sobre eventos catastróficos asociados a la dinámica glacial en Chile, tales como avalanchas de hielo, "Surges", "Ice-dammed lake outburst", "Glacial Lake Outbursts Floods" (GLOFs), "Jökulhlaups" y lahares glacio-volcánicos, siendo los casos más destacables, los ocurridos en los glaciares Río Seco de los Tronquitos y Dickson, así como los ubicados en los volcanes Villarrica, LLaima y Yate. La información fue obtenida mediante el análisis crítico de documentos históricos y científicos sobre este tipo de desastres producidos en Chile. El análisis de las consecuencias provocadas por estos fenómenos, permite comprender la naturaleza y mecánica de éstos e identificar los posibles riesgos que conllevan, ya que ciertas condiciones – como la localización geográfica, el aumento de las actividades humanas en ciertas áreas y la interacción entre los eventos naturales – pueden afectar el grado en que los procesos naturales impactan en la comunidad. Asimismo, se considera el aumento en las tasas de retroceso experimentada por los glaciares en el último tiempo, debido probablemente al cambio climático, ya que no sólo puede restringir la disponibilidad de recursos hídricos, sino que incrementa eventos de riesgo y origina situaciones en otros sectores del país que no cuentan en su registro histórico, con este tipo de fenómenos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Espesores de hielo

**Nº:** 68  
**FECHA:** 1987

Título	Espesor de hielo derivado de anomalías gravimétricas en el glaciar Soler, Glaciar Nef y el Campo de Hielo Patagónico Norte.
Autor (es)	<b>Casassa, G.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glacier Research
Referencias	1987. Volume: 4 Pages: 43-57
Palabras clave	Soler glacier, Nef glacier, ice thickness, gravity measurements
Resumen	<p>Gravity measurements were carried out from October to December 1985 on Soler Glacier, Nef Glacier and over the icefield, including a 30 km long east-west traverse to San Quintín Glacier in the Northern Patagonia Icefield. In total 132 stations were occupied, 99 on ice. Bouguer anomalies were computed allowing for standard corrections, and residual anomalies were obtained by subtracting an estimated regional gradient. Talwani's (1959) 2 dimensional method was applied to seven transverse profiles resulting in maximum ice thickness values of <math>575 \pm 85</math> m for Soler Glacier, <math>1.000 \pm 250</math> m for Nef Glacier and <math>1.460 \pm 500</math> m on the west part of the icefield. For stations not belonging to traverse profiles an ice thickness was calculated by extrapolating gravity factors obtained by Talwani's method.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Mediciones gravimétricas de espesor de hielo entre octubre y diciembre de 1985 en glaciares Soler y Nef, y en el Campo de Hielo Norte, incluyendo una travesía este-oeste de 30 km en el Glaciar San Quintín. Se calcularon anomalías de Bouguer; las anomalías residuales se obtuvieron restando el gradiente regional. Se aplicó método bidimensional de Talwani (1959) a siete perfiles transversales, lo que resultó en valores de espesor máximo de hielo de <math>575 \pm 85</math> m para el glaciar Soler, <math>1.000 \pm 250</math> m para el glaciar Nef y <math>1.460 \pm 500</math> m en la parte oeste del campo de hielo. Para las estaciones fuera de los perfiles transversales, un espesor de hielo ha sido calculado mediante la extrapolación de los factores de gravimetría con el método de Talwani.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Espesores de hielo

**Nº:** 69  
**FECHA:** 1992

Título	Radio-echo sounding of Glaciar Tyndall, southern Patagonia
Autor (es)	<b>Casassa G.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciar Research
Referencias	1992. Volume: 10, Pages: 69-74
Palabras clave	Tyndall glacier, radio echo sounding, temperate glacier, ice thickness
Resumen	<p>The first radar sounding measurements through glacier ice in Patagonia are reported. These measurements were carried out in December 1990 on Tyndall Glacier, an 8 km-wide temperate glacier on the Southern Patagonia Icefield. Two similar versions of an impulse radar designed to penetrate temperate ice were used. Ice thickness was measured successfully at seven sites across a transverse profile in the ablation area. A parabolic profile of the glacier bed was obtained, with a maximum thickness of 616 m at station T7, located 3 km from the left margin. No bottom reflection could be observed beyond station T7. We conclude that the large thickness of temperate ice of Tyndall Glacier exceeds the dynamic range of the radar.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Radiosondaje de glaciares pionero en Patagonia en diciembre de 1990 en el Glaciar Tyndall, de 8 kilómetros de ancho en el Campo de Hielo Sur. Se usaron dos versiones similares de un radar de impulso para penetrar el hielo temperado. Perfiles transversales realizados exitosamente en la zona de ablación. Se obtiene un perfil del lecho del glaciar con un espesor máximo de 616 m en la estación de T7, situado a 3 km de la margen izquierda. Se concluye que este sistema de radar no alcanza a detectar el máximo espesor más allá de la estación T7.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro – Sur – Austral**

**Nº: 70**

**TEMA: Inventario**

**FECHA: 1995**

Título	Glacier inventory in Chile: current status and recent glacier variations
Autor (es)	<b>Casassa G.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	1995, Volume 21 pages 317-322
Palabras clave	glacier inventory; glacier retreat; glacier variation; Chile
Resumen	<p>The glacier inventory in Chile covers all the arid north of the country (18° to 33°S) and the central part down to the lake district (33° to 41°30'S) except for the Rio Maule and Rio Itata basins (35° to 37°S). The most glaciated region of Chile is Patagonia, characterized by a wet climate, but glacier data are lacking over vast areas of this region. A total area of 5.515 km<sup>2</sup> has been inventoried in Chile; this does not include Hielo Patagonico Sur (southern Patagonia ice field), by far the largest glaciated area in Chile with an area of 13.000 km<sup>2</sup>, part of which is in Argentina. Including the uninventoried glaciers of Maule, Itata and Patagonia, the total glaciated area in Chile is estimated to be 20.715 km<sup>2</sup></p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se analiza estado de inventario de glaciares en Chile. La mayoría de los glaciares de Chile están en Patagonia, que se caracteriza por un clima húmedo, pero hay escasez de datos en vastas regiones. Un área total de 5.515 km<sup>2</sup> ha sido inventariada en Chile, esto no incluye Hielo Patagónico Sur, la mayor área de glaciares en Chile con una superficie de 13.000 km<sup>2</sup>, parte del cual está en la Argentina. Incluidos los glaciares no inventoriados del Maule, Itata y la Patagonia, el área total de glaciares en Chile se estima en 20.715 km<sup>2</sup></p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Historia

**Nº:** 71  
**FECHA:** 1987

Título	Exploration history of the Northern Patagonia Icefield.
Autor (es)	Casassa G.and Marangunic C.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glacier Research
Referencias	1987, Volume 4 pages 163-175
Palabras clave	Exploration, Northern Patagonia Icefield, The Andes
Resumen	<p>The exploration history of Northern Patagonia Icefield (NPI) is described, starting with a brief mention of the native inhabitants and the discovery by Magellan in 1520. The paper continues with a summary of the early explorations around NPI between the 17th and 19th centuries which took place mainly from the western side, and the subsequent reconnaissance of the Patagonian Andes and colonization from the eastern side in the early 1900's. The project on Istmo de Ofqui is also reviewed, because of its proximity to San Rafael Glacier. Dr. F. Reichert was the first one to make an expedition to a glacier of NPI in 1921. Since that year, 30 scientific and mountaineering expeditions have been reported to NPI, their main achievements being described here. Relevant scientific study on NPI is also mentioned.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Historia de exploración de Campo de Hielo Norte, comenzando con una breve mención a los habitantes nativos y el descubrimiento por Magallanes en 1520. El documento sigue con un resumen de las primeras exploraciones en torno a CHN entre los siglos 17 y 19, que tuvo lugar principalmente en el lado occidental, y el reconocimiento posterior de los Andes patagónicos y la colonización de la parte oriental en el 1900. El proyecto sobre el Istmo de Ofqui también se menciona, debido a su proximidad a la Laguna San Rafael. El Dr. F. Reichert fue el primero en hacer una expedición a un glaciar de CHN en 1921. Desde ese año, 30 expediciones científicas se han reportado.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 72  
**FECHA:** 1993

Título	The 1987 Río Colorado rockslide and debris flow, central Andes, Chile.
Autor (es)	<b>Casassa, G. and C. Marangunic</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of the Association of Engineering Geologists
Referencias	1993, Volume XXX, No. 3, pages 321-330.
Palabras clave	Río Colorado – Aluvión
Resumen	<p>A catastrophic rockslide of approximately <math>5,5 \times 10^6 \text{ m}^3</math> and subsequent debris flow occurred on November 29, 1987 on the Río Colorado in the central Andes of Chile, 100 km east of Santiago. The debris flow killed 29 people, destroyed a large part of the installations and equipment of the El Alfalfal hydroelectric project under construction and damaged the Los Maitenes hydroelectric plant. Exceptionally high snow accumulation in 1987, together with a high snowmelt rate, helped to initiate the movement of unstable sedimentary rocks that subsequently slid 1.000 m on a 40 slope. The rock slide incorporated snow and water along its path, and transformed into a debris flow in the river channel below.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Un catastrófico deslizamiento de rocas de aproximadamente <math>5,5 \times 10^6 \text{ m}^3</math> y el subsecuente aluvión ocurrió el 29 de noviembre de 1987 en el Río Colorado en la zona central de Chile, 100 km de Santiago. El aluvión mató 29 personas, destruyó gran parte de las instalaciones y equipamiento de la central hidroeléctrica El Alfalfal que se encontraba en construcción y también destruyó la planta hidroeléctrica Los Maitenes.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales

**Nº:** 73  
**FECHA:** 1997

Título	A Century long recession record of Glaciar O'Higgins, Chilean Patagonia
Autor (es)	<b>Casassa G., Brecher H., Rivera A., Aniya M.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	Volume 24 pages 106-110
Palabras clave	climate change; glacier retreat; twentieth century; Chile, Patagonia, Glacier O'Higgins
Resumen	<p>Most glaciers in Patagonia are retreating rapidly. Glaciar O'Higgins, a freshwater calvin glacier, has experienced the larges retreat rate of all, as measured from 1945 to 1986 (Aniya and others, 1992). Based on historical maps, early exploration reports and recen aerial photography, the front-position record of Glaciar O'higgins is extended to cover the period 1896 -1995. Climatic warming, in combination with the detaching of the glacier front an island, is believed to be the cause of the rapid retreat.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La mayoría de los glaciares en la Patagonia están retrocediendo rápidamente. El glaciar O'Higgins, un glaciar de calving en agua dulce, ha experimentado la mayor tasa de retroceso hasta 1986 (Aniya y otros, 1992). Sobre la base de mapas históricos, informes de las primeras exploraciones y fotografías aérea, se reportan las posiciones frontales del Glaciar O'Higgins de 1896 -1995. El calentamiento climático, en combinación con el desprendimiento de la parte frontal del glaciar de una isla, se cree que es la causa del rápido retroceso.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 74  
**FECHA:** 1998

Título	Digital Radio-Echo Sounding at Tyndall Glacier, Patagonia
Autor (es)	Casassa, G. and A. Rivera
Nombre completo de la revista o libro	Anales del Instituto de la Patagonia
Referencias	Serie Ciencias Naturales, Vol. 26, Pages 129-135.
Palabras clave	Radar – Glaciar Tyndall – Patagonia
Resumen	<p>Radar data collected in 1993 with a portable digital system at Tyndall Glacier, Southern Patagonia Icefield are analysed. Point measurements were carried out along a transverse profile on the ablation area of the glacier, which is 8 km wide in this section. Clear bottom returns were received on the glacier to a point about 2,9 km from the margin. No return could be received beyond that point. Ice thickness range from 70 m to 569 m, increasing near parabolically. The data are in the lower range of ice thicknesses collected with an analog radar system using the same transmitter in 1990. The inability of the radar to penetrate deeper ice is probably due to absorption and scattering produced by water bodies within the ice.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se analizan datos de radar recolectados en 1993 en el glaciar Tyndall, Campo de Hielo Sur, con un sistema digital portátil. Las mediciones puntuales se realizaron a lo largo de un perfil transversal en la zona de ablación del glaciar, el cual tiene 8 km de ancho en esta sección. Se obtuvo claros retornos del fondo del glaciar hasta un punto ubicado a 2,9 km del margen, pero no fue posible obtener retornos del fondo más hacia el centro del glaciar.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral

**Nº:** 75

**TEMA:** Balance de Masa

**FECHA:** 1999

Título	Topographic mass balance model for the Southern Patagonia Icefield
Autor (es)	Casassa, G. and Rivera, A.
Nombre completo de la revista o libro	Abstract International Symposium on the Verification of Cryospheric models, Bringing data and modelling scientists together
Referencias	1999. 16-20 August 1999, Zürich, p. 44.
Palabras clave	
Resumen	Se presenta un modelo de balance de masa para la totalidad del Campo de Hielo Patagónico Sur en base a un modelo digital de terreno de resolución espacial de 1 km. Se utilizan datos de numerosas estaciones meteorológicas aledañas al Campo de Hielo y datos de balance de masa obtenidos en terreno que permiten validar el modelo topográfico de balance de masa.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral

**Nº:** 76

**TEMA:** Historia

**FECHA:** 2001

Título	Campo de Hielo Sur: Su historia.
Autor (es)	<b>Casassa, G. and A. Rivera</b>
Nombre completo de la revista o libro	Anales del Instituto de la Patagonia
Referencias	2001, Serie Ciencias Humanas, Volumen 29, pp. 29-78.
Palabras clave	Campo de Hielo Sur – límites fronterizos
Resumen	<p>Se presenta una síntesis de la historia limítrofe del Campo de Hielo Patagónico Sur, indicando las líneas fronterizas sostenidas por Chile y Argentina luego del laudo arbitral de 1902, la traza poligonal de 1991 y la traza finalmente acordada en 1998 por ambos países. El trabajo incluye una recopilación de las principales exploraciones, científicas y deportivas efectuadas en el período 1557-2000 al Campo de Hielo Patagónico Sur.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro – Austral**

**Nº: 77**

**TEMA: Espesor de hielo**

**FECHA: 2008**

Título	Estudios glaciológicos en Patagonia y Chile central utilizando un sistema aerotransportado de radio eco sondaje
Autor (es)	<b>Casassa, G., Damm, V., Eisenburger, E., Jenett, M., Cárdenas, C., Acuña, C., Rivera, A. and H. Lange</b>
Nombre completo de la revista o libro	Anales del Instituto de la Patagonia
Referencias	Serie Ciencias Naturales, Vol. 29, pages 25-44.
Palabras clave	Glaciar – Patagonia – radar – espesor de hielo
Resumen	<p>Se describen las primeras observaciones de espesor de hielo realizadas en Patagonia y Chile Central mediante un sistema de radar aerotransportado. En Patagonia, se efectuaron mediciones en los glaciares Tyndall y Dickson, en le Parque Nacional Torres del Paine, donde se logró penetrar hasta 800 m de hielo en algunos sectores. En Chile central, se realizaron sobrevuelos en pequeños glaciares rocosos en las nacientes del río Aconcagua, y en los glaciares Olivares Alfa, Juncal Sur y Echaurren Norte en la cuenca del río Maipo, donde se obtuvieron espesores de hasta 150 m en ciertos puntos. En general los resultados son de calidad limitada comparados con resultados previos obtenidos con el mismo sistema en Antártica, estimándose que el pobre desempeño se debe a la abundante presencia de agua superglacial e intraglacial, que aumenta la dispersión de las ondas electromagnéticas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Inventarios

**Nº:** 78  
**FECHA:** 2002

Título	Inventario de glaciares en Isla Riesco, Patagonia, Chile, en base a fotografías aéreas e imágenes satelitales
Autor (es)	<b>Casassa G., Smith K., Rivera A., Araos J., Schnirch M., &amp; Schneider C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2002. Volume: 34 Pages: 373 – 378.
Palabras clave	aerial photography; glacier; inventory; Landsat thematic mapper; satellite imagery; topographic mapping
Resumen	<p>A glacier inventory for península Córdova, isla Riesco, Chilean Patagonia (53°14'S, 73°00'W), has been compiled based on stereoscopic interpretation of aerial photographs of March and December 1984 and 1:100 000 topographic maps. Three small icefields comprising 33 glacier outlets in addition to 12 small separate glaciers, have been identified, with a total area of 57 km<sup>2</sup>. Glaciers are located on mountain peaks with a maximum altitude of 1.183 m and a lowermost elevation of 100 m. All glaciers terminate on land, except for three glaciers calving into small fresh-water lakes. A Landsat Thematic Mapper (TM) image of 6 October 1986 has been rectified and analyzed using a supervised classification to estimate snow- and glacier-covered surfaces. Glacier-area data derived from satellite-image analyses have been adjusted at península Córdova using photo-interpreted data, and extrapolated to estimate a glacier area of 215 ± 40 km<sup>2</sup> for all of isla Riesco. The presence of trimlines and moraines beyond the present position of the glaciers indicates a generalized retreat from a maximum neoglacial position at península Córdova, most probably as a result of regional warming and precipitation decrease observed during the last century.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Mediante fotografías aéreas, mapas topográficos y técnicas de análisis digital de imágenes de satélite se realiza un inventario de glaciares en la península Córdova, isla Riesco (53°14'S, 73°00'W), indicando un área de ~215 ± 40 km<sup>2</sup> para la totalidad de la isla. La gran mayoría de los glaciares inventariados tienen frentes terminales posados en sustrato rocoso. Las evidencias geomorfológicas apuntan a un retroceso generalizado en respuesta al calentamiento atmosférico y el descenso de precipitaciones durante el siglo XX.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 79  
**FECHA:** 2003

Título	Snow line rise in Central Chile in recent decades and its correlation with climate.
Autor (es)	Casassa G., Rivera A., Escobar F., Acuña C., Carrasco J. and Quintana J.
Nombre completo de la revista o libro	EAE03-A-14395, CR8-1TH20-007m EGS-AGU-EUG Joint Assembly, Nice France 6-11 Abril 2003
Referencias	2003 CD ROM
Palabras clave	Glacier retreat, Equilibrium Line Altitude; temperature rise, decreased precipitation
Resumen	<p>It is a well-established fact that glaciers in central Chile (32°-34°S) have been rapidly retreating and shrinking during the last decades. Ideally, information of changes in the position of the Equilibrium Line Altitude (ELA) is needed for detecting and analyzing glacier variations. However, ELA data are practically not available in central Chile. Instead, snow line data have been collected over the past 20 years, showing a rising trend in elevation. This rising trend is also detected by analyzing historic snow information from several ski resorts in central Chile, which cover a period of more than 50 years. Independently of the snow line method, climate data of stations in central Chile have been analyzed, indicating a warming of about 0,3°C – 0,7°C in most of the land stations during the last century. The warming is higher during the winter (JJA) than during the summer (DJF) season. Analysis of the zero isotherm at Quintero station (32°47'S, 71°33'W, 8 m a.s.l.) on the coast revealed a 150 (250) meter elevation increase in winter (summer) during the last 25 years, suggesting a corresponding elevation of the snowline in central Chile. In addition to the temperature rise, an increase of more-frequent below-average winter precipitation years in central Chile has been detected during the last 2-3 decades. If the climate trends of increased temperature and decreased precipitation prevail into the future, glacier wastage should continue at a similar or even faster rate.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los datos de la ELA son difíciles de obtener en Chile central por lo cual se han recopilado datos de línea de nieve en los últimos 20 años, mostrando una tendencia al aumento en su elevación. Esta tendencia se comprueba por información histórica de nieve de varias estaciones de esquí en un período de más de 50 años. Asimismo los datos climáticos indican un calentamiento de cerca de 0,3°C-0,7°C en la mayoría de las estaciones terrestres durante el siglo pasado. Análisis de la isoterma de 0°C en Quintero (32°47'S, 71°33'W, 8 ms.n.m.) reveló aumento en su altura durante los últimos 25 años, lo que sugiere una elevación correspondiente de la línea de nieve en Chile central. A esto se agrega la mayor ocurrencia de años con precipitación bajo el promedio en las últimas 2-3 décadas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Espesor de hielo

**Nº:** 80  
**FECHA:** 2004

Título	Ice thickness and glacier retreat at Villarrica Volcano
Autor (es)	Casassa, G., Acuña, C., Zamora, R., Schliermann E. and A. Rivera
Nombre completo de la revista o libro	In: Lara L. and Clavero, J. (Eds.). Villarrica Volcano (39.5°S), Southern Andes, Chile.
Referencias	SERNAGEOMIN, 61, 53-60.
Palabras clave	Volcán Villarrica – espesor del hielo – radar – fluctuaciones glaciares
Resumen	<p>Recent glacier variations and ice thickness measurements at Villarrica volcano are described. Glacier variations were obtained by means of photogrammetric techniques and analysis of satellite imagery. The glacier has shown a strong retreat since 1945, with a 25% loss of its total area between 1961 and 2003. The annual areal change between 1998 and 2003 is nearly 4 times larger than the ice loss between 1961 and 1998. The glacier wastage acceleration in recent years is probably due to a large extent to climate warming and precipitation decrease in the last 50 years. The large eruption of 1948-1949, the most violent of the XX century, could be related to a large shrinkage of the glacier in the period 1945-1961. Ice thickness data were measured along 37 profiles by means of radio echo sounding on the northern sector of the volcano. The average thickness was 47 m, with a minimum of 19 m and a maximum of 112 m. Although ice thickness data are probably on the lower range of the average ice depth for the volcano as a whole, these surveys will contribute to perform a more precise estimation of water-equivalent volume storage. This will allow a more detailed assessment of lahars hazard at Villarrica volcano.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describen las variaciones recientes del glaciar y las mediciones del espesor del hielo en el volcán Villarrica. Las variaciones del glaciar fueron obtenidas por medio de técnicas de fotogrametría y análisis de imágenes satelitales. El glaciar muestra un fuerte retroceso desde 1945, con una pérdida de área del 25% entre 1961 y 2003. El espesor promedio fue de 47 m, con un mínimo de 19 m y un máximo de 112 m. Aunque los datos del espesor del hielo se encuentran en la gama más baja de la profundidad promedio de hielo, estas inspecciones contribuirán para realizar una estimación más precisa de almacenamiento del volumen de agua-equivalente. Esto permitirá una evaluación más precisa sobre el peligro de lahares en el volcán Villarrica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur - Austral**

**Nº: 81**

**TEMA: Balance de masa**

**FECHA: 2006**

Título	Glacier mass-balance data for southern South America (30°S–56°S)
Autor (es)	<b>Casassa, G., Rivera, A. and M. Schwikowski</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: KNIGHT, P.G., ed., Glacier Science and Environmental Change, Blackwell, Oxford, UK
Referencias	Pages 239 – 241.
Palabras clave	Cambio climático – Sur de Sudamérica (SSA) – balance de masa – testigos de hielo
Resumen	<p>Southern South America (SSA), i.e. south of 30°S, comprises an estimated glacier area of ca. 27.500 km<sup>2</sup>, which represents ca. 89% of all Andean glaciers. The glaciers in the region show a generalized retreat and thinning. In spite of their importance in water resources within a region affected by climate changes, glacier mass balance is to a large extent largely unknown. This summary aims at reviewing the few glacier mass-balance studies available for SSA, obtained by means of firn coring and by the traditional stake method.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El Sur de SudAmérica comprende un área 27.500 km<sup>2</sup> de glaciares que representa casi el 89% del total de glaciares de Los Andes. Los glaciares en esta región muestran un retroceso generalizado y adelgazamiento debido al cambio climático. Este estudio revisa los balances de masa disponibles para algunos glaciares de este sector.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Variaciones**

**Nº: 82**  
**FECHA: 2007**

Título	Current status of Andean glaciers.
Autor (es)	<b>Casassa G., Rivera A., Haeberli W., Jones G, Kaser G., Ribstein P. and Schneider C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007 Volume 59 pages 1-9
Palabras clave	Glaciers, South America, mass balance, glacier changes
Resumen	<p>Glaciers are sensitive indicators of climate variability and in turn they can also affect climate by means of complex feedback mechanisms. After the Little Ice Age (LIA), a cold climate period reported mainly for the Northern Hemisphere that culminated in mid-late 19<sup>th</sup> century, glaciers started retreating on a global scale. Although some glaciers have advanced over the last century in some regions of the world, overall the glaciers show a clear retreat, primarily as a response to global warming. In this current warming scenario, glacier recession has been recognized as a key variable for climate change in terms of public awareness (IPCC, 2001). Worldwide, glaciers and ice sheets store 68,8 m of global sea level (IPCC, 2001) and 70% of the surface freshwater on Earth, the major part being concentrated in Antarctica and Greenland. Although the total sea level equivalent of South American glaciers to sea level is small (3 cm), their contribution to sea level rise in terms of unit area is significant, being even larger than the contribution of Alaskan glaciers (Rignot <i>et al.</i>, 2003). Except for a few cases in Patagonia and Tierra del Fuego, glaciers in South America have shown a generalized retreat and wasting, in agreement with the global trend. In recent decades an enhanced retreat trend is evident. Small glaciers are particularly vulnerable to wasting, several of them having disappeared since the LIA and many others being in the final stages of complete wasting, for e.g., glacier Chacaltaya in Bolivia is predicted to vanish completely within 15 years (Ramirez <i>et al.</i>, 2001). Glaciers in South America are critically important for water resources, including domestic, agricultural and industrial uses, particularly in equatorial, tropical and subtropical latitudes. Enhanced melt should cause runoff increase in the short term but decreased availability in the long term. Andean glaciers also cause geological hazards throughout the Andes, such as lahars related to volcanic eruptions, rock/ice avalanches, debris flows and glacier floods (e.g., Ames, 1998; Carey, 2005; Corripio and Purves, 2005) related to gravity, climatic processes and ice dynamics, a phenomenon which is also occurring on other high mountain areas (e.g., Ageta <i>et al.</i>, 2000; Salzmann <i>et al.</i>, 2004). The 1st Symposium on Mass Balance of Andean Glaciers was held in Valdivia, Chile, in March 12–14, 2003, under the sponsorship of the International Commission on Snow and Ice (ICSI), the International Glaciological Society (IGS), Institut de Recherche pour le Développement (IRD) and Centro de Estudios Científicos (CECS), in order to present advances and current understanding related to mass balance and glacier changes of Andean glaciers of South America.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Análisis crítico sobre la situación de la investigación glaciológica en Sudamérica, haciendo una revisión a los glaciares tropicales, fríos, temperados; su contribución al aumento del nivel global del mar, su importancia para los caudales, etc.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 83  
**FECHA:** 2007

Título	Lago O'Higgins, Patagonia: glacial overdeepening and glacier retreat in a freshwater fjord
Autor (es)	<b>Casassa, G., Kilian, R., Arévalo, M., Dietrich, R., Wendt, J., Wendt, A., Pouyaud, B., Ordenes, F., Oyarzún, D., Veloso M. and A. Rivera</b>
Nombre completo de la revista o libro	In GEOSUR, An International Congress on the Geology and Geophysics of the Southern Hemisphere. 18-20 November 2007.
Referencias	2007. Book of Abstracts, 27.
Palabras clave	Lago O'Higgins – Patagonia – calving
Resumen	<p>Glaciers calving into freshwater lakes are affected by the lake geometry and lake conditions, and in turn lakes are affected by glacial calving, erosion and sedimentation. As such, lakes can store a rich history of glacier variations. Lago O'Higgins in Patagonia is a large binational lake, known as Lago San Martín in Argentina, located at 48°50'S, 72°40'W, to the east of Southern Patagonia Icefield. Bathymetric measurements of Lago O'Higgins, performed in 2004 and 2005, are presented here for the first time. A parametrical echo sounder from Innomar was used, with a maximum water depth penetration of 1000 m. In 2005 CTD measurements were made for precise determination of the wave speed in freshwater. The results show that Lago O'Higgins has a maximum depth of 800 m at a location of about 7 km from the present glacier front, showing that it is the deepest reported lake in the Americas, and the deepest reported glacial lake in the world. Since the surface elevation is 253 m a.s.l., the deepest point in the lake bed lies 547 m below sea level. Historical information and data from aerial photography and satellite imagery show that Glacier O'Higgins has retreated 15 km during the last 100 years, the maximum glacier retreat reported for South America. Between 1973 and 1975 the glacier retreated about 5 km in a lake section where the maximum water depths of 800 m were measured. Such depths must be caused by glacial erosion which results in overdeepening. In contrast, since 1986 the glacier front has reached a more stable position in a lake section with water depths of less than 400 m, showing only a slight retreat, although ice thinning still continues at a rate of about 4 m/y. This proves the hypothesis that the glacier position is controlled to a large degree by lake water depth, with a rapid retreat in deep waters where the glacier bed tends to float, and stabilization in areas with shallow water depths where the glacier bed is well grounded. A bathymetric map is presented for Lago O'Higgins and Lago Chico, which will be compared with the glacier front positions during the last 100 years.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Glaciares con frentes desprendentes en lagos de agua dulce son afectados por la geometría y condiciones del lago, y a su vez, los lagos son afectados por la erosión y sedimentación del glaciar. Los lagos pueden almacenar una rica historia de variaciones frontales, como es el caso de este lago. Además se presentan por primera vez, las mediciones batimétricas del Lago O'Higgins, realizadas el 2004 y 2005.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 84**  
**FECHA: 2008**

Título	Sudden Drainage of Glacial Lake Cachet 2, Patagonia
Autor (es)	<b>Casassa, G., Leidich, J., Rivera, A., Wendt, J., Ordenes, F., Escobar, F., Guzmán, F., Carrasco, J. and P. López</b>
Nombre completo de la revista o libro	Fourth EGU Alexander von Humboldt International Conference The Andes: Challenge for Geosciences FCFM
Referencias	Universidad de Chile, Santiago, Chile, Nov. 24-28, 2008, 74.
Palabras clave	Cachet 2 - Colonia Glacier - Baker River – flood - Northern Patagonia Icefield
Resumen	<p>Lake Cachet 2 is located at 47°12' S, 73°15' W, 600 m a.s.l., on the northern margin of Colonia Glacier, an eastern outlet glacier of the Northern Patagonia Icefield (3.953 km<sup>2</sup>). Between the evening of April 6 and the morning of April 7, 2008, most of the lake drained catastrophically, flooding parts of the Colonia River valley down to the confluence with Baker River.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El lago Cachet 2 ubicado en los 47°12' S, 73°15' W, 600 m s.n.m., en el margen norte del glaciar Colonia, entre la tarde del 6 de abril y la mañana del 7 de abril de 2008, se desaguó catastróficamente, inundando parte del valle del río Colonia.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 85  
**FECHA:** 2008

Título	Vaciamiento súbito de los lagos glaciales Cachet 2 y Témpanos, Patagonia, Chile
Autor (es)	<b>Casassa, G., Rivera, A., Wendt, J., Leidich, J., Ordenes, F., Escobar, F., Guzmán, F., Carrasco, J. y P. López</b>
Nombre completo de la revista o libro	VII Encuentro Internacional de Investigadores del Grupo de Trabajo de Nieves y Hielos de América Latina del PHI-UNESCO.
Referencias	Manizales, Colombia, 26 al 30 de Agosto de 2008
Palabras clave	Cachet 2 – Témpanos – Campo de Hielo Norte - vaciamiento
Resumen	<p>El lago Cachet 2 está ubicado a 47°12' S, 73°15' W, ~600 m s.n.m., en el margen norte del glaciar Colonia, un glaciar efluente del Hielo Patagónico Norte (3.953 km<sup>2</sup>). Entre el 6 y el 7 de abril de 2008 se vació en forma catastrófica el volumen principal del lago, inundando partes del valle Colonia hasta la confluencia con el río Baker. La onda de crecida continuó aguas arriba por el río Baker hasta un punto ubicado a 25 km de la confluencia. La escorrentía del río Baker aguas abajo de la confluencia aumentó de un nivel base de 1.200 m<sup>3</sup>/s el 7 de abril a un caudal máximo de 3.570 m<sup>3</sup>/s dentro de un período de 48 horas, resultando en un aumento del nivel del río de 4,5 m y un descenso asociado de la temperatura del agua de 8 a 4 °C. La crecida afectó caminos, puentes y predios, afortunadamente no resultando en ningún daño humano. Crecidas similares habían sido reportadas en el río Colonia varias décadas atrás, la última hace 40 años, todas ellas habiendo sido originadas en el lago glacial Arco, al sur del glaciar Colonia. Una inspección mediante helicóptero efectuada el 9 de Abril mostró que la crecida esta vez se había originado en el lago Cachet 2, de un tamaño aproximado de 5 x 1 km, con un volumen de agua estimado en 0,2 km<sup>3</sup>. El agua drenó bajo el glaciar Colonia por una distancia de ~8 km, emergiendo en el frente del glaciar y provocando el colapso de partes del frente, donde se pudieron observar grandes fracturas. El drenaje habitual del lago a través de un río lateral de 7 km de largo se secó totalmente luego del evento. Un levantamiento aéreo láser se efectuó el 28 de mayo de 2008, cubriendo el lago Cachet 2 y partes del glaciar Colonia, mostrando que el nivel del lago se había recuperado en ese momento a un nivel de 20 m por debajo de su estado normal. Un año antes, entre Abril y Mayo of 2007, se había vaciado catastróficamente el lago Témpanos a través del glaciar Bernardo, ubicado en el sector noroccidental del Hielo Patagónico Sur. Estos eventos de crecidas glaciales, conocidos como jökulhlaups o "glacial lake outburst floods (GLOFs)", ocurren periódicamente en casi todas las cadenas montañosas del mundo, pronosticándose un incremento en su ocurrencia bajo escenarios de calentamiento debido al cambio climático. Se presenta las características generales del vaciamiento del lago Cachet 2 y también del lago Témpanos, posibles causas y mecanismos asociados, incluyendo resultados de imágenes satelitales, altimetría aérea láser, inspección de terreno, y datos hidrológicos y meteorológicos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 86  
**FECHA:** 2009

Título	Detection of changes in glacial run-off in alpine basins: examples from North America, the Alps, Central Asia and the Andes.
Autor (es)	<b>Casassa G., López P., Pouyaud B. and Escobar F.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Hydrological Processes
Referencias	2009 Volume 23 pages 31-41
Palabras clave	glacial run-off • glacier wasting • climate change
Resumen	<p>Atmospheric warming and enhanced melting of glaciers is already resulting in changes in the glacial contribution to run-off in mountain basins around the world. The enhanced melting of glaciers leads at first to increased run-off and discharge peaks and an increased melt season, while in the longer time frame glacier wasting can be so severe that it results in decreased run-off. Glacier basins with a decreasing run-off trend have been observed in south-central British Columbia, at low elevations in the Swiss Alps and in the central Andes of Chile, which is probably a combined effect of reduced melt from seasonal snow cover as the snow line rises, and relevant glacier area losses. In contrast, significant run-off increases are reported in Alberta, north-western British Columbia and Yukon in Canada, in highly glacierized basins in the Swiss and Austrian Alps, the Tianshan Mountains and Tibet in central Asia and in the tropical Andes of Peru. The run-off increase within these basins is closely related to observed temperature rise, indicating that there is an unequivocal signal of enhanced glacier melting under the present warming trends. In future warming scenarios, glacier run-off should start to decrease even in high-altitude basins, affecting water availability. Copyright © 2008 John Wiley &amp; Sons, Ltd.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El derretimiento de glaciares se traduce en un principio en mayores escorrentías pero a largo plazo la pérdida de hielo es tan severa que la tendencia se revierte a la disminución. Esta tendencia en los caudales ya se ha observado en Columbia Británica, Alpes suizos y Andes centrales de Chile, que es probablemente un efecto combinado de la reducción de fusión de la nieve estacional dado que ha subido la línea de nieve y las pérdidas de áreas glaciares. La tendencia contraria se ha reportado en Alberta, el noroeste de la Columbia Británica y el Yukón, en Canadá, en las cuencas englaciadas de los Alpes suizos y austriacos, el Tianshan y Tibet en Asia central y en los Andes tropicales del Perú. El aumento de la escorrentía en las cuencas está estrechamente relacionada con aumento de la temperatura.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**

**Nº: 87**

**TEMA: Espesores de hielo y Balance de masa**

**FECHA: 2009**

Título	The Patagonian icefields: an updated assessment of sea level contribution.
Autor (es)	<b>Casassa G., Krabill W., Rivera A., Wendt J., Wendt A., López P., Bown F., Rignot E., Thomas R., Yungel J., Sonntag J., Frederick E., Russell R., Linkswiler M., Arendt A. and Steffen K.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Climate Change Global Risks, Challenges & Decisions Congreso, Copenhagen 10-12 March 2009
Referencias	2009 IO P Conf. Series: Earth and Environmental Science <b>6</b> (2009) 012006 doi:10.1088/1755-1307/6/1/012006
Palabras clave	NPI, SPI, atmospheric warming, ice thinning
Resumen	<p>The Northern and Southern Patagonia icefields (NPI and SPI) of southern South America have a total area of approximately 17.000 km<sup>2</sup>, constituting the largest temperate glacier system in the southern hemisphere. Snow precipitation can exceed 10 m/y water equivalent (w.e.) due to westerly air flow, with an important east-west gradient. In the lower reaches ablation can be larger than 10 m/y w.e., with abundant calving on fjords and freshwater lakes. The vast majority of the outlet glaciers show strong retreat and thinning in the ablation areas over the past century (Rignot <i>et al.</i>, 2003), which can be largely explained by regional atmospheric warming. However, until now the data of the accumulation areas are insufficient for deriving the mass balance in the upper plateau. Here we compare new laser altimetry data of October 2008 with earlier data of November/December 2002 collected by airborne missions performed by NASA/CECS/Armada de Chile. The laser data are supplemented by the 2000 Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) information and by 1975 and 1995 cartographic data of Chile. The data will allow to determine if thickening is occurring in the accumulation areas, as reported for example by Moeller <i>et al.</i> (2007) for Gran Campo Nevado, Patagonia, and if the rate of thinning at low elevations has experienced recent increases. As a result the contribution of the Patagonian icefields to sea level rise will be reassessed.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>A la luz de nuevos levantamientos de información topográfica mediante sistemas de altimetría láser, y su comparación con mediciones anteriores en los Campos de Hielo de la Patagonia, se analizan los cambios de espesor de las zonas de acumulación que permitan determinar los balances de masa glaciar. Lo anterior es complementado con datos SRTM del año 2000 y mapas topográficos de 1975 y 1995. Los datos permitirán determinar si se está produciendo un engrosamiento en las zonas de acumulación, como reportaron por ejemplo Moeller <i>et al.</i> (2007) para el Gran Campo Nevado, Patagonia, y si la tasa de adelgazamiento en elevaciones bajas ha experimentado un aumento reciente. Como resultado, la contribución de los Campos de Hielo Patagónicos al aumento del nivel del mar se reevalúa.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Riesgos y volcanismo

**Nº:** 88  
**FECHA:** 2005

Título	Lahares Generados por la Erupción de 1971 en el Flanco Oeste del Volcán Villarrica, Andes del Sur (39,5°S)
Autor (es)	<b>Castruccio, A., Clavero, J. y Rivera, A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Actas del XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata
Referencias	2005. Tomo III. 4 p.
Palabras clave	Lahar – Volcán Villarrica
Resumen	<p>The Dry Central Andes stretching from latitude 31°S to 35°S are climatic deserts, yet they support rich agriculture and large urban centres thanks to melt water from glaciers and snow covered mountains. Most of the agriculture of the Chilean Central Valley is irrigated, and all drinking water for Santiago de Chile, with over five million inhabitants (one third of the population of Chile), comes from water reservoirs fed by snow and ice melt during the summer. On the Argentinian side of the Andes, with barely 180 mm of annual precipitation, the provinces of Mendoza (population over 1,5 million) and San Juan are the country's main wine producers and the region has rich agricultural farms. This production is only possible thanks to a well developed irrigation system making efficient use of the summer melt water from the Cordillera. The contrast between the desert natural vegetation and the lush green of the cultivated farms is evident over the whole province, stressing the vital role of the mountains as "water towers of the world for the 21st Century". In this paper we present results from a field campaign and associated modelling, comparing the components of energy balance in this area with that of Alpine basins and presenting low cost remote sensing techniques suitable for use in a region where access is difficult and expensive. Particular attention is given to penitentes: surface ablation forms that are common on most glaciers of the Central Andes at high altitude, and have an important effect on the energy and mass balance of the snow cover. The relative importance on snow ablation and therefore on water resources will be addressed.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En este artículo se presentan los resultados de una campaña de terreno y modelos asociados, comparando los componentes del balance energético en esta área con cuencas alpinas, y se presentan técnicas de bajo costos, propias para el uso en una zona donde es difícil conseguir información.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 89

**TEMA:** Inventario

**FECHA:** 1979

Título	Inventario de glaciares en la hoya del río Cachapoal y predicción de la escorrentía de deshielo; Andes Centrales
Autor (es)	<b>Caviedes J.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Memoria, Escuela de Geología, Universidad de Chile
Referencias	1979 Page 217
Palabras clave	Inventario – Caudales – Deshielos - Mediciones
Resumen	Inventario de glaciares de la cuenca del Cachapoal, donde se determinó la distribución y características de los glaciares de dicha zona. Además, se dio énfasis al estudio de las variaciones de dos glaciares, los cuales evidencian retrocesos.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 90  
**FECHA:** 1973

Título	The magnitude of jökulhlaups
Autor (es)	Clague, J. and Mathews, W
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	1973, Volume 12, No. 66, pages 501-504.
Palabras clave	Jökulhlaups – lagos represados por hielo – inundación
Resumen	<p>A review of available information on six self-dumping glacier-dammed lakes indicates that instantaneous discharge during a jökulhlaup is proportional to some power of the cumulative volume of water released rather than being a direct function of time. Information on these and four other self-dumping lakes, moreover, indicates that the peak discharge at the end of each jökulhlaup is approximately proportional to the two-thirds power of the total volume of water released during the flood.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Revisión en base a la información disponible de 6 lagos represados por glaciares, la cual indica que la descarga instantánea durante un jökulhlaup es proporcional a la fuerza del volumen de agua represada y se encuentra en función del tiempo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 91**  
**FECHA: 2000**

Título	A review of catastrophic drainage of moraine-dammed lakes in British Columbia
Autor (es)	<b>Clague, J. and Evans, S.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Quaternary Science Review
Referencias	2000, Volume 19, pages 1763-1783.
Palabras clave	British Columbia – GLOFs – lagos represados por morrenas
Resumen	<p>Moraine-dammed lakes are common in the high mountains of British Columbia. Most of these lakes formed when valley and cirque glaciers retreated from advanced positions achieved during the Little Ice Age. Many moraine dams in British Columbia are susceptible to failure because they are steep-sided, have relatively low width-to-height ratios, comprise loose, poorly sorted sediment, and may contain ice cores or interstitial ice. In addition, the lakes commonly are bordered by steep slopes that are prone to snow and ice avalanches and rockfalls. Moraine dams generally fail by overtopping and incision. The triggering event may be a heavy rainstorm, or an avalanche or rockfall that generates waves that overtop the dam. The dam can also be overtopped by an influx of water caused by sudden drainage of an upstream ice-dammed lake (jökulhlaup). Melting of moraine ice cores and piping are other possible failure mechanisms. Failures of moraine dams in British Columbia produce destructive floods orders of magnitude larger than normal streamflows. Most outburst floods are characterized by an exponential increase in discharge, followed by an abrupt drop to background levels when the water supply is exhausted. Peak discharges are controlled by dam characteristics, the volume of water in the reservoir, failure mechanisms, and downstream topography and sediment availability. For the same potential energy at the dam site, floods from moraine-dammed lakes have higher peak discharges than floods from glacier-dammed lakes. The floodwaters may mobilize large amounts of sediment as they travel down steep valleys, producing highly mobile debris floods. Such floods have larger discharges and greater destructive impact than the floods from which they form. Moraine dam failures in British Columbia and elsewhere are most frequent following extended periods of cool climate when large lateral and end moraines are built. A period of protracted warming is required to trap lakes behind moraines and create conditions that lead to dam failure. This sequence of events occurred only a few times during the Holocene Epoch, most notably during the last several centuries. Glaciers built large moraines during the Little Ice Age, mainly during the 1700s and 1800s, and lakes formed behind these moraines when climate warmed in the 1900s. Twentieth-century climate warming is also responsible for recent moraine dam failures in mountains throughout the world. Warming from the late 1800s until about 1940 and again from 1965 to today destabilized moraine dams with interstitial or core ice. The warming also forced glaciers to retreat, prompting ice avalanches, landslides, and jökulhlaups that have destroyed some moraine dams.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Revisión de inundaciones provenientes de lagos represados por morrenas en British Columbia.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 92  
**FECHA:** 2005

Título	Subglacial processes
Autor (es)	Clarke, G.
Nombre completo de la revista o libro	Annual Reviews of Earth Planetary Sciences
Referencias	2005, volume 33, pages 247-276
Palabras clave	Procesos subglaciales – comportamiento glaciario
Resumen	<p>Glaciers are rich in phenomena. The stage on which their most significant processes act is hidden from the eye and barely three-dimensional, extending a few meters above and below the contact between glacier ice and a geological substrate of bedrock and sediment. Whether the ice-bed contact is melting or frozen and whether the substrate is deformable or undeformable dictates which processes are activated and which are suppressed. In glaciological shorthand, one refers to glaciers as warm- or cold-bedded and hard- or soft-bedded. In this review, glaciers in the warm-soft class receive the greatest emphasis because these admit the greatest variety of processes and manifest the most complex behavior. Subglacial processes are important because they determine the large-scale behavior of glaciers and ice sheets, yet understanding the connections between point-scale processes and macro-scale products remains a serious knowledge gap. Interactions among processes underlie the most puzzling material and behavioral products, including the largely unexplained mechanisms of subglacial landform genesis and incompletely understood switches in the flow behavior of glaciers and ice sheets. The arterial character of West Antarctic ice streams, presents a striking illustration of the transformation of point-scale processes to mega-scale products. The sharply defined margins, separating fast- and slow-flowing ice, suggest the operation of a spatial switch that controls fast motion processes.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los procesos subglaciales son importantes porque determinan el comportamiento de los glaciares, permitiendo entender las conexiones entre los procesos a escala pequeña y los productos a gran escala.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Vulcanismo

**Nº:** 93  
**FECHA:** 2004

Título	Evolution of Villarrica Volcano.
Autor (es)	<b>Clavero, J. and Moreno H.</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Villarrica Volcano (39.5°S), Southern Andes, Chile. Eds. L. Lara and J. Clavero. Sernageomin
Referencias	2004 Boletín 61, pages 17-27.
Palabras clave	Villarrica volcano, effusive and explosive eruptions, calderas
Resumen	<p>Villarrica volcano is a Quaternary volcano located in the Southern Andes of Chile (39,5°S). In its early evolution (Villarrica 1 Unit, Middle to Upper Pleistocene) an ancestral stratocone was built, mainly with basaltic to basaltic andesite lavas and fallout deposits. At ca. 100 ka this ancestral edifice partially collapsed, generating an elliptical caldera structure, 6,5 by 4,2 km in diameter. Subglacial basaltic andesite lavas were erupted during the Llanquihue Glaciation (95-14 ka), although it is not clear if an edifice was formed during this period. A second collapse, nested in the previous structure occurred at ca. 14 ka (Caldera 2), with the generation of a series of pyroclastic flows, including the large-volume Lican ignimbrite (ca. 10 km<sup>2</sup>), marking the beginning of an explosive phase, which seems to continue until today. A new stratocone located on the northwestern rim of calderas 1 and 2 was formed through successive effusive and explosive eruptions (Villarrica 2 Unit, 14-3,7 ka). At ca. 3,7 ka this stratocone partially collapsed, forming a smaller summit caldera (Caldera 3) associated to the Pucón Ignimbrite eruption, which marked the end of Villarrica 2 unit. Soon after the collapse, a new stratocone started to build within the summit caldera. This new cone has been built through successive effusive and explosive eruptions (Villarrica 3 unit, 3,7 ka to present). The last large explosive event at Villarrica volcano occurred at ca. 1.600 yr BP, with the generation of an extensively distributed pyroclastic flow. Historic activity at Villarrica has been, however, essentially effusive and slightly explosive (strombolian), and the volcano shows an almost permanent lava-like inside its crater with permanent degassing.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describen las distintas fases y eventos geológicos que dan origen al volcán Villarrica (39,5°S), Andes del sur de Chile, como lo conocemos hoy. Se analiza además la actividad eruptiva histórica del volcán y su situación actual.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Volcanismo

**Nº:** 94  
**FECHA:** 2008

Título	Recent unusual fines-depleted and highly-mobile andesitic pyroclastic flows from Mocho-Choshuenco volcano, southern Andes
Autor (es)	<b>Clavero, J., Roche, O. and A. Rivera</b>
Nombre completo de la revista o libro	In IAVCEI General Assembly
Referencias	2008. 18-22 August, Reykjavik, Iceland.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Minería

**Nº:** 95  
**FECHA:** 2007

Título	Anuario estadístico del cobre y de otros minerales no metálicos, 1998 - 2007
Autor (es)	<b>COCHILCO</b>
Nombre completo de la revista o libro	Comisión Chilena del Cobre
Referencias	2007 154 pp. <a href="http://www.cochilco.cl/productos/anuario.asp">http://www.cochilco.cl/productos/anuario.asp</a>
Palabras clave	Anuario – Cobre – Minerales – Estadísticas
Resumen	<p>La información recopilada en el Anuario, cubre la mayor parte de los aspectos esenciales de la industria minera, con un natural énfasis en el cobre. Es así que respecto de Chile se informa sobre la producción y exportaciones mineras en los períodos 1988-2007 y 1998-2007, respectivamente; se analizan las características de los contratos de cobre refinado y de concentrados, y se consigna el aporte de esta importante industria a nuestro país. Para el ámbito internacional, se entregan cifras de los últimos diez años tanto para el cobre (producción, consumo, precios, comercio exterior y otros indicadores de la minería del cobre) como también la producción de oro, plata y molibdeno, además de los precios de dichos metales, más otras sustancias metálicas y no metálicas. A partir de dichas cifras se puede dimensionar el significado que tiene la industria minera para Chile, particularmente en un año 2007 de precios del cobre excepcionalmente altos, situación que también se repite en otros minerales importantes para Chile. En dicho año, la participación que tuvo la minería en el PIB, medida a precios corrientes, alcanzó a 21,8% y como es esperable destacó la minería del cobre con una participación del 20% del PIB. Para el erario nacional, Codelco mantuvo su alta importancia, explicando por sí sólo 7,9 mil millones de dólares de ingreso fiscal, equivalente a un 17,7% de su total.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Modelación Hidrológica**

**Nº: 96**  
**FECHA: 2000**

Título	Modeling Terrestrial Hydrological Systems at the Continental Scale Testing the Accuracy of an Atmospheric GCM
Autor (es)	<b>Coe, M.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Climate
Referencias	2000. 13, 686-704.
Palabras clave	Hydrology - river discharge – precipitation - evaporation
Resumen	<p>A global hydrological routing algorithm (HYDRA) that simulates seasonal river discharge and changes in surface water level on a spatial resolution of 5' long × 5' lat is presented. The model is based on previous work by M. T. Coe and incorporates major improvements from that work including 1) the ability to simulate monthly and seasonal variations in discharge and lake and wetland level, and 2) direct representation of man-made dams and reservoirs. HYDRA requires as input daily or monthly mean averages of runoff, precipitation, and evaporation either from GCM output or observations. As an example of the utility of HYDRA in evaluating GCM simulations, the model is forced with monthly mean estimates of runoff from the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) reanalysis dataset. The simulated river discharge clearly shows that although the NCEP runoff captures the large-scale features of the observed terrestrial hydrology, there are numerous differences in detail from observations. The simulated mean annual discharge is within <math>\pm 20\%</math> at only 13 of 90 fluvial gauging stations compared. In general, the discharge is overestimated for most of the northern high latitudes, midcontinental North America, eastern Europe, central and eastern Asia. India and northern Africa. Only in western Europe and eastern North America is the discharge consistently underestimated. Although there appears to be a need for improved simulation of land surface physics in the NCEP product and parameterization of flow velocities within HYDRA, the timing of the monthly mean discharge is in fair agreement with the observations. Including lakes within HYDRA reduces the amplitude of the seasonal cycle of discharge and the magnitude of the annual mean discharge of the St. Lawrence River system, in qualitative agreement with the observations. In addition, including the wetlands of the Sudd reduces the magnitude of the simulated annual discharge of the Nile River to values in better agreement with observations. Finally, the impact of man-made dams and their reservoirs on the magnitude of monthly mean discharge can be explicitly included within HYDRA. As an example, including dams and reservoirs on the Parana River improves the agreement of the simulated mean monthly discharge with observations by reducing the amplitude of the seasonal cycle to values in good agreement with the observations. The results of this study show that, although improvements can be obtained through better representations of flow velocities and more accurate digital elevation models, HYDRA can be a powerful tool for diagnosing simulated terrestrial hydrology and investigations of global climate change.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presenta un algoritmo hidrológico global (HYDRA) que simula descargas estacionales de un río y cambio en el nivel del agua en una resolución de 5' long × 5' lat. El modelo se basa en un previo trabajo de M. T. Coe e incorpora mejoras mayores de ese trabajo, incluyendo 1) la capacidad de simular variaciones mensuales y estacionales en las descargas de lagos y pantanos, y 2) una directa representación de una represa artificial y natural.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur – Austral  
**TEMA:** Medioambiente

**Nº:** 97  
**FECHA:** 2008

Título	Plan de Acción Nacional sobre Cambio Climático 2008 - 2012
Autor (es)	CONAMA
Nombre completo de la revista o libro	<a href="http://www.conama.cl/portal/1301/articles-44691_recurso_1.pdf">http://www.conama.cl/portal/1301/articles-44691_recurso_1.pdf</a>
Referencias	2008, 86 p
Palabras clave	Cambio Climático – Medioambiente – Políticas Públicas – Planes de acción
Resumen	<p>Se ha diseñado un Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, que constituye el marco de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, y de mitigación de las emisiones de los gases de efecto invernadero en el país. El Plan de Acción se concibe como un instrumento articulador de un conjunto de lineamientos de orden político, que llevarán a cabo los organismos públicos competentes en materia de cambio climático y de sus efectos adversos. De igual manera, se torna en una herramienta orientadora para el sector productivo y académico y para los organismos no gubernamentales, en cuanto éste señala las materias relevantes que deberán ser asumidas por el conjunto de la sociedad para enfrentar los impactos derivados del cambio climático.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro – Sur – Austral**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 98**  
**FECHA: 2007**

Título	Computation of the space and time evolution of equilibrium-line altitudes on Andean glaciers (10° N–50° S latitude).
Autor (es)	<b>Condom, T., Coudrain, A., Sicart, J.E. and Théry S.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007 Volume 59, pages 189–202
Palabras clave	Andean glaciers; equilibrium-line altitude (ELA); precipitation; temperature; mass balance
Resumen	<p>A previous study of Fox [Fox, A.N. 1993. Snowline altitude and climate at present and during the Last Pleistocene Glacial Maximum in the Central Andes (5°–28°S). Ph.D. Thesis. Cornell University.] showed that for a fixed 0°C isotherm altitude, the equilibrium-line altitude (ELA) of the Peruvian and Bolivian glaciers from 5 to 20°S can be expressed based on a log–normal expression of local mid-annual rainfall amount (<i>P</i>). In order to extrapolate the function to the whole Andes (10°N to 55°S) a local 0°C isotherm altitude is introduced. Two applications of this generalised function are presented. One concerns the space evolution of mean inter-annual ELA for three decades (1961–1990) over the whole South American continent. A high-resolution data set (grid data: 10' for latitude/longitude) of mean monthly air surface temperature and precipitation is used. Mean annual values over the 1961–1990 period were calculated. On each grid element, the mean annual 0°C isotherm altitude is determined from an altitudinal temperature gradient and mean annual temperature (<i>T</i>) at ground level. The 0°C isotherm altitude is then associated with the annual precipitation amount to compute the ELA. Using computed ELA and the digital terrain elevation model GTOPO30, we determine the extent of the glacierised area in Andean regions under modern climatic conditions. The other application concerns the ELA time evolution on Zongo Glacier (Bolivia), where inter-annual ELA variations are computed from 1995 to 1999. For both applications, the computed values of ELA are in good agreement with those derived from glacier mass balance measurements.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se deriva la línea de equilibrio (ELA) para los Andes (10°N y 55°S) en base a la isoterma de 0°C. Se presentan dos aplicaciones; una relacionada con la evolución temporal de la ELA media interanual durante tres décadas (1961-1990) La otra aplicación es la evolución de la ELA en el glaciar del Zongo (Bolivia), donde se calculan sus variaciones entre 1995 y 1999. Para ambas aplicaciones, los valores calculados de ELA están en buen acuerdo con los resultados de las mediciones de balance de masa glaciar.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Balance de energía

**Nº:** 99  
**FECHA:** 2003

Título	Modelling the energy balance of high altitude glacierised basins in the Central Andes
Autor (es)	Corripio, J.
Nombre completo de la revista o libro	PhD thesis
Referencias	2003. University of Edinburgh, 154 p.
Palabras clave	energy balance - Central Andes – pinnacles - ablation
Resumen	<p>Water as a result of snow and glacier melt is an important resource in the Central Andes of Chile and Argentina, which in terms of precipitation are close to climatic deserts, yet they support large populations and a rich agriculture. In spite of this, little is known of the processes at play and the variability over time. In particular, the specific mechanisms of energy balance and melt on high altitude glaciers in this region have been the subject of limited research. Another particularity of the region is the ablation of most of the snow cover into penitentes or pinnacles of snow and ice about 2 m in height. Meteorological data from one automatic weather station installed on two different glaciers at 3335 m and 4667 m in the Chilean Central Andes demonstrate the relative importance of turbulent heat transfer in the energy balance equation, accounting for 10 to 20% of the net energy balance. Intense evaporation, together with effective radiative cooling, dew point well below freezing and intense solar radiation favour differential ablation of the snow surface, which results in the formation of snow penitentes, these unique forms result in a further modification of the energy balance. Stable conditions and a clear atmosphere permit effective incorporation of fully distributed solar radiative models with good results. Melt rates are compared with theoretical models, showing that while evaporation is enhanced in the Andes, surface morphology decreases total ablation. Modeling work suggests that penitentes enhance conservation of snow cover and the consequences of their loss, due to changes in the initial climatic conditions, might be increased ablation over the whole season, decreased glacier mass balance and faster depletion of water resources. To implement distributed energy balance models both at the basin scale and at the microtopography scale, two additional tools were developed. One is a set of algorithms for the computation of terrain parameters from digital elevation models (DEMs) suitable for rough topography. These algorithms, together with those developed for shading and insolation, permit the treatment of overhanging surfaces, such as the penitentes. Another tool is a flexible and inexpensive remote sensing tool for albedo estimation using conventional terrestrial photography. The technique consists in georeferencing oblique photographs to a digital elevation model (DEM), defining a mapping function between the pixel of the image and the corresponding cell on the DEM. Once the image is georeferenced, the reflectance values recorded by the film or digital camera are corrected for topographic and atmospheric influences and for the effect of the photographic process. By comparing these to a surface of known albedo, the spatial distribution of albedos is calculated. The validation of the technique on Alpine terrain shows good agreement with measured values.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El modelo sugiere que los penitentes aumentan la conservación de la cubierta de nieve y la consecuente pérdida debido a los cambios en las condiciones climáticas iniciales, quizás incremente la ablación en toda la temporada, disminuyendo el balance de masa del glaciar y agotando más rápido el recurso agua.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Balance de energía

**Nº:** 100  
**FECHA:** 2004

Título	Snow surface albedo estimation using terrestrial photography
Autor (es)	Corripio, J.G.
Nombre completo de la revista o libro	International Journal of Remote Sensing
Referencias	25(24), pages 5705-5729.
Palabras clave	Snow; Terrestrial photography; Photography; albedo; photography
Resumen	<p>A flexible and inexpensive remote sensing tool for albedo estimation using conventional terrestrial photography and its validation on an Alpine glacier is described. The proposed technique involves georeferencing oblique photographs to a digital elevation model (DEM), defining a mapping function between the information contained on a given pixel of the image and the corresponding cell of the DEM. This is attained by performing a perspective projection of the DEM after a viewing transformation into the camera coordinate system. Once the image is georeferenced, the reflectance values recorded by the film or digital camera are corrected for topographic and atmospheric influences and for the effect of the photographic process (lens-film-developing-scanning). Atmospheric transmittance is evaluated using the MODTRAN radiative transfer model. Diffuse and direct irradiation are estimated using a parametric solar irradiation model. The solar-ground geometry, anisotropy of reflected radiation, the effect of surrounding topography and the portion of visible sky are evaluated using terrain algorithms applied to the DEM. The response of the camera-film-scanner system is evaluated using an empirical approach. The result is a geographically correct map of normalized reflectance values. By comparing these to a surface of known albedo, the spatial distribution of albedos is calculated. Comparisons to in situ measurements on the Mer de Glace glacier, French Alps, show good agreement. Sources of error are identified and ways of improvement addressed. The georeferencing algorithm, implemented into the Interactive Data Language (IDL) is available from the author and at the user contributed IDL library at <a href="http://www.rsinc.com">www.rsinc.com</a>.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describen aplicaciones de fotogrametría terrestre en estimaciones de albedo en un glaciar alpino. La técnica consiste en georeferenciar fotografías en base a un modelo de digital de elevación (DEM), definiendo una función entre la información contenida en un píxel de la imagen y una celda del DEM. Una vez la imagen georeferenciada, los valores de reflectancia registrados por la película se corrigen debido a la influencia topográfica y atmosférica y por el efecto del proceso fotográfico. Se evalúa la transmisión atmosférica usando el modelo MODTRAN. La radiación difusa y directa se calculan con un modelo paramétrico de radiación solar. Geometría solar-terrestre, la anisotropía de radiación reflejada, el efecto de la topografía circundante y la porción de cielo visible se evalúan con algoritmos aplicados al DEM. La respuesta del sistema de escáner de la película es evaluada usando un enfoque empírico. El resultado es un mapa normalizado de reflectancia, que al compararse a una superficie de albedo conocido, permite calcular la distribución espacial de albedo. Se aplica exitosamente en el glaciar Mer de Glace, Alpes franceses.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Balance de energía

**Nº:** 101  
**FECHA:** 2005

Título	Surface energy balance of high altitude glaciers in the Central Andes: the effect of snow penitents
Autor (es)	Corripio, J. and R. Purves
Nombre completo de la revista o libro	In: de Jong, C., Collins, D., Ranzi, R. (eds), Climate and Hydrology in Mountain Areas
Referencias	2005. Wiley, London, UK, Chapter 3, 15–27.
Palabras clave	Energy balance – Central Andes – snow penitents
Resumen	<p>The Dry Central Andes stretching from latitude 31° S to 35° S are climatic deserts, yet they support rich agriculture and large urban centres thanks to melt water from glaciers and snow covered mountains. Most of the agriculture of the Chilean Central Valley is irrigated, and all drinking water for Santiago de Chile, with over five million inhabitants (one third of the population of Chile), comes from water reservoirs fed by snow and ice melt during the summer. On the Argentinian side of the Andes, with barely 180 mm of annual precipitation, the provinces of Mendoza (population over 1,5 million) and San Juan are the country's main wine producers and the region has rich agricultural farms. This production is only possible thanks to a well developed irrigation system making efficient use of the summer melt water from the Cordillera. The contrast between the desert natural vegetation and the lush green of the cultivated farms is evident over the whole province, stressing the vital role of the mountains as “water towers of the world for the 21st Century.” In this paper we present results from a field campaign and associated modelling, comparing the components of energy balance in this area with that of Alpine basins and presenting low cost remote sensing techniques suitable for use in a region where access is difficult and expensive. Particular attention is given to penitentes: surface ablation forms that are common on most glaciers of the Central Andes at high altitude, and have an important effect on the energy and mass balance of the snow cover. The relative importance on snow ablation and therefore on water resources will be addressed.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En este artículo se presentan los resultados de una campaña y los modelamientos asociados, se comparan los componentes del balance energético en esta área con las cuencas Alpinas y se presentan técnicas de sensores remotos de bajo costo para ser usados en esta región donde el acceso es difícil y costoso.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 102  
**FECHA:** 2008

Título	Modeling Climate-Change Impacts on Mountain Glaciers and Water Resources in the Central Dry Andes
Autor (es)	Corripio, J., Purves, R. and A. Rivera
Nombre completo de la revista o libro	In: Orlove, B., Wiegandt, E. & Luckman, B. (Eds.).
Referencias	Darkening Peaks: Glacier Retreat, Science and Society, University of California Press, USA, p. 126-135
Palabras clave	Cambio climático – recursos hídricos – cuenca del Maipo – cuenca del Aconcagua
Resumen	<p>Despite the scarcity of data in the region of study, our modeling results suggest that meltwater availability is likely to increase in the medium term, with faster depletion of glacier resources in the longer term. Because of local orography it appears that the rate of variation will be more pronounced in the Aconcagua and Maipo basins than in the Mendoza basin. Given the importance of meltwater for the economy and populations of Chile and Argentina and the time required to adapt to new conditions, it would be desirable to be able to anticipate with greater precision the timing and magnitude of changes in water supplies. The tools presented here seem appropriate for gaining insight into such changes, but greater knowledge of the initial conditions is necessary, including (1) reliable data on precipitation and snow cover, (2) an updated inventory of glaciers that will permit the estimation of total runoff, (3) continuous meteorological data from a high-altitude weather station to permit modeling of the annual cycle of accumulation and ablation and approximation of the vertical distribution of meteorological variables, and (4) measurements of actual ablation in penitentes-covered areas and techniques for applying an energy balance model that fully represents fluxes within penitentes fields as opposed to the roughness-based parameterization employed here.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>A pesar de la escasez de información en la región de estudio, los resultados basados en el modelo sugieren que la disponibilidad de agua probablemente aumentará en el corto plazo, con un rápido agotamiento de los recursos provenientes del glaciar a largo plazo. Debido a la orografía local parece que la tasa de variación será más pronunciada en las cuencas del Aconcagua y del Maipo que en la cuenca de Mendoza.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 103

**TEMA:** Glaciares rocosos

**FECHA:** 1976

Título	The hydrological significance of rock glaciers
Autor (es)	Corte, A. E.
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	1976. 17,157-58.
Palabras clave	Rock glaciers – hydrology
Resumen	<p>It is obvious that the hydrological behaviour of a rock glacier will depend on the methods in which water, snow, ice, or ground-ice can become incorporated and eliminated from the body of the rock glacier. Since we are observing these genetic-morphological differences in these two types of rock glaciers, it is interesting to question whether or not these differences could lead to differences in the hydrological behaviour.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El comportamiento hidrológico de un glaciar rocoso dependerá de los métodos en los que el agua, la nieve, el hielo o el suelo congelado puedan llegar a ser integrados y eliminados del cuerpo del glaciar rocoso.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 104**  
**FECHA: 2002**

Título	A knowledge-based approach to the statistical mapping of climate
Autor (es)	<b>Daly, C., Gibson, W. P., Taylor, G.H., Johnson, G. L. and P. Pasteris</b>
Nombre completo de la revista o libro	Climate Research
Referencias	2002. 22, 99-113
Palabras clave	Climate map · Climate interpolation · Spatial climate · GIS · PRISM · Geospatial climatology
Resumen	<p>The demand for spatial climate data in digital form has risen dramatically in recent years. In response to this need, a variety of statistical techniques have been used to facilitate the production of GIS-compatible climate maps. However, observational data are often too sparse and unrepresentative to directly support the creation of high-quality climate maps and data sets that truly represent the current state of knowledge. An effective approach is to use the wealth of expert knowledge on the spatial patterns of climate and their relationships with geographic features, termed 'geospatial climatology', to help enhance, control, and parameterize a statistical technique. Described here is a dynamic knowledge-based framework that allows for the effective accumulation, application, and refinement of climatic knowledge, as expressed in a statistical regression model known as PRISM (parameter-elevation regressions on independent slopes model). The ultimate goal is to develop an expert system capable of reproducing the process a knowledgeable climatologist would use to create high-quality climate maps, with the added benefits of consistency and repeatability. However, knowledge must first be accumulated and evaluated through an ongoing process of model application; development of knowledge prototypes, parameters and parameter settings; testing; evaluation; and modification. This paper describes the current state of a knowledge-based framework for climate mapping and presents specific algorithms from PRISM to demonstrate how this framework is applied and refined to accommodate difficult climate mapping situations. A weighted climate-elevation regression function acknowledges the dominant influence of elevation on climate. Climate stations are assigned weights that account for other climatically important factors besides elevation. Aspect and topographic exposure, which affect climate at a variety of scales, from hill slope to windward and leeward sides of mountain ranges, are simulated by dividing the terrain into topographic facets. A coastal proximity measure is used to account for sharp climatic gradients near coastlines. A 2-layer model structure divides the atmosphere into a lower boundary layer and an upper free atmosphere layer, allowing the simulation of temperature inversions, as well as mid-slope precipitation maxima. The effectiveness of various terrain configurations at producing orographic precipitation enhancement is also estimated. Climate mapping examples are presented.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La demanda por datos climáticos espacializados en forma digital ha subido dramáticamente en los últimos años. En respuesta a esta necesidad, una variedad de técnicas estadísticas ha sido utilizada para facilitar la producción de mapas climáticos compatibles con SIG. Sin embargo, los datos obtenidos son a menudo escasos y poco representativos como apoyo directo para la creación de mapas de gran calidad sobre el clima y de datos que representan sinceramente el estado actual del conocimiento. Por ello, se describe un armazón dinámica basada en el conocimiento que toma en cuenta la acumulación efectiva, la aplicación y el refinamiento del conocimiento climático, expresado en un modelo regresivo estadístico conocido como PRISMA (parámetros regresivos de elevación en modelos independientes de terreno).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 105  
**FECHA:** 1987

Título	Glaciological studies and experiments from Salyut-6 Orbital Space Station
Autor (es)	Denisov, L., Nosenko, G., Grechko, G., A. Ivanchenko and V. Kotlyakov
Nombre completo de la revista o libro	Polar Geography and Geology
Referencias	Volume 11(1), pages 12-24.
Palabras clave	Snow cover, glaciers, forecasting, abrupt changes
Resumen	<p>The first results of glaciological research carried out from the orbital space station Salyut-6 are discussed. The studies included visual observations by cosmonauts and post-mission analysis of photographs of snow cover and glaciers. The glacierized Pamir Mountains were used as an experimental area. Cosmonauts on the Salyut-6 examined the area with regard to the amount of snow cover on the ground; observations permitted the forecasting of glacier surges and also revealed evidence of past advances. The observations also showed runoff from glacier-dammed lakes. The studies of glacier dynamics on the Northern and Southern Patagonian Plateau, South America, showed abrupt changes in the termini of the O'Higgins, Moreno and Braggen glaciers. This pronounced activity is induced by the great glacial energy of Patagonia and by the interaction of floating glacier termini with water.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Primeros resultados de la investigación glaciológica llevada a cabo desde la estación espacial orbital Salyut-6n. Los estudios incluyeron observaciones visuales por los cosmonautas y análisis post-misión de fotografías de nieves y glaciares. Las montañas englaciadas de Pamir fueron usadas como zona experimental. Cosmonautas en la Salyut-6 examinaron la cantidad de nieve en el suelo. Las observaciones también mostraron el escurrimiento generado por los glaciares. Los estudios de la dinámica glacial en Patagonia mostraron fuertes cambios en la parte terminal de los glaciares O'Higgins, Moreno y Bruggen.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 106  
**FECHA:** 2003

Título	Pagina web del Diario Austral de Valdivia
Autor (es)	<b>Diario Austral de Valdivia</b>
Nombre completo de la revista o libro	<a href="http://www.australvaldivia.cl/site/edic/20030908224008/pags/20030908224822.html">http://www.australvaldivia.cl/site/edic/20030908224008/pags/20030908224822.html</a>
Referencias	2003. revisada en Abril de 2009.
Palabras clave	Hotel bajo hielo – volcán mocho-choshuenco
Resumen	<p>“(…) En la idea de construir un hotel bajo hielo trabajan desde hace un tiempo glaciólogos del Centro de Estudios Científicos de Valdivia, quienes además estudian el proceso de retroceso de los glaciares en la zona. Se trata de un refugio que se ubicará en las cercanías del volcán Choshuenco, y que permitirá a los turistas descansar y pasar la noche, además de recorrer cavernas subterráneas. El primer intento para levantar la obra ocurrió hace dos años con la construcción del primer iglú, el que se derritió al primer verano. Posteriormente, se levantó otro entre hielos eternos (…)”</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 107

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 1975

Título	Glaciar Echaurren Norte
Autor (es)	DGA (Dirección General de Aguas)
Nombre completo de la revista o libro	Informe Interno.
Referencias	1975
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro - Sur  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 108  
**FECHA:** 1987

Título	Balance Hídrico de Chile
Autor (es)	DGA (Dirección General de Aguas).
Nombre completo de la revista o libro	Ministerio de Obras Públicas, Santiago, Chile,
Referencias	Page 59
Palabras clave	Escorrentías – Isoyetas – Caudales – Precipitaciones – Temperatura – Evaporación – Balance Hídrico – Cuencas Hidrográficas
Resumen	Se determina el balance hídrico a nivel nacional, mediante un análisis de las variables meteorológicas, la escorrentía superficial, la evaporación y la evapotranspiración.



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro - Sur**  
**TEMA: Modelación hidrológica**

**Nº: 109**  
**FECHA: 1996**

Título	Análisis uso actual y futuro de los recursos hídricos de Chile: informe final / Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Departamento de Estudios y Planificación, IPLA, S,I,T N° 26,
Autor (es)	<b>DGA (Dirección General de Aguas).</b>
Nombre completo de la revista o libro	Informe final
Referencias	Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Departamento de Estudios y Planificación, IPLA, S,I,T N° 26
Palabras clave	Cuencas hidrográficas – Demandas hídricas – Uso del agua
Resumen	<p>El presente estudio fue encargado por la Dirección General de Aguas, en Septiembre del año 1993. El ámbito del estudio es de carácter nacional, ya que abarca todas las cuencas del país desde el límite con Perú hasta Tierra del Fuego. El resultado del estudio son tres volúmenes y un resumen general, donde se ha vertido toda la información que existe en el país sobre demandas de agua (Agrícolas, Mineras, Industriales, Agua Potable, Hidroelectricidad) y los recursos disponibles para un año medio o probabilidades de un 50% y 85% de excedencia. En el primer volumen se incluye la metodología utilizada en el estudio y el cálculo de las demandas de las hoyas comprendidas en las Regiones I a IV. En el segundo volumen se incluye el cálculo de las demandas de las hoyas de las Regiones V a VII y la Región Metropolitana. En el tercer volumen se incluye el cálculo de las demandas de las hoyas de las Regiones VIII a XII, el Anexo 1, Estimación de Recursos Subterráneos y el Anexo 2, Estudios Económicos. Si bien el estudio, por su carácter nacional, no permite entrar en el detalle de las demandas, él da una visión bastante clara sobre cual es la situación de equilibrio que existe, en cada una de las cuencas del país, entre recursos y demandas. También en las cuencas en que existían antecedentes suficientes, se agregó información sobre la calidad de las aguas y los potenciales hidrogeológicos que ellas poseían.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur  
**TEMA:** Medioambiente

**Nº:** 110  
**FECHA:** 1999

Título	Política Nacional de Recursos Hídricos.
Autor (es)	<b>DGA (Dirección General de Aguas).</b>
Nombre completo de la revista o libro	Documento de Discusión
Referencias	Ministerio de Obras Públicas/Dirección General de Aguas.
Palabras clave	Política – Recursos hídricos – Medio Ambiente – Sustentabilidad
Resumen	<p>Este documento da cumplimiento al requerimiento del Presidente de la República al Ministerio de Obras Públicas en orden a preparar una Política Nacional de Recursos Hídricos. Su texto resume los principios, objetivos y tareas que debe incluir una Política de Aguas en nuestro país, así como los antecedentes técnicos y jurídicos que la justifican. En él se han recogido las definiciones y avances realizados en los últimos años, haciendo explícitos e integrando muchos de los planteamientos que se han venido formulando en forma parcial. La temática de este documento está centrada en los recursos hídricos propiamente tales, considerando su influencia sobre una amplia gama de actividades del país, y por lo tanto presenta una estrecha relación con otras políticas específicas del Estado. En cuanto a la estructuración de este documento cabe indicar que en él se presentan primeramente los principios y objetivos de una Política del Recurso Hídrico para el país. Se exponen los principales desafíos que se deben enfrentar; y culmina con un diagnóstico de cada uno de los temas más relevantes, con sus proposiciones específicas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte**  
**TEMA: Modelación Hidrológica**

**Nº: 111**  
**FECHA: 2007**

Título	Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras, Zona I, Regiones I a IV
Autor (es)	DGA (Dirección General de Aguas)
Nombre completo de la revista o libro	Resumen ejecutivo, Ayala, Cabrera y Asociados Ltda, Ingenieros Consultores
Referencias	2007. S,I,T122.
Palabras clave	Demanda de agua – Proyeccion de demanda – Zonas críticas
Resumen	<p>El principal objetivo de abordar este tema ha sido permitir a las autoridades y a los diversos actores involucrados en la administración y el aprovechamiento de los recursos hídricos disponer de información actualizada de la situación actual y futura de las demandas de estos recursos en el país, para diferentes usos, a nivel regional, de cuencas y subcuencas. En particular, se estima las demandas futuras para horizontes de 10 y 25 años, identificando zonas críticas, ya sea por escasez del recurso o por uso intensivo del mismo y, finalmente, se plantean las recomendaciones que permitan oportunamente reducir o eliminar los efectos que podrían imponer al desarrollo económico y social del país, las restricciones sobre la disponibilidad del recurso en el área de influencia de este trabajo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 112  
**FECHA:** 2007

Título	Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras, Zona II, Regiones V a XII y Región Metropolitana
Autor (es)	<b>DGA (Dirección General de Aguas).</b>
Nombre completo de la revista o libro	Resumen ejecutivo, Ayala, Cabrera y Asociados Ltda, Ingenieros Consultores, S,I,T
Referencias	Nº 123
Palabras clave	Demanda hídrica – Recursos hídricos – Usos del agua
Resumen	<p>Durante el año 2006, la Dirección General de Aguas del MOP, a través de su Departamento de Estudios y Planificación, llamó a licitación para el desarrollo de los estudios “Actualización de la Situación del Uso Actual de los Recursos Hídricos, Zona 1 Norte, Regiones I a IV” y “Actualización de la Situación del Uso Actual de los Recursos Hídricos, Zona 2, Regiones V a XII y Región Metropolitana”. El presente estudio corresponde al estudio de la zona 2, es decir, de las regiones V Sur (desde el río Aconcagua) a XII y Región Metropolitana. El principal objetivo de abordar los estudios señalados ha sido permitir a las autoridades y a los diversos actores involucrados en la administración y el aprovechamiento de los recursos hídricos disponer de información actualizada de la situación actual y futura de las demandas de estos recursos en el país, para diferentes usos, a nivel regional, de cuencas y subcuencas. En particular, se contempla estimar las demandas futuras para horizontes de 10 y 25 años, identificando zonas críticas, ya sea por escasez del recurso o por uso intensivo del mismo y, finalmente, plantear las recomendaciones que permitan oportunamente reducir o eliminar los efectos que podrían imponer al desarrollo económico y social del país, las restricciones sobre la disponibilidad del recurso en el área de influencia de este trabajo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro – Sur – Austral**  
**TEMA: Inventario**

**Nº: 113**  
**FECHA: 2007**

Título	Balance glaciológico e hídrico del glaciar Nef, Campo de Hielo Norte, y catastro de glaciares de algunas cuencas de la zona central y sur del país
Autor (es)	<b>DGA (Dirección General de Aguas).</b>
Nombre completo de la revista o libro	Serie de Informes Técnicos
Referencias	Nº166, Volumen 1 y 2, Santiago.
Palabras clave	Catastro – Balance – Glaciares
Resumen	<p>Este catastro de glaciares tuvo por objetivo superar algunos de los vacíos de información glaciológica en las zonas central y sur del país. Aquellas regiones representan un enorme potencial hídrico en el largo plazo, sin embargo hasta ahora sólo se poseían estimaciones preliminares o inventarios no actualizados de las superficies de hielo allí existentes. Este trabajo emplea tecnologías satelitales, recientes, incluyendo el uso de datos topográficos SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Las áreas catastradas son: i) Cuenca superior del río Aconcagua (32°30'S), V Región de Valparaíso, donde existe un análisis previo elaborado por Valdivia (1984). El nuevo inventario fue realizado a partir de un conjunto de imágenes satelitales ASTER (resolución de 15 m) del año 2008 y datos SRTM del año 2000 (resolución de 90 m). La superficie de hielo de la cuenca del Aconcagua totalizó 121,49 km<sup>2</sup>, encontrándose distribuida en 188 glaciares, una parte importante de los cuales son de tipo rocoso. ii) Glaciares al sur del estrecho de Magallanes (53°S al sur). Se utilizó un set de imágenes ASTER y Landsat ETM+ obtenidas a partir del año 2001 y la data SRTM, abarcando los cuatro principales centros montañosos y sus glaciares aledaños, a saber Isla Santa Inés, Monte Sarmiento, Cordillera Darwin e Isla Hoste. El área glaciar más importante se encuentra localizada en la Cordillera Darwin, con 2.333,14 km<sup>2</sup> distribuido en 627 polígonos glaciares. La superficie total de hielo inventariada al sur de los 53°S es de 3.289,42 km<sup>2</sup>, lo que es mucho mayor a las estimaciones previas para la región (Lliboutry, 1956; Casassa, 1995). A diferencia de Chile central, las superficies recubiertas no son significativas. Este trabajo presenta una completa determinación de superficies glaciares expuestas o parcialmente recubiertas sobre 0,01 km<sup>2</sup>, sin embargo los datos y las técnicas aquí empleadas son insuficientes para la detección detallada de la totalidad de glaciares rocosos, los que son predominantes en algunas zonas específicas de las áreas catastradas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro**

**Nº: 114**

**TEMA: Minería**

**FECHA: 2008**

Título	Informe derechos, extracciones y tasas unitarias de consumo de agua del sector minero regiones centro - norte de Chile / Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación
Autor (es)	<b>DGA (Dirección General de Aguas).</b>
Nombre completo de la revista o libro	Proust Consultores
Referencias	S,I,T Nº 146
Palabras clave	Derechos de aprovechamiento de aguas – Minería – Consumo de Agua - Caudales
Resumen	<p>El presente informe ha sido encomendado por la Dirección General de Aguas (DGA) y tiene por objetivo establecer los derechos de aprovechamiento de agua con que cuenta el sector minero nacional, el caudal de extracciones de agua empleado en las faenas mineras como agua fresca (o <i>make-up</i>) y la tasa de consumo unitario de agua fresca por proceso minero. El estudio comprende las regiones centro-norte del país (desde la VI Región al norte) y está basado en la información disponible en el Catastro Público de Aguas de las DGA, y en los derechos de aprovechamiento, extracciones de agua y tasa promedio de procesamiento de minerales informados por las empresas mineras para el periodo 2006. El alcance del análisis comprende las empresas mineras productoras de cobre, oro, plata, hierro y minerales no metálicos, representando más del 95% de las producciones a nivel nacional.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte - Centro  
**TEMA:** Inventario y glaciares rocosos

**Nº:** 115  
**FECHA:** 2008

Título	Identificación de glaciares de roca
Autor (es)	DGA (Dirección General de Aguas)
Nombre completo de la revista o libro	Serie de Informes Técnicos 167.
Referencias	2008. Vol.1.
Palabras clave	Glaciar rocoso – fotografías aéreas – inventario - SIG
Resumen	<p>El objetivo del presente estudio es el de identificar y ubicar, en fotografías aéreas y mediante la señalización y georeferenciación de un punto, los glaciares de roca de las siguientes cuencas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) Cuenca del río Copiapó y cuencas de salares alto andinas colindantes.</li><li>b) Cuenca del río Totoral,</li><li>c) Cuenca del río Huasco,</li><li>d) Cuenca del río Elqui, y</li><li>e) Cuenca del río Aconcagua.</li></ul>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro – Sur**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 116**  
**FECHA: 2006**

Título	Estudio de la variabilidad climática en Chile para el siglo XXI.
Autor (es)	DGF.
Nombre completo de la revista o libro	Informe elaborado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile para CONAMA
Referencias	71 pp.
Palabras clave	Meteorología – Estimaciones – Metodología
Resumen	<p>El llamado de CONAMA para ejecutar la temática de la Variabilidad Climática en Chile para el siglo XXI incluye esencialmente dos partes: el análisis del clima observado durante la parte final del siglo XX y su proyección hacia fines del presente siglo. La importancia de la primera parte, que ha sido objeto de variados análisis durante los últimos años, radica en que define el escenario a partir del cual evolucionará el clima del futuro y establece las variaciones que se encuentran en marcha. Por tanto, en ella el elemento más relevante está representado por las actuales tendencias climáticas, en tanto que su condición media tiene utilidad para validar los resultados de los modelos numéricos que se usarán en la segunda parte del estudio, ya que un primer requisito de tales modelos es la calidad con que son capaces de simular el clima actual. Las dos partes que constituyen el proyecto difieren profundamente en el grado de incertidumbre de sus resultados. La primera, basada en observaciones, da lugar a resultados que pueden adolecer incertezas modestas en razón de observaciones defectuosas o incompletas, pero la segunda, que se aventura en un futuro que sólo puede ser atisbado haciendo suposiciones importantes en cuanto al desarrollo socio-económico global, tiene sólo un carácter tentativo. Aún así, la metodología seguida en este estudio representa el estado del arte para la evaluación de impactos asociados al cambio climático originado en la intensificación del efecto invernadero por causas de origen antrópico. El objetivo principal de los Términos de Referencia del llamado a licitación de CONAMA fue la estimación de escenarios climáticos para diferentes regiones de Chile durante el siglo XXI, concretamente en el periodo 2071-2100, asociados a un cambio climático global resultante de un incremento sostenido de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, junto a este objetivo se solicitaron otros aspectos como una evaluación de datos climáticos observados en décadas recientes, estimaciones de los cambios climáticos en períodos intermedios dentro del siglo XXI y estimaciones para los cambios en el nivel del mar.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 117  
**FECHA:** 1994

Título	Climate Change and Sustainable Development in the Norte Chico, Chile: Climate, Water Resources and Agriculture
Autor (es)	<b>Downing, T., Santibáñez, F., Romero, H., Peña, H., Gwyne, M., Ihl, M., and A. Rivera</b>
Nombre completo de la revista o libro	Occasional paper (N°35) of the School of Geography, University of Birmingham and Research Report (N°6) of the Environmental Change unit
Referencias	1994. University of Oxford.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 118  
**FECHA:** 2005

Título	Glaciers and the Changing Earth System: A 2004 Snapshot.
Autor (es)	Dyurgerov, M., & M.F. Meier
Nombre completo de la revista o libro	Occasional Paper 58, Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado, Boulder, CO
Referencias	118 pp.
Palabras clave	glacier fluctuations, glaciological data, global analysis
Resumen	<p>The study of glacier fluctuations is relevant to an understanding of climate and climate change over temporal scales from years to centuries, and at spatial scales from regions to the global domain. It is internationally recognized that mountain and subpolar glaciers are substantial contributors to water cycle. The IPCC-1995 and IPCC-2000 have shown that glaciers contribute up to 20% to sea level rise over the previous century. Still glaciological data are not been widely used in hydrology and for climate monitoring. One important obstacle is that observational data are not generally accessible to the scientific community in a form convenient for modeling and analysis. The raw data come from many sources and publications, available to very few people. With the publication of this Occasional Paper, which is also supported by the data in electronic form, the time series of main parameters of glacier regime is available for use in the climate and hydrological communities and other scientific disciplines. The data have undergone quality control, and have been cleared of many errors. The data are presented in comparable terms and dimensions. This Occasional Paper is not only a data collection, but a global analysis of the regime of mountain and subpolar glaciers in connections with present-day climate, water balance, other environmental changes. These data should be used as the input to models in hydrology, geomorphology, climatology and paleoclimatology. We consider this publication as one of INSTAAR's contribution to United Nations Year of Mountains, to be celebrated during 2002.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Revisión de la importancia de glaciares en el mundo en el contexto del cambio climático y su contribución al ciclo hidrológico. Se menciona reportes recientes del IPCC en relación a la contribución de los glaciares planetarios al aumento del nivel del mar. Se hace una crítica a la falta de datos como un obstáculo importante para la modelación y análisis. Este paper intenta suplir algunas carencias de información, entregando series de parámetros de los regímenes glaciarios para su uso en la comunidad del clima y la hidrología. Los datos se presentan de manera más clara y han sido sometidos a control de calidad, por lo cual se recomienda ser usados en modelos hidrológicos, geomorfológicos, climáticos y paleoclimáticos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Vulcanismo**

**Nº: 119**  
**FECHA: 2005**

Título	Evolución geológica y geoquímica del centro volcánico Mocho-Choshuenco, Andes del Sur, 40°S. Santiago, Chile
Autor (es)	<b>Echegaray, J.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Memoria
Referencias	Escuela de Geología, Universidad de Chile
Palabras clave	Geología – Volcanes – Mocho Choshuenco
Resumen	<p>El centro volcánico Mocho-Choshuenco se ubica en la Cordillera de los Andes de la provincia de Valdivia, entre las latitudes 39°50'-40°02'S y longitudes 71°54'-72°11'W. Sobre la base de una caracterización geológica y geoquímica del centro volcánico Mocho-Choshuenco se identifican las posibles fuentes y procesos magmáticos que estuvieron involucrados en la génesis y evolución de sus magmas. Con ese fin, se identifican geológicamente y caracterizan geoquímicamente las rocas que constituyen el edificio volcánico como pertenecientes a su basamento, lo que permitirá evaluar el tipo de proceso que afectó al magma parental a partir del cual se originaron esas rocas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Medioambiente

**Nº:** 120  
**FECHA:** 2005

Título	Obras Complementarias Proyecto Expansión División Andina para Ampliación Intermedia a 92 ktpd
Autor (es)	EIA_Andina
Nombre completo de la revista o libro	Arcadis Geotécnica
Referencias	2005
Palabras clave	Minería - CONAMA - EIA
Resumen	<p>Proyecto presentado en la CONAMA para el desarrollo inicial del depósito de lastre mayor ubicado aguas abajo de la mina, ocupando el fondo del valle y sus laderas. El proyecto incluye la construcción de obras de desvío de las escorrentías naturales alrededor de los depósitos existentes, de tal forma de reducir sus aguas de contacto y dar cabida en el sistema ducto-sifón de despacho de drenajes a Los Bronces, a las aguas de contacto del nuevo depósito. Esta modalidad permitirá aumentar a 90% la cobertura temporal del sistema global de manejo de drenajes. El proyecto considera, además, un túnel de desvío del tramo superior del río Blanco, en actual construcción, para evitar su contacto con el lastre depositado.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 121

**TEMA:** Minería

**FECHA:** 2007

Título	Proyecto Desarrollo Los Bronces.
Autor (es)	EIA_Bronces (Estudio Impacto Ambiental_ Bronces)
Nombre completo de la revista o libro	<a href="https://www.eseia.cl/expediente/expedientes.php?modo=fichaandid_expediente=127andidExpediente=127">https://www.eseia.cl/expediente/expedientes.php?modo=fichaandid_expediente=127andidExpediente=127</a>
Referencias	2007. Arcadis Geotécnica
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Medioambiente

**Nº:** 122  
**FECHA:** 2004

Título	Modificaciones Proyecto Pascua-Lama.
Autor (es)	EIA_Pascua.
Nombre completo de la revista o libro	Arcadis Geotécnica
Referencias	<a href="https://www.eseia.cl/expediente/expedientes.php?modo=ficha&amp;id_expediente=1048260&amp;idExpediente=1048260">https://www.eseia.cl/expediente/expedientes.php?modo=ficha&amp;id_expediente=1048260&amp;idExpediente=1048260</a>
Palabras clave	Minería - CONAMA - EIA
Resumen	<p>La Compañía Minera Nevada Ltda., presentó el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto "Modificaciones Proyecto Pascua-Lama" al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). El Proyecto se ubica en la Comuna de Alto del Carmen, Provincia del Huasco, Tercera Región, en la cabecera de los Ríos del Estrecho y El Toro, en la zona fronteriza con Argentina. Este proyecto modifica el proyecto "Pascua-Lama" que fue calificado ambientalmente favorable por la Comisión Regional del Medio Ambiente, Región de Atacama. El objetivo principal del proyecto original es la explotación de yacimientos de minerales de oro, plata y cobre, y la construcción de una planta en Argentina para producir metal doré (oro-plata). Trabajos geológicos y de ingeniería posteriores al año 2001 han permitido identificar mayores reservas minerales que incorporarán modificaciones al diseño del proyecto original para aumentar la capacidad de explotación y tratamiento de mineral. El conjunto de modificaciones que se señalan en el presente Estudio de Impacto Ambiental incluyen básicamente: la explotación de un nuevo yacimiento denominado Penélope, ubicado unos 2,5 km al sureste del yacimiento principal, en territorio argentino; aumento del ritmo de extracción de mineral de 37.000 toneladas por día a 48.800 toneladas por día; aumento de la tasa de procesamiento a partir del cuarto año, de 33.000 toneladas por día a 44.000 toneladas por día; modificación del punto de captación de agua en el río del Estrecho; reubicación del sistema de manejo y tratamiento de drenajes del depósito de estéril para asegurar un flujo gravitacional; y ampliación del campamento ubicado en Chile. Se mantiene sin modificación el caudal de captación de agua, el flujo vehicular desde Chile, y la cantidad y calidad de drenaje a ser manejado y tratado. La inversión se estima entre 1.400 y 1.500 millones de dólares. El requerimiento total de mano de obra incluyendo ambos países alcanzará un máximo estimado de 6.000 personas en la etapa de construcción, y será de 1.660 personas en la etapa de operación. El campamento en Chile tendrá capacidad para 750 personas en la etapa de construcción y 500 a 600 personas en la etapa de operación. Según el Estudio de Impacto Ambiental, las modificaciones del Proyecto no producen cambios de consideración respecto de los impactos ambientales contemplados en el proyecto originalmente aprobado. Sin embargo, el estudio menciona medidas de mitigación relacionadas con el recurso hídrico, las que básicamente consisten en la reducción de la captación de agua fresca en el río del Estrecho de 42 a 31 litros por segundo durante el período de estiaje de un año muy seco para contribuir a mantener un caudal ecológico en el río del Estrecho, y operar las captaciones de agua de acuerdo a lo que establezcan los estatutos de la Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus Afluentes, para no afectar a los demás usuarios.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Glaciología

**Nº:** 123  
**FECHA:** 1969

Título	Derretimiento artificial de glaciares. Informe de las experiencias realizadas en el Glaciar Coton.
Autor (es)	ENDESA
Nombre completo de la revista o libro	Informe NCC/MES
Referencias	MESV2.6.69, Santiago, 45 p
Palabras clave	Derretimiento Artificial – Glaciar Coton
Resumen	<p>En el mes de diciembre de 1968, se iniciaron algunos estudios y experimentaciones buscando la posibilidad de acelerar el derretimiento de los glaciares mediante la aplicación de algún producto destinado a oscurecer su superficie aumentando la absorción de rayos onda corta incidente. Estos trabajos fueron iniciados por la Sección Generación y encargados posteriormente al Departamento de Ingeniería Civil, contando siempre con la asesoría del glaciólogo Sr. Cedomir Marangunic. En este informe se entrega un resumen de los trabajos realizados por la Sección Generación y un informe detallado de los trabajos realizados por el Departamento de Ingeniería Civil.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Patagonia  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 124  
**FECHA:** 1992

Título	Water balance in the Patagonia Icefield
Autor (es)	Escobar F., Vidal F., Garín C. & Naruse R.
Nombre completo de la revista o libro	Glaciological Researches in Patagonia 1990. Naruse, R., Aniya, M. (Eds.)
Referencias	1992. Pages: 109-119
Palabras clave	Patagonia icefield, water balance, precipitation, discharge
Resumen	<p>El objetivo del estudio es obtener la escorrentía anual media que aportan la totalidad de los Hielos Patagónicos. Sobre la base de la información de estaciones pluviométricas y los mapas de isoyetas e isotermas, se efectuó un balance hídrico en la zona que cubren los Campos de Hielo Patagónicos Norte y Sur, entre los 46° y 52° S. En general las estaciones de medición en la zona son de corta longitud y además, no se pudo contar con los datos mas recientes del lado Argentino. Por otra parte, todas las áreas que drenan al mar no tienen control fluviométrico. Es por ello que el balance solo se pudo cerrar en 8 cuencas, y en muchas hubo que hacer extrapolaciones significativas. Para ello se utilizó la metodología recomendada por la O.M.N. en la referencia. De los resultados obtenidos, podemos destacar que el caudal aportado por la totalidad del Campo de Hielo Patagónico alcanza los 3.883 m<sup>3</sup>/s, de los cuales 900 m<sup>3</sup>/s provienen de Hielo Patagónico Norte y 2.983 m<sup>3</sup>/s del Sur. En cuanto a los caudales específicos, el valor obtenido en HPN es de 205 lts/km<sup>2</sup>/s y en HPS alcanza 215 lts/km<sup>2</sup>/s. Cabe hacer notar que los valores obtenidos representan solo un orden de magnitud de los valores reales, considerando las limitaciones del estudio. También es importante, mencionar que la precipitación en el sector central de los Campos de Hielo, que se obtiene como resultado del estudio es del orden de los 8.000 mm, y la isoterma 0°C (media anual) se encuentra ubicada, circundando el plateau de los Campos de Hielo.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 125

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 1995

Título	Variaciones de un glaciar de montaña en los Andes de Chile central en las últimas dos décadas
Autor (es)	Escobar, F., Casassa G. and Pozo V.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin de l'Institut français d' études andines
Referencias	1995. Volume 24 (3) Pages 683-695.
Palabras clave	Glaciar, balance de masa, Chile Central, fenómeno El Niño
Resumen	<p>Se presentan resultados del balance de masa del glaciar Echaurren Norte, un glaciar de montaña de 0,4 km<sup>2</sup> ubicado a una altitud media de 3.750 m s.n.m., en los Andes de Chile central, 50 km al este de Santiago. Los datos, recolectados como parte de un programa regular de la Dirección General de Aguas, Chile, cubren un período de 18 años, desde 1975 a 1993 y constituyen el único registro de balance de masa de un glaciar en Chile. La ablación durante el período de deshielo fue de 252 cm eq. en agua anuales en promedio, con una acumulación invernal promedio de 280 cm eq. en agua. El balance neto para el período es positivo, pero existe una gran variación interanual. El balance positivo del glaciar Echaurren Norte contrasta con el retroceso generalizado en otros glaciares de Chile central.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro**

**Nº: 126**

**TEMA: Balance de masa**

**FECHA: 1995**

Título	Balance de masa en el glaciar Echaurren Norte, 1975 a 1992.
Autor (es)	Escobar, F., V. Pozo, A. Salazar & M. Oyarzo
Nombre completo de la revista o libro	Dirección General de Aguas, publicación interna
Referencias	H.A. y G. 95/1. 70 pp
Palabras clave	Balance de masa – Glaciar Echaurren Norte - Clima
Resumen	<p>Este trabajo surgió del Proyecto Glaciar Echaurren Norte explicado en Peña y Narbona (1978), creadores e impulsores de este proyecto que se ha mantenido vigente y con mediciones ininterrumpidas durante 20 años. En ese proyecto se indica que las mediciones en los glaciares de la zona central, deben ser orientadas a determinar su influencia en el régimen hidrológico de los ríos. Para ello, se plantea la necesidad de realizar balances de masa en algunos glaciares, entre otros estudios. En este trabajo, se aplica una metodología básica para calcular un Balance de Masa en el Glaciar Echaurren Norte, a partir de los datos existentes entre los años 1982/83 y 1992/93. Los inicios se realizaron por Salazar (1995) y fueron corregidos en el transcurso de este trabajo. A ellos, se le incorporaron datos calculados con anterioridad por Vidal (1984, inédito) para los 7 años anteriores, completando 18 años. La importancia del estudio radica en la necesidad de evaluar la relación existente entre los glaciares, los recursos hídricos generados y el clima. Importancia que se ve acentuada al considerar la alta superficie cubierta de glaciares a lo largo del territorio nacional, lo que implica un gran potencial de los recursos hídricos que se encuentran aún sin analizar, cuantificar y aprovechar de manera óptima.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 127  
**FECHA:** 1998

Título	Influencia del fenómeno ENSO sobre la precipitación nival en el sector andino de Chile Central durante el invierno.
Autor (es)	<b>Escobar F., and P. Aceituno</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin de l'Institut Francais d'Études Andines
Referencias	Volume 27 (3), pages 753 – 759
Palabras clave	El Niño, La Niña, Oscilaciondel Sur, ENSO, rutas de nieve, hidrologia
Resumen	<p>Se analiza la influencia del fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENSO) sobre la precipitación nival en los Andes de Chile central durante el invierno. Para esto, se utiliza información de rutas de nieve localizadas entre 30° y 38° S, y de anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 3 como un indicador de la magnitud de los eventos cálidos y fríos en el Pacífico ecuatorial central. En la region al norte de 35° S, la acumulación de nieve durante el invierno tiende a ser superior a 10 normal cuando la magnitud de la anomalia media de TSM en el periodo mayo-agosto supera +1,0° C. En este mismo sector se verifica que durante los inviernos caracterizados por una anomalia de TSM inferior a -0,5° C, suele registrarse una precipitacion nival inferior a 10 normal. En el sector al sur de los 35° S. la influencia del fenómeno ENSO sobre la acumulación de nieve durante el invierno no es significativa.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 128

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 2000

Título	25-Year record of mass balance of Echaurren glacier, Central Chile, and its relation with ENSO events
Autor (es)	Escobar, F., Casassa, G., and C. Garín
Nombre completo de la revista o libro	Sixth Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography
Referencias	2000. 3-7 April, Santiago, Chile.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 129  
**FECHA:** 2008

Título	Comportamiento de la precipitación y temperatura en la zona de los lagos de Chile y su relación con el retroceso de glaciares
Autor (es)	Escobar, I.
Nombre completo de la revista o libro	Tesis para postular al título de Meteorólogo
Referencias	2008. Universidad de Valparaíso, 155 p.
Palabras clave	
Resumen	<p>Las temperaturas del aire superficial en Chile muestran tendencias positivas en la mayoría de las estaciones entre 1933-1992 a lo largo del país, destacando Punta Arenas, Antofagasta y Punta Angeles tendencias que han sido estudiadas por Rosenblüth et al. (1997). Las tendencias seculares de calentamiento encontradas por Carrasco et al. (2008) en estaciones meteorológicas al norte de los 40° S están en el rango de los 0.06 a 0.35 °C por década en verano y 0.12 a 0.38 °C por década en invierno. Sin embargo, este calentamiento no es observable en las estaciones de Temuco y Puerto Montt donde se ha estimado un enfriamiento de la atmósfera en la superficie entre 1960-1992 (Rosenblüth et al., 1997). Este enfriamiento también es detectado por Carrasco et al. (2008) principalmente en las temperaturas mínimas durante los meses de verano en las estaciones de Temuco (-0.04 °C/década), Valdivia (-0.10 °C/década) y Puerto Montt (-0.07 °C/década). La precipitación en la zona central y centro sur (30° - 41° S) presenta una variación estacional dominada por el anticiclón del Pacífico Sur-Oriental el que ejerce un efecto de bloqueo al desplazamiento hacia el norte de los sistemas frontales extratropicales (Fuenzalida, 1982) y una variabilidad interanual dominada en gran medida por El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) (Aceituno, 1988). Las tendencias de las precipitaciones en la zona sur han ido disminuyendo los últimos 100 años (1900-2000) incluyendo las ciudades de Concepción y Valdivia (Quintana, 2004). Este estudio busca poder establecer tendencias de comportamiento de la atmósfera a 850 hPa (~ 1400 m s.n.m) mediante la utilización de los registros obtenidos por el radiosonda de Puerto Montt (El Tepual) (41.43 °S, 73.12 °W, 90 m s.n.m) a las 12 UTC (hora universal). El nivel de 850 hPa es utilizado debido que está por sobre la influencia del terreno y es representativo del medio ambiente en cual se encuentran los glaciares en las regiones de los Ríos (XIV región) y de los Lagos (X Región).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte y Centro**

**Nº: 130**

**TEMA: Climatología**

**FECHA: 2009**

Título	Regional cooling in a warming world: recent temperature trends in the Southeast Pacific and along the West Coast of Subtropical South America (1979 – 2006).
Autor (es)	Falvey M., Garreaud R
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Geophysical Research.
Referencias	2009. No. 114, D04102, doi:10.1029/2008JD010519.
Palabras clave	Global warming, South America, La Niña, South Pacific Anticyclone
Resumen	<p>While it is widely accepted that the global mean atmospheric temperature has increased in recent decades, the spatial distribution of global warming has been complex. In this study we comprehensively characterize the spatial pattern, including vertical structure, of temperature trends along the subtropical west coast of South America (continental Chile) for the period 1979–2006 and examine their consistency with expectations based on the CMIP-3 ensemble of coupled ocean-atmosphere simulations for the late 20th century. In central and northern Chile (17°–37°S) the most notable feature is a strong contrast between surface cooling at coastal stations (<math>-0,2^{\circ}\text{C}/\text{decade}</math>) and warming in the Andes (<math>+0,25^{\circ}\text{C}/\text{decade}</math>), only 100–200 km further inland. Coastal radiosonde data imply that the coast-Andes variation is largely due to strong vertical stratification of temperature trends in the atmosphere west of the Andes. The coastal cooling appears to form part of a larger-scale, La Niña-like pattern and may extend below the ocean mixed layer to depths of at least 500 m. Over continental Chile the CMIP-3 GCM ensemble predicts temperature trends similar to those observed in the Andes. The cooling along the Chilean coast is not reproduced by the models, but the mean SST warming is weaker there than any other part of the world except the Southern Ocean. It is proposed that the intensification of the South Pacific Anticyclone during recent decades, which is also a simulated consequence of global warming, is likely to play a major role in maintaining cooler temperatures off the coast of Chile.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se caracteriza el patrón espacial de temperaturas superficiales y en altura a lo largo de la costa occidental América del Sur (Chile continental) en 1979-2006, examinando la coherencia con las simulaciones del sistema acoplado océano-atmósfera de finales del siglo 20. En Chile central y norte (17°-37°S), la característica más notable es un fuerte contraste entre el enfriamiento en superficie en las estaciones costeras (<math>-0,2^{\circ}\text{C}/\text{década}</math>) y el calentamiento en los Andes (<math>0,25^{\circ}\text{C}/\text{década}</math>), sólo 100-200 km al interior. Datos de radiosondeo sugieren la fuerte estratificación vertical de las tendencias de la temperatura en la atmósfera al oeste de los Andes. El enfriamiento en superficie parece ser de gran escala tipo La Niña y puede extenderse por debajo de la capa de mezcla oceánica a profundidades de al menos 500 m. El modelo no logra predecir este enfriamiento, pero el aumento de la temperatura superficial del mar es más débil allí que en cualquier otra parte del mundo a excepción del Océano Austral. El reforzamiento del Anticiclón del Pacífico Sur durante las últimas décadas, a consecuencia del calentamiento global, jugaría un rol importante en el mantenimiento de temperaturas más frías de la costa de Chile.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 131

**TEMA:** Otros (SIG)

**FECHA:** 2007

Título	The Shuttle Radar Topography Mission
Autor (es)	Farr, T., P. Rosen, E. Caro, R. Crippen, R. Duren, S. Hensley, M. Kobrick, M. Paller, E. Rodriguez, L. Roth, D. Seal, S. Shaffer, J. Shimada and J. Umland
Nombre completo de la revista o libro	Review of Geophysics
Referencias	2007. No. 45: RG2004, doi:10.1029/2005RG000183.
Palabras clave	Shuttle Radar Topography Mission (SRTM); synthetic aperture radar; interferometry; digital elevation models
Resumen	<p>For 11 days in February 2000, the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) successfully recorded by interferometric synthetic aperture radar (InSAR) data of the entire land mass of the earth between 60°N and 57°S. The data acquired in C- and X bands are processed into the first global digital elevation models (DEMs) at 1 arc sec resolution, by NASA-JPL and German aerospace center (DLR), respectively. From the perspective of the SRTM-X system, we give in this paper an overview of the mission and the DEM production, as well as an evaluation of the DEM product quality. Special emphasis is on challenges and peculiarities of the processing that arose from the unique design of the SRTM system, which has been the first single-pass interferometer in space.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Durante 11 días en febrero del 2000, el Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) registró exitosamente mediante un radar (InSAR) datos de terreno de la Tierra entre 60°N and 57°S. Los datos obtenidos son procesados en los primeros modelos digitales de terreno (DEMs), por NASA-JPL y German aerospace center (DLR).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 132  
**FECHA:** 2008

Título	Interpreting discrepancies between discharge and precipitation in high altitude areas of Chile's Norte Chico region (26°S-32°S)
Autor (es)	Favier V., M. Falvey, A. Rabatel, E. Praderio, D. López
Nombre completo de la revista o libro	Water Resources Research
Referencias	2008. No. 45. W02424
Palabras clave	Water resources, precipitations, sublimation, Norte Chico
Resumen	<p>The water resources of high-altitude areas of Chile's semiarid Norte Chico region (26–32°S) are studied using surface hydrological observations (from 59 rain gauges and 38 hydrological stations), remotely sensed data, and output from atmospheric prediction models. At high elevations, the observed discharge is very high in comparison with precipitation. Runoff coefficients exceed 100% in many of the highest watersheds. A glacier inventory performed with aerial photographs and ASTER images was combined with information from past studies, suggesting that glacier retreat could contribute between 5% and 10% of the discharge at 3.000 m in the most glacierized catchment of the region. Snow extent was studied using MOD10A2 data. Results show that snow is present during 4 months at above 3.000 m, suggesting that snow processes are crucial. The mean annual sublimation (80 mm a<sup>-1</sup> at 4.000 m) was estimated from the regional circulation model (WRF) and data from past studies. Finally, spatial distribution of precipitation was derived from available surface data and the global forecast system (GFS) atmospheric prediction model. Results suggest that annual precipitation is three to five times higher near the peak of the Andes than in the lowlands to the west. The GFS model suggests that daily precipitation rates in the mountains are similar to those in the coastal region, but precipitation events are more frequent and tend to last longer. Underestimation of summer precipitation may also explain part of the excess in discharge. Simple calculations show that consideration of GFS precipitation distributions, sublimation, and glacier melt leads to a better hydrological balance.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se analizan los recursos hídricos de zonas altas de la región semiárida del Norte Chico de Chile (26-32°S) mediante observaciones hidrológicas, sensores remotos y modelos atmosféricos. Se realiza un inventario de glaciares con fotografías aéreas e imágenes ASTER que comparado a estudios anteriores sugiere que el retroceso de los glaciares contribuye entre un 5% y un 10% del caudal a los 3.000 m. La extensión de la nieve se estudió con los datos MOD10A2, indicando que está presente durante 4 meses sobre los 3.000 m. La sublimación media anual (80 mm a<sup>-1</sup> at 4.000 m) se estimó de modelos de circulación regional y estudios anteriores. En relación a la precipitación, se sugiere que es de tres a cinco veces mayor cerca de la cima de los Andes que en las tierras bajas en el oeste.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**

**N°: 133**

**TEMA: Variaciones frontales y Balance de masa**

**FECHA: 2006**

Título	Variaciones recientes de glaciares entre 41° S y 49° S y su relación con los cambios climáticos
Autor (es)	<b>Fernández A., Rivera A. and Ramírez C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Revista Geográfica
Referencias	2006. Volume: 139, pages: 10-34
Palabras clave	Variaciones, JERS-1, ASTER, Landsat, Modelos de Elevación, DEM, Casa Pangué, Río Amarillo, Tronador, Michinmahuida, Arroyo San Lorenzo, Cerro Blanco
Resumen	<p>Se presentan las variaciones volumétricas de cinco glaciares localizados entre 41° S y 49° S, las que se han comparado con tendencias climáticas. El análisis utilizó registros de estaciones meteorológicas, sensores remotos, cartografía y levantamiento de terreno. Se detecta un retroceso y un adelgazamiento general de los glaciares, el cual se relaciona bastante con las tendencias climáticas detectadas en esta zona. La proporción de superficie perdida versus área total de cada glaciar varía de entre 1,5 a 9%. En un análisis más detallado, se han considerado las características morfológicas y geométricas. Esto ilustra que la importancia de las tendencias de temperatura y precipitación es diferente en cada glaciar.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Glaciares rocosos

**Nº:** 134  
**FECHA:** 2003

Título	Aspectos conceptuales y genético-evolutivos de los glaciares rocosos: Análisis de caso en los Andes semiáridos de Chile
Autor (es)	<b>Ferrando F.J.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Revista Geográfica de Chile Terra Australis
Referencias	2003. No. 48, p.43-74.
Palabras clave	Permafrost - glaciares rocosos - dinámica evolutiva
Resumen	<p>Teniendo en cuenta la importancia de los glaciares rocosos, especialmente en términos de recurso hídrico para la región semiárida de Chile, se analizan aspectos conceptuales sobre este tipo particular de permafrost, se evalúan las condiciones genéticas, se estudia la estructura interna y los mecanismos dinámicos y evolutivos en base a los antecedentes y modelos existentes. Considerando estos aspectos en tanto pasos metodológicos, se reconocen morfología pertenecientes a la tipología de glaciares rocosos en la sección superior de la Quebrada Angosta (30°41'S y 70°24'W), cuenca del río Limarí, las que son investigadas preliminarmente en base a los conocimientos resultantes de los estudios llevados a cabo fundamentalmente en los Alpes. La existencia de condiciones para la formación y evolución de varios tipos de glaciares rocosos en este contexto físico-ambiental alto andino y semiárido permiten suponer la existencia de aspectos geomorfológicos y climáticos similares con algunos sectores de esta cordillera europea, a pesar de las diferencias latitudinales y de altitud. En el área de estudio se reconocen glaciares rocosos en forma de lenguas fósiles, y glaciares rocosos de taludes simples, oleados y lobulados, así como otras morfologías asociadas. Finalmente e integrando antecedentes con características locales, se establecen aspectos particulares de cada glaciar rocoso en términos de morfología y dinámica evolutiva según las condiciones ambientales.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:**  
**TEMA: Modelación hidrológica**

**Nº: 135**  
**FECHA: 2008**

Título	Efectos del cambio climático en la disponibilidad de recursos hídricos a nivel de cuenca - Implementación de un modelo integrado a nivel superficial y subterráneo
Autor (es)	<b>Figuroa, R.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Tesis para optar al grado de Ingeniero Civil.
Referencias	2008. Universidad de Chile, Chile, 285 p.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujos de hielo

**Nº:** 136  
**FECHA:** 2008

Título	Velocities of Major Outlet Glaciers of the Patagonia Icefield Observed by TerraSAR-X.
Autor (es)	Floricioiu, D. Eineder, M. Rott, H. & T. Nagler
Nombre completo de la revista o libro	Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2008. IGARSS 2008. IEEE International
Referencias	Volume 4, page(s): IV - 347-IV - 350
Palabras clave	Patagonia, Terra SAR X, glaciar velocities
Resumen	<p>The capabilities of TerraSAR-X data for feature tracking by amplitude correlation over glacier surfaces are investigated. Methodical aspects of the amplitude correlation approach are described. The TerraSAR-X based velocity fields are compared with former InSAR derived velocities and field measurements on three outlet glaciers on the South Patagonia ice field.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se analiza utilidad de datos TerraSAR-X para la función de "feature tracking" en el estudio de glaciares. Se describen aspectos metódicos del enfoque de la correlación de amplitud. Los campos de velocidades de TerraSAR-X se comparan con velocidades de InSAR y mediciones de campo en tres glaciares del Campo de Hielo Sur.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Flujos de Hielo**

**Nº: 137**  
**FECHA: 1999**

Título	Interferometric Radar Observations of Glaciares Europa and Penguin, Hielo Patagónico Sur, Chile.
Autor (es)	<b>Forster, R., Rignot, E., Isacks B., and K. Jezek</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	1999. Vol. 45, No. 150, pp 325 -337.
Palabras clave	Interferometric observation ; Space shuttle ; Radar observation ; Synthetic aperture radar ; Deformation ; Glacier ; Narrow band ; Ice ; Horizontal surface ; Chile ; South America ; America ;
Resumen	<p>Repeat-pass L-band interferometric synthetic aperture radar (InSAR) data for part of Hielo Patagónico Sur, Chile, were collected by the space-shuttle-based Spaceborne Imaging Radar C (SIR-C) over a 4 day span in October 1994. Three co-registered complex SAR images are used to generate phase-coherence maps, a digital elevation model (DEM) and an ice-velocity map. The phase-coherence maps indicate low coherence in the 5-15 km approaching the termini due to large displacements, ice deformation and melting. However, the coherence is high over nearly all of the remaining imaged icefield. Ice-velocity precision is greater than 2 cm d<sup>-1</sup>, while the DEM is good to about 25 m. A flow divide between two of the glaciers is mapped by locating a narrow band of near-zero ice velocity. Horizontal ice-surface velocity profiles calculated along flowlines show there is a high degree of spatial variability reaching a peak value of 5.5 m d<sup>-1</sup> located 3.5 km from the terminus of Glaciar Europa. Longitudinal strain rates along the center lines calculated from these velocities at the locations of the initiation of crevassing are used to compute the tensile strength of ice (169-224 kPa).</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se obtuvieron datos para Campo de Hielo Sur, Chile, con un radar interferométrico (InSAR) por space-shuttle-based Spaceborne Imaging Radar C (SIR-C) para 4 días en Octubre de 1994. Tres imágenes complejas co-registradas de SAR son utilizadas para generar mapas, un modelo digital de elevación (DEM) y un mapa de velocidad del hielo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**

**Nº: 138**

**TEMA: Balance de masa**

**FECHA: 2008**

Título	A look at seasonal snow cover and snow mass in the Southern Hemisphere from 1979-2006 using SMMR and SSM/I passive microwave data.
Autor (es)	Foster, J.
Nombre completo de la revista o libro	Fourth EGU Alexander von Humboldt International Conference "The Andes: Challenge for Geosciences", Universidad de Chile, Santiago, Chile, November 24-28, 2008.
Referencias	<a href="http://www.cosis.net/abstracts/AVH4/00017/AVH4-A-00017.pdf">http://www.cosis.net/abstracts/AVH4/00017/AVH4-A-00017.pdf</a>
Palabras clave	Snow cover, South America, mapping, forests
Resumen	<p>Seasonal snow cover in extra-tropical areas of South America was examined in this study using passive microwave satellite data from the Scanning Multichannel Microwave Radiometer (SMMR) on board the Nimbus-7 satellite and from the Special Sensor Microwave Imagers (SSM/I) on board the Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) satellites. For the period from 1979-2006, both snow cover extent and snow mass were estimated for the months of May-September. Most of the seasonal snow in South America occurs in the Patagonia region of Argentina. The average snow cover extent for July, the month with the greatest average extent during the 28-year period of record, is 321,674 km<sup>2</sup>. The seasonal (May-September) average snow cover extent was greatest in 1984 (464,250 km<sup>2</sup>) and least in 1990 (69,875 km<sup>2</sup>). In terms of snow mass, 1984 was also the biggest year (1,19 x 1,013 kg) and 1990 was the smallest year (0,12 x 1,013 kg). A strong relationship exists between the snow cover area and snow mass, correlated at 0,95, though no significant trend was found over the 28 year record for either snow cover extent or snow mass. For this long term climatology, snow mass and snow cover extent are shown to vary considerably from month to month and season to season. This analysis presents a consistent approach to mapping and measuring snow in South America utilizing an appropriate and readily available long term snow satellite dataset. This is the optimal dataset available, thus far, for deriving seasonal snow cover and snow mass in this region. Nonetheless, shallow snow, wet snow, snow beneath forests, as well as snow along coastal areas all may confound interpretation using passive microwave approaches. More work needs to be done to reduce the uncertainties in the data and hence, increase the confidence of the interpretation.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se analiza la nieve estacional en áreas subtropicales de Sudamérica empleando sensores remotos. La extensión nival promedio en julio, el mes con la mayor cobertura en el período de 1979 a 2006 es de 321,674 km<sup>2</sup>. Hay una fuerte correlación entre la cubierta de nieve y masa nival (0,95), aunque no hay una tendencia significativa para ninguno de los dos parámetros en el registro de 28 años pero si a nivel intermensual o interestacional.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 139  
**FECHA:** 1998

Título	Water flow through temperate glaciers.
Autor (es)	Fountain, A. & J. Walder
Nombre completo de la revista o libro	Review of Geophysics
Referencias	Volumen 36, pages 299-328.
Palabras clave	glacial hydrology; temperate environment
Resumen	<p>Understanding water movement through a glacier is fundamental to several critical issues in glaciology, including glacier dynamics, glacier-induced floods, and the prediction of runoff from glacierized drainage basins. To this end we have synthesized a conceptual model of water movement through a temperate glacier from the surface to the outlet stream. Processes that regulate the rate and distribution of water input at the glacier surface and that regulate water movement from the surface to the bed play important but commonly neglected roles in glacier hydrology. Where a glacier is covered by a layer of porous, permeable firn (the accumulation zone), the flux of water to the glacier interior varies slowly because the firn temporarily stores water and thereby smooths out variations in the supply rate. In the firn-free ablation zone, in contrast, the flux of water into the glacier depends directly on the rate of surface melt or rainfall and therefore varies greatly in time. Water moves from the surface to the bed through an upward branching arborescent network consisting of both steeply inclined conduits, formed by the enlargement of intergranular veins, and gently inclined conduits, spruwned by water flow along the bottoms of near-surface fractures (crevasses). Englacial drainage conduits deliver water to the glacier bed at a limited number of points, probably a long distance downglacier of where water enters the glacier. Englacial conduits supplied from the accumulation zone are quasi steady state features that convey the slowly varying water flux delivered via the firn. Their size adjusts so that they are usually full of water and flow is pressurized. In contrast, water flow in englacial conduits supplied from the ablation area is pressurized only near times of peak daily flow or during rainstorms; flow is otherwise in an open-channel configuration. The subglacial drainage system typically consists of several elements that are distinct both morphologically and hydrologically. An up-glacier branching, arborescent network of channels incised into the basal ice conveys water rapidly. Much of the water flux to the bed probably enters directly into the arborescent channel network, which covers only a small fraction of the glacier bed. More extensive spatially is a nonarborescent network, which commonly includes cavities (gaps between the glacier sole and bed), channels incised into the bed, and a layer of permeable sediment. The nonarborescent network conveys water slowly and is usually poorly connected to the arborescent system. The arborescent channel network largely collapses during winter but reforms in the spring as the first flush of meltwater to the bed destabilizes the cavities within the nonarborescent network. The volume of water stored by a glacier varies diurnally and seasonally. Small, temperate alpine glaciers seem to attain a maximum seasonal water storage of ~200 mm of water averaged over the area of the glacier bed, with daily fluctuations of as much as 20-30 mm. The likely storage capacity of subglacial cavities is insufficient to account for estimated stored water volumes, so most water storage may actually occur englacially. Stored water may also be released abruptly and catastrophically in the form of outburst floods.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Análisis crítico de la hidrología glaciar, incluyendo su dinámica, potenciales inundaciones provocadas por el glaciar, predicción de la escorrentía en cuencas englacadas, etc. Se analizan los procesos que regulan la tasa y la distribución de entrada de agua en la superficie de un glaciar y su infiltración.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 140

**TEMA:** Balance de energía

**FECHA:** 1978

Título	Mediciones micrometeorológicas para determinar el balance de energía del glaciar Echaurren Norte: febrero-marzo 1978
Autor (es)	Fuenzalida, H., Rutllant, J., and P. Ulriksen
Nombre completo de la revista o libro	CLIMDATA Ingenieros Consultores
Referencias	Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Departamento de Hidrología.
Palabras clave	Balance energético – Glaciar Echaurren Norte - Micrometeorología
Resumen	<p>La Dirección General de Aguas desarrolla el Proyecto Glaciar Echaurren Norte como un plan piloto que permite evaluar la influencia de los glaciares en el régimen hidrológico de los ríos de la zona central del país. Para la temporada 1977-78 se planteó la realización de mediciones micrometeorológicas con el fin de mejorar las estimaciones de transferencia de energía entre la atmósfera y el glaciar. En este informe se explican los métodos de cálculo, las mediciones y los resultados obtenidos en dos campañas de mediciones realizadas durante la temporada.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 141  
**FECHA:** 1987

Título	Hydrological characteristics of Soler Glacier drainage, Patagonia
Autor (es)	Fukami H. & Escobar F.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciar Research
Referencias	1987. Volume: 4, Pages: 91-96
Palabras clave	Soler glacier, Cacho river, hidrology
Resumen	<p>Hydrological observations were carried out in the Soler Glacier drainage, eastern side of the Northern Patagonia Icefield. The discharge amount, water temperature, electrical conductivity and concentrations of dissolved substances were measured in the runoff river (the Cacho River) from Soler Glacier, from October 20 to December 8, 1985. The results showed that the Cacho River discharge was greatly affected by the ice ablation on Soler Glacier. The concentrations of dissolved substances in proglacial water systems were measured in Soler Glacier Drainage. These chemical analyses suggested that the subglacial system was important for recognizing the composition ratio of dissolved substances in the Cacho River.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Observaciones hidrológicas en la cuenca del glaciar Soler, parte oriental del Campo de Hielo Norte. Se mide caudal, temperatura del agua, conductividad eléctrica y las concentraciones de sustancias disueltas en el río Cacho en 1985. Los resultados mostraron que el caudal del río está afectado por la ablación de hielo en el Glaciar Soler. Los análisis de sustancias disueltas indican que el sistema subglacial es importante al reconocer estas sustancias en el río Cacho.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral

**Nº:** 142

**TEMA:** Balance de energía y balance de masa

**FECHA:** 1987

Título	Ablation of ice and heat balance on Soler Glacier, Patagonia
Autor (es)	Fukami H. & Naruse R.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciar Research
Referencias	1987. Volume: 4, Pages: 37-42
Palabras clave	Soler glacier, heat balance, ablation, ice debris covered, bare ice
Resumen	<p>Measurements of ablation and heat balance were made on Soler Glacier, eastern side of the Northern Patagonia Icefield, from late October to early December, 1985. Ablation of ice differed according to the surface condition. Ablation in the debris-covered zone was about twice that in the bare ice zone, owing to the difference in surface albedo. Heat balance observations were made on the bare ice zone in two periods: the small ablation period and large ablation period. The different contributions of heat balance components were obtained in this period.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Mediciones de ablación y balances de energía en el Glaciar Soler, Campo de Hielo Norte de la Patagonia, desde octubre hasta diciembre de 1985. La ablación varía de acuerdo a las condiciones de la superficie. En áreas recubiertas es de aproximadamente el doble que en la zona descubierta debido a la diferencia en el albedo. El balance energético se midió en la zona descubierta en el período de baja y alta ablación.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral

**Nº:** 143

**TEMA:**

**FECHA:** 1901

Título	Les Andes de Patagonie
Autor (es)	Gallois, L.
Nombre completo de la revista o libro	Annales de Geographie
Referencias	1901. Vol. 10, No. 51, pp 232-259.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte

**Nº:** 144

**TEMA:** Inventario

**FECHA:** 1987

Título	Inventario de glaciares de los Andes Chilenos desde los 18° a los 32° de latitud sur
Autor (es)	<b>Garín, C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Revista de Geografía Norte Grande
Referencias	1987, No. 14, pages 34–48.
Palabras clave	Inventario – Glaciología – Mediciones
Resumen	<p>El presente trabajo está basado en las normas de UNESCO-TSS/WGI, las cuales fueron desarrolladas con apoyo de técnicas aerofotogramétricas y cartográficas. De esta manera, se reconocieron e inventariaron 80 glaciares, 8 nevados y una cubierta semipermanente de nieve, los cuales cubren un área de 148,78 km<sup>2</sup>, que generan 10,32 km<sup>3</sup> de agua sólida y que representan un equivalente líquido de 8,36 km<sup>3</sup>.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 145**  
**FECHA: 1996**

Título	Análisis meteorológico de los aluviones de Antofagasta y Santiago de Chile en el período 1991-1993.
Autor (es)	<b>Garreaud, R. y J. Rutllant</b>
Nombre completo de la revista o libro	Atmósfera
Referencias	Volume 9, pages 251-271
Palabras clave	Meteorología – Catástrofes – Aluviones – Antofagasta - Santiago
Resumen	<p>Se describen las condiciones meteorológicas, de escala hemisférica, sinóptica y regional-local asociadas con la ocurrencia en Chile de dos aluviones con consecuencias catastróficas. En ambos eventos las precipitaciones mostraron altas intensidades y una gran variabilidad espacial. En el caso de Antofagasta, ocurrido durante la madrugada del 18 de junio de 1991, se produjo el desarrollo convectivo de una perturbación frontal por liberación de inestabilidad potencial. En el segundo aluvión, que afectó en especial a la ciudad de Santiago durante la mañana del 3 de mayo de 1993, la convección se desarrollo por liberación de inestabilidad condicional. Los elementos de escala regional-local que favorecieron la liberación de la inestabilidad se describen en cada caso, estimándose la probabilidad de recurrencia de los elementos meteorológicos más característicos. En las escalas hemisféricas y regional se demuestra que ambos episodios se enmarcaron en el contexto general de anomalías atmosféricas asociadas con los eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). En el caso de Antofagasta se destaca la extraordinaria persistencia de una anomalía positiva de las alturas geopotenciales en toda la tropósfera al suroeste del extremo austral del continente. En el episodio de Santiago, el aspecto más relevante fue la extraordinaria extensión a los subtrópicos del calentamiento anómalo de la tropósfera tropical característico de la fase madura de los eventos ENOS.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur – Austral  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 146  
**FECHA:** 2007

Título	Present-day South America Climate.
Autor (es)	Garreaud R., Vuille M., Compagnucci R., Marengo J
Nombre completo de la revista o libro	PALAEO3.
Referencias	<a href="https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.10.032">doi:10.1016/j.palaeo.2007.10.032</a>
Palabras clave	Climate; Atmospheric circulation; Precipitation; Climate variability; South America
Resumen	<p>This paper documents the main features of the climate and climate variability over South America, on the basis of instrumental observations gathered during the 20th Century. It should provide a modern reference framework for paleoclimate research in South America, targeting high-resolution proxies over the past few centuries. Several datasets suitable for present-day climate research are first described, highlighting their advantages as well as their limitations. We then provide a basic physical understanding of the mean annual cycle of the precipitation and atmospheric circulation over the continent and the adjacent oceans. In particular, the diversity of precipitation, temperature and wind patterns is interpreted in terms of the long meridional extent of the continent and the disruption of the large-scale circulation caused by the Andes cordillera, the contrasting oceanic boundary conditions and the landmass distribution. Similarly, the intensity and timing of the interannual and interdecadal climatic fluctuations exhibit considerable geographical dependence, as some regions are more influenced by large-scale phenomena rooted in the tropical oceans while others are more influenced by high-latitude phenomena. The impact of these large-scale phenomena over South America is documented by a regression analysis between selected atmospheric indices and the precipitation and temperature fields. We have included a discussion on the seasonality and long-term stability of such impacts, and complemented our general description by an updated review of the literature on climate variability over specific regions.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se documentan las principales características y variabilidad climática en América del Sur en base a datos instrumentales durante el siglo XX. Se describen ventajas y limitaciones de las bases de datos disponibles. Se provee una descripción física del ciclo anual de precipitación y circulación atmosférica sobre continentes y océanos. Se analiza el rol de la extensión meridional del continente, la Cordillera de los Andes, las condiciones límite del océano y la distribución de tierras en las precipitaciones, temperaturas y patrones de viento. Así también se analiza esta influencia en las fluctuaciones climáticas interanuales e interdecades y la relación con fenómenos de larga escala del océano tropical y extratropical, entre otros aspectos.</p>

# FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 147**  
**FECHA: 2007**

Título	GCOS REFERENCE UPPER-AIR NETWORK (GRUAN): Justification, requirements, siting and instrumentation options
Autor (es)	<b>Global Climate Observing System (GCOS)</b>
Nombre completo de la revista o libro	Report GCOS 112 (World Meteorological Organization Technical Document N°1379)
Referencias	2007. 25 pp.
Palabras clave	
Resumen	<p>Shortcomings in the design and implementation of the current upper-air measurement network greatly limit the accuracy and detail of observations needed to specify how climate has varied and changed above the Earth's surface. This deficit impacts our ability to accurately predict climate change, and hence has potentially serious consequences in areas of high relevance to society, such as water resource management, the health sector, energy management, transportation, financial infrastructure, and sustainable economic development. Foremost, the GCOS Reference Upper-Air Network (GRUAN), a network for atmospheric reference observations, is required to provide the foundation for long-term datasets that can be used to reliably monitor and detect emerging signals of global and regional climate change. Specifically, the GCOS Reference Upper-Air Network is required to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Provide long-term high quality climate records;</li> <li>• Constrain and calibrate data from more spatially-comprehensive global observing systems (including satellites and current radiosonde networks); and</li> <li>• Fully characterize the properties of the atmospheric column.</li> </ul> <p>Essential characteristics of a successful GCOS Reference Upper-Air Network identified to date are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Close coordination with the user community;</li> <li>• High-quality instrumentation;</li> <li>• Redundancy of measurements of climate variables at network sites;</li> <li>• Changes in the network managed in such a way that their non-climatic influences can be accurately adjusted for;</li> <li>• Real-time calibration and validation;</li> <li>• A strong lead centre managing the network in conjunction with station operators;</li> <li>• Archival of data and metadata, and easy, free access to these for bona fide research purposes;</li> <li>• Full adherence to the GCOS Climate Monitoring Principles;</li> <li>• Availability of complementary measurements from other networks in a collocation database, to enable cross-calibration.</li> </ul> <p>Scientific evidence clearly shows that there is a pressing need to implement such a network. Equally, it is emphasized that the GCOS Reference Upper-Air Network would be part of a tiered system of networks to which both the GCOS Upper-Air Network (GUAN) and the WMO Global Observing System (GOS) are vital components. This report outlines progress to date in establishing network requirements, in proposing a network architecture, and in identifying technological options. At the time of publication, the inception of the GCOS Reference Upper-Air Network remains a work in progress. Areas identified as requiring further work are outlined within the conclusions.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describe la implementación de un sistema de vigilancia climática denominado "GRUAN" por las siglas en inglés de "GCOS Reference Upper-Air Network", cuyo objetivo principal es la medición global de la columna atmosférica a través de una red densa de estaciones de monitoreo. Este ayudará a sentar las bases para realizar predicciones más acertadas de futuros cambios climáticos a escala global y regional.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 148  
**FECHA:** 2002

Título	Southern Hemisphere origins of the 1976 climate shift
Autor (es)	<b>Giese, B.S., Urizar, S.C. and N.S. Fuckar</b>
Nombre completo de la revista o libro	Geophysical Research Letters
Referencias	2002. Vol. 29, No. 2, 1014. DOI: 10.1029/2001GL013268.
Palabras clave	Pacific Ocean – temperature anomalies
Resumen	<p>Observations from the tropical Pacific Ocean identify an abrupt climate shift in 1976 with surface temperatures changing from cooler than normal to warmer than normal in the span of about 1 year. Model results show that this climate shift originates with subsurface temperature anomalies in the south tropical Pacific Ocean which propagate first to the western boundary, then northward to the equator, and finally eastward along the equator to 140° W where they rise to the surface. The results suggest that changes in the North Pacific respond to changes in the tropical Pacific.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las observaciones del océano Pacífico tropical identifican un cambio brusco del clima en 1976 con temperaturas superficiales que cambian desde más frío que lo normal a más tibio que lo normal en 1 año. Los resultados sugieren que cambios en el Pacífico norte responden a cambios en el Pacífico tropical.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Espesor de hielo y vulcanismo**

**Nº: 149**  
**FECHA: 1996**

Título	Non-explosive, constructional evolution of the ice-filled caldera at Volcán Sollipulli, Chile
Autor (es)	<b>Gilbert, J., Stasiuk, M., Lane, S., Adam, C., Murphy, M., Sparks, S. &amp; J. Naranjo</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Volcanology
Referencias	Volume 58, pages 67-83.
Palabras clave	calderas; Chile; volcanism; radar methods; gravity surveys; ice; thickness; volume; collapse structures; olivine basalt; dacites; andesites; pyroclastics; eruptions; explosions; Holocene
Resumen	<p>A radar and gravity survey of the ice-filled caldera at Volcán Sollipulli, Chile, indicates that the intra-caldera ice has a thickness of up to 650 m in its central part and that the caldera harbours a minimum of 6 km<sup>3</sup> of ice. Reconnaissance geological observations show that the volcano has erupted compositions ranging from olivine basalt to dacite and have identified five distinct volcanic units in the caldera walls. Pre- or syncaldera collapse deposits (the Sharkfin pyroclastic unit) comprise a sequence which evolved from subglacial to subaerial facies. Post-caldera collapse products, which crop out along 17 of the 20 km length of the caldera wall, were erupted almost exclusively along the caldera margins in the presence of a large body of intra-caldera ice. The Alpehué crater, formed by an explosive eruption between 2.960 and 2.780 a. BP, in the southwest part of the caldera is shown to post date formation of the caldera. Sollipulli lacks voluminous silicic pyroclastic rocks associated with caldera formation and the collapse structure does not appear to be a consequence of a large-magnitude explosive eruption. Instead, lateral magma movement at depth resulting in emptying of the magma chamber may have generated the caldera. The radar and gravity data show that the central part of the caldera floor is flat but, within a few hundred metres of the caldera walls, the floor has a stepped topography with relatively low-density rock bodies beneath the ice in this region. This, coupled with the fact that most of the post-caldera eruptions have taken place along the caldera walls, implies that the caldera has been substantially modified by subglacial marginal eruptions. Sollipulli caldera has evolved from a collapse to a constructional feature with intra-caldera ice playing a major role. The post-caldera eruptions have resulted in an increase in height of the walls and concomitant deepening of the caldera with time.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Mediciones de radar y gravimetría determinaron un espesor de hielo de hasta 650 m en la caldera del volcán Sollipulli. Análisis mineralógicos de los eventos eruptivos durante los últimos milenios. El análisis de la topografía subglacial muestra que la parte central de la base de la caldera es plana pero que aumenta su pendiente en dirección a las paredes. La caldera se ha modificado sustancialmente por las erupciones subglaciales marginales. Las erupciones han resultado en un aumento en la pendiente de las paredes y la profundización de la caldera.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

ZONA GLACIOLÓGICA: Norte  
TEMA: Otros

Nº: 150  
FECHA: 2001

Título	Effects of post-depositional processes on snow composition of a subtropical glacier (Cerro Tapado, Chilean Andes)
Autor (es)	Ginot, P., Kull, C., Schwikowski, M., Schotterer, U., Pouyaud, B. and H.W. Gaeggeler
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Geophysical Research
Referencias	2001. No. 106, 32375–32386.
Palabras clave	Cerro Tapado - snow composition - subtropical glacier
Resumen	<p>In order to study the effects of postdepositional processes on snow chemistry a surface snow experiment was performed on the Cerro Tapado summit glacier in northern Chile, a subtropical glacier site presumably influenced by strong sublimation. Chemical sublimation of the water matrix (<math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math> and <math>\text{K}^+</math>) and by sublimation and dry deposition (<math>\text{Ca}^{2+}</math>, <math>\text{Mg}^{2+}</math>, <math>\text{Na}^+</math>, <math>\text{CH}_3\text{SO}_3^-</math> and <math>\text{C}_2\text{O}_4^{2-}</math>). Species present in a volatile form, such as <math>\text{HCOOH}</math>, <math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>, and <math>\text{HNO}_3</math>, were released from the snow. This indicates that not only particular meteorological conditions influence the modification of snow composition but so does the chemical form of the studied species (salts or volatile). From the enrichment in concentrations of irreversibly deposited chemical species the sublimation rate was quantified as <math>1,9 \text{ mmweq d}^{-1}</math>, which agrees with the sublimation rates determined by lysimeters and by mass balance modeling.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se estudian los efectos de los procesos postdeposicionales en la química de la nieve con un experimento realizado en el glaciar del Cerro Tapado en el norte de Chile, un glaciar subtropical presumiblemente influido por sublimación fuerte.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte

**Nº:** 151

**TEMA:** Paleoclimatología y testigos de hielo

**FECHA:** 2002

Título	Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology Atmospheric Chemistry and Climate records from Cerro Tapado glacier, Norte Chico, Chile
Autor (es)	<b>Ginot, P., Schwikowski, M., Gággeler, H., Schotterer, U., Kull, C., Funk, M., Rivera, A., Stampfli, F. and W. Stichler</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: The Patagonian Icefields. A unique natural laboratory for environmental and climate change studies. CASASSA, G., F. SEPÚLVEDA and R. SINCLAIR (Eds.) Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
Referencias	2002. pp 157-167.
Palabras clave	Paleoenvironment, glaciochemical data, El Niño, chemical species, dating
Resumen	<p>In February 1999 a 36 m ice core reaching bedrock of the core Tapado Summit glacier (5.550 m, 30°08'S, 69°55'W) was recovered in order to investigate the suitability of this glacier as paleoenvironmental and climate archive. Site selection was based on the assumption that this area is strongly influenced by the El Niño phenomenon. Glaciochemical data indicate that a record of about 100 years is contained in the ice core and that El Niño periods are characterized by low concentrations of chemical species.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En febrero de 1999 fue recuperado un testigo de hielo de 36 m que alcanzó la roca madre en la cumbre del glaciar Tapado (5,550 M, 30°08' S, 69°55' W) para investigar la sustentabilidad de este glaciar como archivo paleoambiental y climático.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Balance de masa y testigo de hielo

**Nº:** 152  
**FECHA:** 2006

Título	Glacier mass balance reconstruction by sublimation induced enrichment of chemical species on Cerro Tapado (Chilean Andes)
Autor (es)	Ginot, P., C. Kull, U. Schotterer, M. Schwikowski, and H.W. Gäggeler.
Nombre completo de la revista o libro	Climate of the Past
Referencias	Volume 2, pages 21–30
Palabras clave	Ice core, Cerro Tapado, Northern Chile, accumulation, sublimation
Resumen	<p>A 36 m long ice core down to bedrock from the Cerro Tapado glacier (5.536 m a.s.l., 30,080 S, 69,550W) was analyzed to reconstruct past climatic conditions for Northern Chile. Because of the marked seasonality in the precipitation (short wet winter and extended dry summer periods) in this region, major snow ablation and related postdepositional processes occur on the glacier surface during summer periods. They include predominantly sublimation and dry deposition. Assuming that, like measured during the field campaign, the enrichment of chloride was always related to sublimation, the chemical record along the ice core may be applied to reconstruct the history of such secondary processes linked to the past climatic conditions over northern Chile. For the time period 1962–1999, a mean annual net accumulation of 316 mm water equivalent (weq) and 327 mm weq loss by sublimation was deduced by this method. This corresponds to an initial total annual accumulation of 539 mm weq. The annual variability of the accumulation and sublimation is related with the Southern Oscillation Index (SOI): higher net-accumulation during El Niño years and more sublimation during La Niña years. The deepest part of the ice record shows a time discontinuity; with an ice body deposited under different climatic conditions: 290 mm higher precipitation but with reduced seasonal distribution (+470 mm in winter and -180 mm in summer) and 3°C lower mean annual temperature. Unfortunately, its age is unknown. The comparison with regional proxy data however let us conclude that the glacier buildup did most likely occur after the dry mid-Holocene</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Testigo de hielo de 36 m se extrae desde el Cerro Tapado (5.536 m snm, 30,080 S, 69,550W), norte de Chile. La sublimación es el componente principal de la ablación. El registro químico puede ser aplicado para reconstruir las condiciones climáticas pasadas del Norte de Chile. La acumulación en el período 1962-1999 fue de 316 mm de agua equivalente, mientras que la pérdida por sublimación fue de 327 mm de agua equivalente. Ambos valores están relacionados al Índice de la Oscilación del Sur (SOI): la mayor acumulación se relaciona a los años El Niño y la mayor sublimación a los años La Niña. La comparación con datos proxy regionales permiten concluir que la acumulación del glaciar ocurrió más probablemente luego del Holoceno medio.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales

**Nº:** 153  
**FECHA:** 2005

Título	Geomorphological evidence for variations of the North Patagonian Icefield during the Holocene
Autor (es)	<b>Glasser N., Jansson K., Harrison S. and Rivera A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Geomorphology
Referencias	2005 Volume 71, pages 263–277
Palabras clave	North Patagonian Icefield; Glacial geomorphology; Glacier fluctuations; Little ice age; Holocene; Chile
Resumen	<p>Elucidating the timing and extent of former glacier fluctuations is important because of the palaeoclimatic inferences that can be drawn from such studies. Here we present new geomorphological evidence of the patterns of glacier behaviour around the North Patagonian Icefield during the Holocene. Mapping is based on visual interpretation of Landsat 7 ETM+ and Terra ASTER satellite images, including the contemporary glaciers, areas of ice-scoured bedrock, trimlines, glacial lineations, terminal moraines, sandur and fluvial sediments, deltas and ice-contact deposits and alluvial fans. Recession of the icefield is marked by three distinct moraine sets. These moraine sets are interpreted as marking terminal positions related to the Little Ice Age and two preceding, but as yet undated, phases of Holocene glacier expansion. Large arcuate terminal moraines in front of three of the western glaciers are interpreted as composite features, reflecting topographic limits to glacier expansion, indicating that caution is required in the interpretation of previous <sup>14</sup>C dates obtained from these moraines. There are strong contrasts in the patterns of glacier behaviour between the east and west sides of the North Patagonian Icefield, which cannot be attributed simply to an east/west differential in the rates of change of atmospheric temperature and precipitation. We argue here that glacier response to first-order climate forcing is tempered by second-order controls introduced by regional-scale topographic effects, notably glacier drainage basin extent and area, topographic controls on glacier snout morphology and differences in terminal environment (calving/non-calving) during glacier recession.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Evidencias geomorfológicas del comportamiento de los glaciares de todo el Campo de Hielo Patagónico Norte durante el Holoceno. Interpretación de imágenes Landsat 7 ETM+ y ASTER. El retroceso glaciar está caracterizado por tres grupos morrénicos relacionados a los máximos avances en la Pequeña Edad del Hielo y dos fases expansivas anteriores durante el Holoceno, pero aún sin ser datadas. Se identifican fuertes contrastes en los patrones de comportamiento de los glaciares orientales y occidentales del Campo de Hielo Norte, que no es explicado totalmente por las condiciones climáticas. Se sostiene que el clima es un forzante de primer orden que está afectado por forzantes de segundo orden relacionados con el control topográfico.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Testigos de hielo

**Nº:** 154  
**FECHA:** 2002

Título	Firn-core drilling operation at Tyndall glacier, Southern Patagonia Icefield
Autor (es)	Godoi, M.A., Shiraiwa, T., Kohshima, S. and K. Kubota
Nombre completo de la revista o libro	In The Patagonian Icefields: A Unique Natural Laboratory for Environmental and Climate Change Studies. Eds. G. Casassa, F. Sepúlveda and R. Sinclair. Series of the Centro de Estudios Científicos. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York
Referencias	2002. pp 149-156.
Palabras clave	Drilling operation, Southern Patagonian Icefield, stratigraphic observation, high accumulation, snow measurements
Resumen	<p>A 45,97 m-deep drilling operation was carried out during November/December 1999 at the accumulation area of Tyndall Glacier, 1.756 m a.s.l, in the southern end of the Southern Patagonia Icefield. In the field, the firn-core obtained was the subject of stratigraphic observations and density measurements. Preliminary results suggest an extremely high accumulation (about 13,5 m w.e.), which agrees with snow measurements characterize the physical, chemical and biological properties of the core.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Una perforación de 45,97 m de profundidad fue llevada a cabo durante noviembre/diciembre de 1999 en el área de acumulación del Glaciar Tyndall, 1.756 m s.n.m., Campo de Hielo Sur. En CHS, el testigo obtenido fue sujeto de observaciones estratigráficas y mediciones de densidad.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**

**Nº: 155**

**TEMA: Variaciones frontales y areales, espesores de hielo**

**FECHA: 2003**

Título	Condición actual del lóbulo Zapata sur, en la zona de ablación del glaciar Tyndall, mediante radio-ecosondeo sobre la superficie glaciar
Autor (es)	<b>Godoi M.A., Carvallo R. and Arévalo M.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Anales Instituto Patagonia
Referencias	2003 Volume: 31, pages: 5-15
Palabras clave	Glaciar Tyndall, Variaciones, GPS, Radio-ecosondeo, GPR, Patagonia, Chile
Resumen	<p>Existe clara evidencia de que el glaciar Tyndall, efluente del Campo de Hielo Patagónico Sur, ha estado perdiendo su masa glaciar continuamente en las últimas décadas. Este trabajo presenta estudios glaciológicos preliminares en un pequeño lóbulo glaciar que fluye hacia el este en la zona de ablación del glaciar Tyndall, aproximadamente a 16 km de su frente. Mediante radio-ecosondeo sobre la superficie y posicionamiento satelital, se ha construido un modelo digital de terreno del sector en estudio y se ha delimitado el borde actual del hielo. Por comparación con la cartografía vigente, se ha encontrado que en este sector ha desaparecido un área aproximada de 1,3 km<sup>2</sup> de hielo entre 1975 y 2003. El modelo 3D permite identificar el umbral de difluencia glaciar que limita la cuenca del lóbulo que fluye hacia el este. De continuar la actual tendencia climática regional, este pequeño lóbulo desaparecerá en un período no lejano, estimándose que el volumen de hielo que se perderá está entre 35 y 70 millones de m<sup>3</sup>.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Medioambiente

**Nº:** 156  
**FECHA:** 2005

Título	Viabilidad de manejo de los Glaciares
Autor (es)	<b>Golder Associates</b>
Nombre completo de la revista o libro	Proyecto Pascua Lama, Chile. Compañía Minera Nevada S. A. Santiago.
Referencias	2005. 173 p.
Palabras clave	Estudio de Impacto Ambiental - Proyecto Pascua-Lama
Resumen	<p>El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto Pascua-Lama, que se aprobó en el año 2001, contiene el Plan de Manejo Glaciar en forma conceptual. La resolución que aprueba el EIA requirió de estudios adicionales asociados al manejo de hielo de los glaciares. El presente documento proporciona un plan de viabilidad de manejo de hielo de los glaciares generado de estos estudios, cuyos factores claves se exponen en este Resumen Ejecutivo.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte

**Nº:** 157

**TEMA:** Minería

**FECHA:** 2005

Título	Informe final: Revisión geotécnica depósito de hielo Toro 1
Autor (es)	<b>Golder Associates</b>
Nombre completo de la revista o libro	Proyecto Pascua Lama, Chile. Compañía Minera Nevada S. A. Santiago.
Referencias	2005. 30 p.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur  
**TEMA:** Volcanismo

**Nº:**158  
**FECHA:** 1995

Título	Volcanes de Chile
Autor (es)	González-Ferrán
Nombre completo de la revista o libro	Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile
Referencias	Page 635
Palabras clave	Volcanes – Erupciones - Geología
Resumen	<p>Constituye una fuente de información sobre los volcanes activos, sus peligros y riesgos en Chile y los países vecinos. Describe el estado actual del conocimiento que se tiene de todos los volcanes del Neógeno o Reciente de Chile y la región adyacente de Perú, Bolivia y Argentina a lo largo de la Cordillera de los Andes, además de los volcanes del Territorio Antártico Chileno y las Islas Oceánicas en el Océano Pacífico. Es una compilación e investigación de todos los antecedentes e información existentes sobre los volcanes del Cenozoico superior, últimos 10 millones de años, con énfasis en los volcanes activos y potencialmente activos, complementados con información satelital y trabajos de terreno inéditos, realizados por el autor a través de la región, el cual intenta presentar una visión general de las diferentes provincias volcánicas activas de Chile, sus peligros naturales y riesgos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 159  
**FECHA:** 1997

Título	Mid-Holocene climate and culture change in the Atacama desert. Northern Chile
Autor (es)	<b>Grosjean, M., Nuñez, L.A., Cartajena, I., and B. Messerli</b>
Nombre completo de la revista o libro	Quaternary Research
Referencias	Volume 48, pages 239 - 246
Palabras clave	Atacama Desert, human occupa, Late Archaic, ecological refuge
Resumen	<p>Twenty archaeological campsites intercalated between more than 30 debris flows caused by heavy rainfall events between 6.200 and 3.100 <sup>14</sup>C yr B.P. have recently been discovered at Quebrada Puripica in the Atacama Desert of northern Chile. This record provides detailed about extreme, short-lived climatic events during the hyperarid mid-Holocene period. For the first time, we found evidence of continuous human occupation in this area, filling the regional hiatus in the Atacama basin ("Silencio Arqueologico") between 8.000 and 4.800 <sup>14</sup>C yr B.P. The transformation of Early Archaic hunters into the complex Late Archaic cultural tradition was an adaptive process. During this time, the site was a local ecological refuge with abundant resources in a generally hostile environment</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se descubren veinte sitios arqueológicos intercalados entre más de 30 flujos de escombros causados por fuertes lluvias entre 6.200 y 3.100 <sup>14</sup>C años AP en la Quebrada Puripica en el desierto de Atacama en el norte de Chile. Este registro contiene información detallada acerca de eventos climáticos extremos durante el período hiperárido del Holoceno medio. Por primera vez, se encontraron evidencias de ocupación humana en esta zona, llenando el hiato regional en la cuenca de Atacama ("Silencio Arqueológico") entre 8.000 y 4.800 <sup>14</sup>C años AP. La transformación de los cazadores arcaicos tempranos hacia la compleja tradición cultural posterior fue un proceso de adaptación. Durante este tiempo, el lugar fue un refugio ecológico local con abundantes recursos en un entorno generalmente hostil.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Paleoclimatología

**Nº:** 160  
**FECHA:** 1997

Título	Mid-Holocene climate and culture change in the Atacama desert. Northern Chile
Autor (es)	Grosjean, M., Nuñez, L.A., Cartajena, I., and B. Messerli
Nombre completo de la revista o libro	Quaternary Research
Referencias	1997. No. 48, pp 239 - 246.
Palabras clave	Quebrada Puripica - Atacama Desert - mid-Holocene - climatic events
Resumen	<p>Twenty archaeological campsites intercalated between more than 30 debris flows caused by heavy rainfall events between 6200 and 3100 14C yr B.P. have recently been discovered at Quebrada Puripica in the Atacama Desert of northern Chile. This record provides detailed information about extreme, short-lived climatic events during the hyperarid mid-Holocene period. For the first time, we found evidence of continuous human occupation in this area, filling the regional hiatus in the Atacama basin ("Silencio docuArqueologico") between 8000 and 4800 14C yr B.P. The transformation of Early Archaic hunters into the complex Late Archaic docultural tradition was an adaptive process. During this time, the site was a local ecological refuge with abundant resources in a generally hostile environment.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Veinte sitios arqueológicos afectados por más de 30 aluviones causados por acontecimientos de fuerte lluvia entre 6.200 y 3.100 años A.P. han sido descubiertos recientemente en Quebrada Puripica en el Desierto de Atacama, norte de Chile. Este registro proporciona información detallada sobre eventos climáticos extremos, durante el período hiperárido del Holoceno Medio.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 161  
**FECHA:** 1987

Título	Glacier Fluctuations and Hazards
Autor (es)	<b>J. M. Grove</b>
Nombre completo de la revista o libro	The Geographical Journal
Referencias	Vol. 153, No. 3. (Nov., 1987), pp. 351-367.
Palabras clave	Glacier fluctuations, hazards, Little Ice Age
Resumen	<p>Physical readjustments involved in glacier fluctuations present high risk situations at certain times and places. An outline of the history of glacier fluctuations in Holocene times and particularly the Little Ice Age provides the context for a discussion of the types of hazards associated with climatically led oscillations in populated areas and their timing. The threat from such glaciers has diminished but not disappeared with the recession of the last century. The impact of the more dramatic oscillations of surging glaciers and those with floating tongues has been limited by their restricted spatial distribution. Increased penetration of economic development into hitherto remote mountain regions and escalation of the numbers of people involved in sports such as skiing and mountaineering increase glacier hazard. Any future change in climate towards the conditions obtaining in the Little Ice Age would now involve greater risk from hazard than existed in former centuries. A more probable change in climate is rising temperature caused by more carbon dioxide in the atmosphere resulting in rising sea levels and perhaps surging of the Antarctic icesheet.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las presentes fluctuaciones de los glaciares determinan serias situaciones de riesgos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 162  
**FECHA:** 2006

Título	Regional Climate and Snow/Glacier Distribution in Southern Upper Atacama (Ojos del Salado) - an integrated statistical, GIS and RS based approach
Autor (es)	<b>Gspurning, J., Lazar, R. and Sulzer, W.</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Proceedings of the 8th International Symposium on High Mountain Remote Sensing Cartography, Austria
Referencias	2006. pp 56 -70.
Palabras clave	Ojos del Salado, Snow/Glacier Distribution, GIS, Remote Sensing, Regional Climate
Resumen	<p>The paper discusses the climatic, statistical, GIS-based and remote sensing approach of snow/glacier cover investigations of the Nevado Ojos del Salado region in South America. The climate conditions of the region, the interpretations of firn and glacier areas are investigated in respect to the exposure and height. The benefit and problems of statistical and GIS based snow distribution modelling are discussed as well as the techniques of Remote Sensing for snow cover classification. Examples and cases studies complete and document the complex topics, additionally.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este artículo discute investigaciones climáticas, estadísticas, sobre SIG y sensores remotos del Nevado Ojos Salado en Sudamérica. Las condiciones climáticas de la región, las interpretaciones de la neviza y las zonas englaciadas son estudiadas con respecto a la exposición y la altura.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 163  
**FECHA:** 1997

Título	Ice-volcano interaction of the 1996 Gjálp subglacial eruption, Vatnajökull, Iceland
Autor (es)	<b>Gudmundsson, M., Sigmundsson, F. and H. Björnsson</b>
Nombre completo de la revista o libro	Nature
Referencias	1997. No. 389, 954-957.
Palabras clave	Volcanic eruptions – Vatnajökull – Iceland - jökulhlaup
Resumen	<p>Volcanic eruptions under glaciers can cause dangerous floods and lahars and create hyaloclastite (fragmented glassy rock) mountains. But processes such as the rate of heat transfer between ice and magma, edifice formation, and the response of the surrounding glacier are poorly understood, because of the lack of data. Here we present observations from the fissure eruption at Vatnajökull ice cap, Iceland, in October 1996. In the 13 days of the eruption 3 km<sup>3</sup> of ice were melted and the erupted magma fragmented into glass forming a hyaloclastite ridge 6–7 km long and 200–300 m high under 500–750 m of ice. Meltwater of temperatures of 15–20 °C flowed along a narrow channel at the glacier bed into the Grímsvötn subglacial lake for five weeks, before draining in a sudden flood, or jökulhlaup. Subsidence and crevassing of the ice cap occurred over the eruptive fissure and the meltwater path, whereas elsewhere the glacier surface remained intact, suggesting that subglacial eruptions do not trigger widespread basal sliding in warm-based glaciers.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Erupciones volcánicas subglaciales pueden causar peligrosas inundaciones y lahares y crear montañas de hialoclastita (piedra vítrea fragmentada). Pero los procesos tales como la tasa de transferencia de calor entre hielo y magma, la formación del edificio y la respuesta del glaciar, son poco comprendidos, a causa de la falta de datos. Se presentan observaciones de la erupción de la fisura en Vatnajökull, Islandia, octubre 1996.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 164  
**FECHA:** 1998

Título	Historical evolution and operational aspects of worldwide glacier monitoring
Autor (es)	Haeberli, W.
Nombre completo de la revista o libro	In: Haeberli, W., Hoelzle, M., Suter, S. (Eds.), Into the Second Century of Worldwide Glacier Monitoring: Prospects and Strategies. Studies and Reports in Hydrology.
Referencias	1998. UNESCO, Paris, pp 35– 51.
Palabras clave	Climatic trends – climatic changes – glacier fluctuations – monitoring
Resumen	<p>Climatic trends are clearly reflected in mass and temperature changes in glaciers and permafrost. It is for this reason that perennial land-ice bodies are key parameters for climate system monitoring. This phenomenon, in fact, was recognized at the very beginning of internationally coordinated long-term glacier observations and is still today the main focus of corresponding programs. In the meantime, however, the goals of international glacier monitoring have evolved and multiplied. Glacier signal as key elements for early detection of climatic changes as induced by anthropogenic greenhouse forcing are receiving increased attention. Central aspects of this matter concern:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Secular rates of changes in energy fluxes at the Earth/atmosphere interface;</li><li>2. Natural (pre-industrial) variability in these energy fluxes; and</li><li>3. Possible acceleration trends of ongoing and potential future changes.</li></ol> <p>Observation glacier fluctuations contribute important information about all three aspects. In fact, glacier fluctuations in cold mountain areas result from changes in the mass and energy balance at the Earth's surface. Ranges of such glaciers changes can be determined quantitatively over various time intervals and expressed as corresponding energy fluxes with their long-term variability. This permits direct comparison with other effects of natural and estimated anthropogenic greenhouse forcing. In addition, glacier changes are linked to changing atmospheric conditions via important filters, such as pronounced memory and enhancement function.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las tendencias climáticas son reflejadas claramente en cambios de masa y temperatura en glaciares y en el permafrost. Es por esta razón que los glaciares son parámetros claves para el monitoreo del clima.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 165

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 2004

Título	Glaciers and ice caps: historical background and strategies of world-wide monitoring
Autor (es)	Haeberli, W.
Nombre completo de la revista o libro	In: Bamber, J.L. and Payne A.J. (eds): Mass Balance of the Cryosphere. Cambridge University Press, Cambridge
Referencias	2004. pp 559-578.
Palabras clave	Glacier – ice caps - world-wide monitoring - strategies
Resumen	<p>Throughout the history of modern science, glaciers and ice caps have not only been a source of fascination but also a key element in discussions about Earth evolution and climate change. The discovery of the Ice Age in the late eighteenth and the nineteenth centuries significantly contributed to the understanding of the evolutionary development of the Earth; it also demonstrated the possibility of important climatic changes involving dramatic environmental effects at a global scale. Today, glaciers and ice caps clearly reflect secularwarming at a high rate and at a global scale; they are considered key indicators within global climate-related observing systems for early detection of trends potentially related to the greenhouse effect. This chapter discusses the historical background, the observational data basis and related monitoring strategies. It also gives some examples, predominantly from low latitude glaciers.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>A través de la historia de la ciencia moderna, los glaciares no sólo han sido una fuente de fascinación sino que también un elemento clave en discusiones acerca de la evolución de la Tierra y el cambio climático.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 166  
**FECHA:** 2006

Título	Integrated perception of glacier changes: a challenge of historical dimensions
Autor (es)	Haeberli, W.
Nombre completo de la revista o libro	In: Knight, P. G. (ed): Glacier Science and Environmental Change. Blackwell, Oxford
Referencias	2006. pp 423-430
Palabras clave	satellite imagery – strategy – glaciers - global climate
Resumen	<p>Mountain glaciers are key variables for early detection strategies in global climate-related observations. Their changes have been observed systematically in various parts of the world for more than 100 yr. During this time, however, various aspects involved have changed in a most remarkable way. Future perspectives must envisage the possibility of dramatic evolutions, including the rapid deglaciation of entire mountain chains within decades. Worldwide documentation of such developments represents a challenge that must be met using the best available process understanding, methodology and strategy. The Global Terrestrial Network for Glaciers (GTN-G) recently established as part of the Global Terrestrial Observing System (GTOS/GCOS) and operated by the World Glacier Monitoring Service (WGMS) follows a global hierarchical observing strategy. This integrative approach is based on a combination of in situ, remote and numerical modelling components and consists of observations at several levels which link detailed process studies at one extreme with global coverage by satellite imagery and digital terrain information at the other. The present contribution briefly outlines the historical background and present challenge of worldwide glacier observations, introduces the integrative concept of the applied multilevel monitoring strategy, summarizes some principal aspects of past measurements and potential future scenarios and concludes with recommendations relating to the most urgent needs. It is based on numerous discussions with, and feed-back from, the staff members, national correspondents and principal investigators of the World Glacier Monitoring Service (WGMS) as well as colleagues involved with the ongoing Global Land Ice Measurements from Space (GLIMS) project led by the US Geological Survey.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este artículo resume brevemente la base histórica y el presente desafío de las observaciones mundiales de glaciares, introduce un concepto integrador para aplicar una estrategia multiescalar de vigilancia, resume algunos aspectos principales de mediciones pasadas y potenciales escenarios futuros, concluyendo con recomendaciones asociadas a las necesidades más urgentes.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Balance de masa y climatología

**Nº:** 167  
**FECHA:** 1999

Título	On rates and acceleration trends of global glacier mass changes.
Autor (es)	Haeberli, W., R. Frauenfelder, M. Hoelzle & M. Maisch
Nombre completo de la revista o libro	Geografiska Annaler
Referencias	Volume 81A, pages 585-591.
Palabras clave	acceleration; glacier dynamics; mass balance
Resumen	<p>Worldwide glacier mass changes are considered to represent natural key variables within global climate-related monitoring programmes, especially with respect to strategies concerning early detection of enhanced greenhouse effects on climate. This is due to the fact that glacier mass changes provide important quantitative information on rates of change, acceleration tendencies and pre-industrial variability relating to energy exchange at the earth/atmosphere interface. During the coming decades, excess radiation income and sensible heat (a few watts per square metre) as calculated with numerical climate models are both estimated to increase by a factor of about two to four as compared to the mean of the 20th century. The rate of average annual mass loss (a few decimetres per year) measured today on mountain glaciers in various parts of the world now appears to accelerate accordingly, even though detailed interpretation of the complex processes involved remains difficult. Within the framework of secular glacier retreat and Holocene glacier fluctuations, similar rates of change and acceleration must have taken place before, i.e. during times of weak anthropogenic forcing. However, the anthropogenic influences on the atmosphere could now and for the first time represent a major contributing factor to the observed glacier shrinkage at a global scale. Problems with such assessments mainly concern aspects of statistical averaging, regional climate variability, strong differences in glacier sensitivity and relations between mass balance and cumulative glacier length change over decadal to secular time scales. Considerable progress has recently been achieved in these fields of research.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las fluctuaciones glaciares son variables naturales clave dentro de los programas de observación del clima, especialmente con respecto a las estrategias para la detección precoz de los efectos de gases invernadero. La problemática del efecto invernadero se agravará en las próximas décadas. En forma concordante, las pérdidas de masa de glaciares se han acelerado. Aún cuando pueda pensarse que las tasas de cambio y aceleración en el pasado, cuando el rol del forzante antropogénico era débil, podrían haber sido similares a las actuales, este es el factor más importante en la actualidad en el retroceso glaciario observado a escala mundial. Se ha hecho un gran progreso en estos campos de investigación.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 168

**TEMA:** Climatología

**FECHA:** 2000

Título	Glacier monitoring within the Global Climate Observing System.
Autor (es)	Haeberli, W., J. Cihlar & R. Barry.
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	Volume 31, pages 241-246.
Palabras clave	climate change; glacier dynamics
Resumen	<p>The fluctuation of mountain glaciers is recognized as a high-confidence indicator of air-temperature trends and as a valuable element of a strategy for early detection of possible Man-induced climate changes. The Terrestrial Observation Panel for Climate therefore recommended that glacier mass and area be monitored as part of the Global Climate Observing System (GCOS) established in 1992 by the World Meteorological Organization, the Intergovernmental Occanographic Commission, the United Nations Environment Programme and the International Council of Scientific Unions. A tiered Global Hierarchical Observing Strategy was developed to be used for all GCOS terrestrial variables. According to this system of tiers, the regional to global representativeness in space and time of the records relating to glacier mass and area should be assessed by more numerous observations of glacier length changes as well as by compilation of regional glacier inventories repeated at time intervals of a few decades, the typical dynamic response time of smaller mountain glaciers. During the 1970s, Fritz Müller directed the Permanent Service on the Fluctuations of Glaciers and the Temporary Technical Secretariat for the World Glacier Inventory. These two bodies were combined in 1986 to form the World Glacier Monitoring Service, which is now responsible for internationally coordinated glacier monitoring, working in close collaboration with the World Data Center for Glaciology, Boulder.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se discute la investigación de variaciones de glaciares como indicador confiable de cambios climáticos, lo que ha sido parte del programa de vigilancia del GCOS, creado en 1992 por la Organización Meteorológica Mundial y otras instituciones. Se discute una estrategia de observación jerárquica de glaciares desde el nivel regional hasta el nivel local abarcando estudios de fluctuaciones de largo de glaciares y reaización de inventarios con frecuencia decadal. El organismo mundial a cargo del monitoreo de glaciares es el World Glacier Monitoring Service (WGMS).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 169  
**FECHA:** 2002

Título	Mountain glaciers in global climate-related observation networks
Autor (es)	Haeberli, W., Maischm, M. and F. Paul
Nombre completo de la revista o libro	WMO Bulletin
Referencias	2002, Vol. 51, No. 1, pp 18-25.
Palabras clave	Environmental Engineering, Polar environments, Environmental monitoring, Climatic changes, Mountains, Global warming, Air pollution forecasting, glaciers, Glacier variations, Glacier measurements, Global Climate Observing System (GCOS), Global Hierarchical Observing Strategy (GHOST), Climate and glaciation, Climatic change influences on glaciers
Resumen	<p>Glacier fluctuations in cold mountain areas have been systematically observed in various parts of the world for more than a century. The corresponding changes are, in fact, considered to be highly reliable indications of worldwide warming trends. Mountain glaciers are, therefore, key variables for early detection strategies in global climate-related observations. A Global Terrestrial Network for Glaciers (GTN-G) was recently established as part of the Global Terrestrial Observing System (GTOS/GCOS). The network is operated by the World Glacier Monitoring Service (WGMS) and follows the Global Hierarchical Observing Strategy (GHOST). This strategy consists of observations at five tier levels which link detailed process studies at one extreme with global coverage by satellite imagery and digital terrain information at the other. Despite persisting uncertainties about the global representativity of the measured sample, little doubt exists today about the strong ongoing ice loss. The possibility cannot be excluded that anthropogenic greenhouse forcing has now started to exert a predominant influence on this development. With a continuation or even acceleration of this trend, many mountain regions could become deglaciated within the coming decades.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se han observado fluctuaciones de glaciares en sectores montañosos fríos en varias regiones para más de un siglo. Los correspondientes cambios son, de hecho, indicadores seguros de la tendencia de calentamiento. Por lo tanto, estos glaciares son variables clave para estrategias tempranas de descubrimiento en observaciones climáticas globales.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 170  
**FECHA:** 1961

Título	Estimating potential evapotranspiration
Autor (es)	Hamon, W.
Nombre completo de la revista o libro	Journal of the Hydraulics Division-ASCE
Referencias	1961. No. 87(HY3), pp 107-120.
Palabras clave	Evapotranspiration, Resources, Hydrologic cycle, Transpiration, Humidity, Vapors, Radiation
Resumen	<p>Evapotranspiration is of considerable importance in the hydrologic cycle and must be taken into consideration in assessing the water resources of any region. The author has developed a simple method for estimating average daily potential evapotranspiration as proportional to the product of day-time hours squared and the saturated water vapour concentration (absolute humidity) at the mean temperature. The day-time factor was determined from a consideration of the disparity between net radiation and temperature, latitudinally, and the fact that transpiration is restricted during darkness.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La evapotranspiración es una variable importante en el ciclo hidrológico y debe tomar importancia dentro de la evaluación de los recursos hídricos de cualquier región. El autor desarrolla un método simple para estimar la evapotranspiración potencial diaria promedio como proporcional al producto de horas-días al cuadrado y la concentración de vapor saturada (humedad absoluta) en la temperatura media.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 171  
**FECHA:** 2000

Título	Nineteenth- and twentieth-century Glacier Fluctuations and Climatic Implications in the Arco and Colonia Valleys, Hielo Patagónico Norte, Chile
Autor (es)	<b>Harrison, S. and V. Winchester</b>
Nombre completo de la revista o libro	Arctic, Antarctic and Alpine Research
Referencias	2000. Vol. 32, No. 1, pp 55-63.
Palabras clave	Hielo Patagónico Norte - Glacier Fluctuations - Climatic Implications – Arco glacier – Colonia glacier - Arenales glacier
Resumen	<p>Dendrochronology, Lichenometry, and analysis of aerial photographs taken in 1944, 1979, and 1983 were used to date the 19<sup>th</sup>-and 20<sup>th</sup>- century fluctuations of the Arco, Colonia, and Arenales glaciers on the eastern side of the Hielo Patagónico Norte in southern Chile. This work has demonstrated that the glaciers retreated from their Little Ice Age maximum positions between 1850 and 1880, with retreat rates increasing during the 1940s and with surface thinning of at least of the icefield suggests a degree of synchrony in the timing of their variations and therefore argues for a common climatic control for these movements.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La dendrocronología, la liquenometría y el análisis de fotos aéreas tomadas en 1944, 1979 y 1983 fueron utilizados para fechar fluctuaciones de los siglos XIX y XX de los glaciares Arco, Colonia y Arenales en el lado oriental de Campo de Hielo Norte en el sur de Chile.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**N°:** 172  
**FECHA:** 2001

Título	Onset of rapid calving and retreat of Glaciar San Quintin, Hielo Patagónico Norte, Southern Chile
Autor (es)	Harrison S., Warren C.R., Winchester V. and Aniya M.
Nombre completo de la revista o libro	Polar Geography
Referencias	2001 Volume 25:1, Pages 54 - 61
Palabras clave	Hielo Patagónico Norte, Glaciar San Quintín, calving
Resumen	<p>This note records the recent rapid retreat of the terminus of Glaciar San Quintin, which drains the western edge of the Hielo Patagónico Norte (HPN) in southern Chile. In 1993, the glacier terminus was advancing strongly into vegetated ground, while from 1996 to May 2000 the glacier underwent a transition between advance and retreat. A satellite image taken in 2000 showed that the ice front was undergoing substantial retreat and calving into proglacial lakes. Our research suggests that the glacier had lost an average of 1,89 km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup> in ice surface between 1996 and 2000. The total surface loss is 7,55 km<sup>2</sup>, by far the largest retreat documented for the glaciers of the HPN since 1945.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se analiza el retroceso acelerado del Glaciar San Quintín, Hielo Patagónico Norte. En 1993, el frente del glaciar avanzó fuertemente, mientras que de 1996 a mayo de 2000 el glaciar experimentó una transición entre avance y retroceso. Una imagen satelital del año 2000 mostró que el frente de hielo estaba experimentando calving en un lago proglacial. El glaciar ha perdido un promedio de 1,89 km<sup>2</sup> anuales entre 1996 y 2000. La pérdida total es de 7,55 km<sup>2</sup>, el mayor retroceso documentado en los glaciares de CHN desde 1945.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Riesgos y variaciones frontales

**N°:** 173  
**FECHA:** 2006

Título	A glacial lake outburst flood associated with recent mountain glacier retreat, Patagonian Andes
Autor (es)	Harrison S., Glasser N., Winchester V., Haresign E., Warren Ch. and Jansson K.
Nombre completo de la revista o libro	The Holocene
Referencias	2006. Volume 16,4 Pages 611 - 620
Palabras clave	Glacier, Patagonia, mass movement, glacial lake outburst flood (GLOF), 'Little Ice Age', Paraglacial
Resumen	<p>Geomorphological mapping, sedimentology, lichenometry and dendrochronology were used to assess the nature and timing of glacier recession, moraine development and catastrophic mass movements in a tributary of the Leones valley, east of the Hielo Patagónico Norte, Chile. We show that during the 'Little Ice Age' Glaciar Calafate advanced downvalley to produce a terminal moraine. Recession of the glacier from this position occurred in the 1870s and produced a moraine dammed lake. In late 2000 a large rockfall into the lake breached the moraine and triggered a glacial lake outburst flood (GLOF) that entrained and subsequently deposited some <math>2 \times 10^6 \text{ m}^3</math> of material. We interpret this event as a delayed paraglacial response to the retreat of Glaciar Calafate during the twentieth century.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Mapeo geomorfológico, sedimentología, lichenometría y dendrocronología en un tributario del Valle de Leones, Hielo Patagónico Norte. Durante la Pequeña Edad de Hielo se observó un avance del glaciar Calafate que produjo una morrena terminal. El retroceso desde esta posición ocurrió en los 1870s y produjo un lago represado por la morrena. A finales de 2000 se produjo un desprendimiento de rocas de gran tamaño hacia el lago que provocó un fenómeno GLOF que es interpretado como una respuesta paraglacial al retroceso del Glaciar Calafate durante el siglo XX.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**Nº:** 174  
**FECHA:** 2007

Título	The timing and nature of recession of outlet glaciers of Hielo Patagónico Norte, Chile, from their Neoglacial IV (Little Ice Age) maximum positions
Autor (es)	<b>Harrison S., Winchester V. and Glasser N.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007 Volume: 59 pages: 67–78
Palabras clave	Patagonia; Little Ice Age; Glacier recession
Resumen	<p>The dates of recession of eleven outlet glaciers of the Hielo Patagónico Norte (Northern Patagonian Icefield) from their recent maximum positions have been inferred from dendrochronology, lichenometry, radiocarbon dating and historical sources. We have refined the dating for part of the Little Ice Age period in this area placing a glacial advance to between AD 1650 and 1766 with the latter date favoured as conformable with historical records and an uncalibrated radiocarbon determination. Glacier recession from maximal positions began in the early 1860s–1870s. Recession was largely synchronous on the western and eastern sides of the Icefield. This synchronicity suggests that climate forcing over-rides second-order controls on glacier behaviour such as the nature of the terminal environment (e.g. calving/non-calving) or differences in glacier drainage basin area. We argue that this icefield-wide glacier recession represents a response to post-Little Ice Age warming, and provides further evidence for the global extent and near synchronous termination of the Little Ice Age.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Datación de retroceso de glaciares del Campo de Hielo Patagónico Norte desde sus posiciones máximas a partir de dendrocronología, lichenometría, radiocarbono y fuentes históricas. El retroceso desde las posiciones máximas comenzó en la década de 1860-principios de 1870, siendo sincrónica en los lados occidental y oriental del Campo de Hielo. Esta sincronía sugiere que el clima es el factor dominante.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**N°:** 175  
**FECHA:** 2008

Título	Glaciar León, Chilean Patagonia: late-Holocene chronology and geomorphology
Autor (es)	Harrison S., Glasser N., Winchester V., Haresign E., Warren Ch., Duller G., Bailey R., Ivy-Ochs S., Jansson K. and Kubik P.
Nombre completo de la revista o libro	The Holocene
Referencias	2008, Volume: 18,4 Pages: 643–652
Palabras clave	Geomorphology, 'Little Ice Age', Patagonia, glacier fluctuations, calving dynamics, late Holocene, chronology, Chile
Resumen	<p>Glaciar León is a temperate, grounded outlet of the eastern North Patagonian Icefield (NPI). It terminates at an active calving margin in Lago Leones, a 10 km long proglacial lake. We take a multidisciplinary approach to its description and use ASTER imagery and clast sedimentology to describe the geomorphology of the glacier and its associated moraines. We date periods of glacier retreat over the last 2.500 years using a combination of lichenometric, dendrochronological, cosmogenic and optically stimulated luminescence techniques and show that the glacier receded from a large terminal moraine complex some 2.500 years ago and underwent further significant recession from nineteenth-century moraine limits. The moraine dates indicate varying retreat rates, in conjunction with significant downwasting. The bathymetry of Lago Leones is characterized by distinct ridges interpreted as moraine ridges that dissect the lake into several basins, with water depths reaching 360 m. The fluctuations of Glaciar León appear to have been controlled by the interplay between climatic forcing and calving dynamics.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Geomorfología del Glaciar León, Campo de Hielo Patagónico Norte. Análisis de imágenes ASTER y sedimentología para describir la geomorfología del glaciar y las morrenas asociadas. Datación de períodos de retroceso en los últimos 2.500 años utilizando una combinación de liquenometría, dendrocronología, técnicas de luminiscencia para demostrar que el glaciar retrocedió de un gran complejo morrénico hace unos 2.500 años y que experimentó gran retroceso desde los límites morrénicos del siglo XIX.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 176  
**FECHA:** 1985

Título	Flujos Aluvionales de 1870 y 1896 ocurridos en la Ladera Norte del Volcán Yates, X Región: su Implicancia en la Evaluación de Riesgos Naturales
Autor (es)	Hauser, A.
Nombre completo de la revista o libro	Revista Geológica de Chile
Referencias	Pages 25-26, 125-133.
Palabras clave	Hidrología – Riesgos – Geomorfología – Aluviones – Geotécnia – Volcán Yate
Resumen	Se detallan los flujos aluvionales ocurridos en los años 1870 y 1896, en la ladera norte del volcán Yates (X región). El aluvión de 1870 está conectado a un intenso derretimiento del casquete glaciar por altas temperaturas; mientras que, por consideraciones climáticas, el evento de 1896 podría haber correspondido a un "lahar de lluvia".

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur – Austral  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:**177  
**FECHA:** 1993

Título	Remociones en Masa en Chile
Autor (es)	Hauser, A
Nombre completo de la revista o libro	Servicio Nacional de Geología y Minería, Gobierno de Chile
Referencias	Boletín no. 4575 p.
Palabras clave	Flujos – Deslizamientos – Desprendimientos – Subsistencia – Hundimientos – Aludes - Jökulhlaups
Resumen	Identificación y caracterización de todos los procesos de remoción en masa de común ocurrencia en el país: flujos (de barro, de detritos, lahares, solifluxión), deslizamientos, desprendimientos, subsidencia, hundimientos, avalanchas o aludes y “jökulhlaups”, proporcionando antecedentes inéditos, necesarios para incrementar el conocimiento y realizar posteriores estudios de mayor detalle. Para facilitar la comprensión de la información entregada, se proporcionan ejemplos representativos de cada proceso, señalando los ambientes geográficos, climáticos, geológicos, tectónicos e hidrogeológicos, en los cuales se desarrollan, junto a sus mecanismos desencadenantes, compromiso de volúmenes, energía o potencial destructor, sin desatender consideraciones referidas a procedimientos estructurales y no estructurales de mitigación.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 178  
**FECHA:** 1960

Título	Late-Pleistocene Environments of the Laguna de San Rafael area, Chile
Autor (es)	Heusser, C.
Nombre completo de la revista o libro	The Geographical Review
Referencias	1960, L(4), pp 555-577.
Palabras clave	Southern Hemisphere, North Hemisphere, date late-Pleistocene glacial-climatic changes, correlate events, chronological setting, earth's climate history, climatic fluctuation
Resumen	<p>In the Southern Hemisphere, however, modern chronological methods have really been used to date late-Pleistocene glacial-climatic changes. Because of the relatively few data, correlations of changes between land masses are far less satisfactory than those north of the equator. Moreover, any attempt to correlate events between the hemispheres is, at present, exploratory. It has been apparent for some time that additional data are needed if the events are to be placed in their correct chronological setting, which in turn is essential for understanding interhemispheric relationships, for interpreting the earth's climatic history, and for determining the factors that cause climatic fluctuation. Hypotheses concerning the causes of Pleistocene climatic changes and glaciations have included both in-phase and out-of-phase hemispheric relationships. Although the most acceptable hypotheses favor changes occurring simultaneously in both hemispheres and caused by irregular solar variation coupled with uplift of the land, present knowledge does not provide an explanation adequately supported by fact. Flint sums up the situation thus: "When the dates of the glaciations of the two polar hemispheres relative to each other have been established beyond argument, an important question concerning the firm basis of the hypothesis will have been answered. If the glaciations are thereby established as essentially contemporaneous throughout the world, the geologic basis of the solar-topographic hypothesis will be very firm indeed.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En el hemisferio sur los métodos cronológicos modernos han sido utilizados para datar cambios climáticos y glaciales del Pleistoceno.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 179  
**FECHA:** 1964

Título	Some pollen profiles from the Laguna de San Rafael area, Chile
Autor (es)	Heusser, C. J.
Nombre completo de la revista o libro	In: Ancient Pacific Floras, University of Hawaii Press
Referencias	1964. Vol. 95, No. 1, 15 p.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 180  
**FECHA:** 2003

Título	Temperature index modelling in mountain areas
Autor (es)	Hock, R
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Hydrology
Referencias	2003. No. 282, pp 104-115
Palabras clave	Temperature index models; Degree-day factor; Melt modelling; Glacier mass balance
Resumen	<p>Temperature index or degree-day models rest upon a claimed relationship between snow or ice melt and air temperature usually expressed in the form of positive temperatures. Since air temperature generally is the most readily available data, such models have been the most widely used method of ice and snow melt computations for many purposes, such as hydrological modelling, ice dynamic modelling or climate sensitivity studies. Despite their simplicity, temperature-index models have proven to be powerful tools for melt modelling, often on a catchment scale outperforming energy balance models. However, two shortcomings are evident: (1) although working well over long time periods their accuracy decreases with increasing temporal resolution; (2) spatial variability cannot be modelled accurately as melt rates may vary substantially due to topographic effects such as shading, slope and aspect angles. These effects are particularly crucial in mountain areas. This paper provides an overview of temperature-index methods, including glacier environments, and discusses recent advances on distributed approaches attempting to account for topographic effects in complex terrain, while retaining scarcity of data input. In the light of an increasing demand for melt estimates with high spatial and temporal resolution, such approaches need further refinement and development.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este artículo proporciona una revisión general de métodos indicadores de temperatura, incluyendo ambientes glaciales, y discute avances recientes en enfoques que justifican efectos topográficos en el terreno, al retener la escasez de datos de entrada.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**N°: 181**  
**FECHA: 1995**

Título	Anomalous glacier responses to 20th century climatic changes in Darwin Cordillera, southern Chile
Autor (es)	Holmlund P. and Fuenzalida H.
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	1995, Volume: 41, nº139, pages: 465-473
Palabras clave	Glacier; Glacier variation; Climate modification; Chile; South America; America
Resumen	<p>There is an asymmetric pattern response of glaciers in Darwin Cordillera (54-55° S, 69-71° W) to the climate of the 20th century. This asymmetry is suggested here as a cause of an increased wind activity which has a pronounced orographic effect. Although climatic records for the last 50 years show a warming trend, as well as no trend in precipitation in the area, some glaciers are advancing. The area is characterized by strong climatic gradients, with high rates of precipitation on the southwestern side of the range and dry conditions on the northern side. Glaciers on the northern and eastern sides show a general trend of receding fronts. With a few exceptions, these glaciers have gradually and uninterruptedly been shrinking since the turn of the century. On the southern rim, the present extents of some glaciers are similar to their 20th century maximum extents. These are, in turn, similar or close to the Holocene maximum. The most extreme sites are the glaciers on either side of Mount Darwin, which is 2.469 m high. The north-facing glacier Ventisquero Marinelli has retreated several hundred metres per year over the last two decades, while the south-facing glaciers in the Pahia Pia basin have advanced during the same period. In this study, the frontal changes over the last 50 years of 20 glaciers have been analysed. Aerial photographs (verticals) from 1943 and 1984 have been used, as well as oblique aerial photographs from 1993. The general result is that glaciers with accumulation areas facing south and west show somewhat stable fronts, while glaciers facing east and north show receding fronts.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describe un patrón asimétrico de respuesta de los glaciares en la Cordillera Darwin (54-55° S, 69-71° W) al clima del siglo 20 debido al efecto orográfico. Aunque los registros climáticos de los últimos 50 años muestran una tendencia al calentamiento, algunos glaciares están avanzando. La zona se caracteriza por fuertes gradientes climáticos, con altas tasas de precipitación en el suroeste y condiciones más secas en el lado norte. Los glaciares en los lados norte y este muestran una tendencia general de retroceso. El glaciar Ventisquero Marinelli ha retrocedido varios cientos de metros por año durante las últimas dos décadas, mientras que en el sector de Bahía Pia los glaciares han avanzado durante el mismo período. Análisis de fotografías aéreas (verticales) entre 1943 y 1984 y fotografías aéreas oblicuas de 1993. El resultado general es que los glaciares de las zonas de acumulación hacia el sur y el oeste muestran frentes estables, mientras que los glaciares hacia el este y el norte muestran frentes en retroceso.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 182  
**FECHA:** 1989

Título	Aluvión del valle del Soler
Autor (es)	Horvath, A.
Nombre completo de la revista o libro	Informe Preliminar (inérito)
Referencias	Secretaría Ministerial de Obras Públicas, XI Región, Coyhaique. 14 p.
Palabras clave	Aluvión – Inundación – Soler
Resumen	Análisis de una inundación ocurrida el día jueves 16 de Marzo de 1989 en el valle del río Soler, producto del abrupto colapso de la barrera morrénica que bloqueaba el drenaje natural de la laguna Cerro Largo, ubicada hacia la cota 267 ms.n.m., en torno a las cabeceras de las hoyas hidrográficas de los ríos Soler y Nef, en el flanco suroriental del CHN.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**

**Nº: 183**

**TEMA: Riesgos**

**FECHA: 2005**

Título	Impact of a rock avalanche on a moraine-dammed proglacial lake: Laguna Safuna Alta, Cordillera Blanca, Perú
Autor (es)	<b>Hubbard, B, Heald, A., Reynolds, J., Quincey, D., Richardson, S., Zapata, M., Santillan, N. and M. Hambrey</b>
Nombre completo de la revista o libro	Earth Surface Processes and Landforms
Referencias	2005, volume 30, 1251-1264.
Palabras clave	Peligros glaciales – GLOF – lago represado por morrena – Safuna – Cordillera Blanca – Perú
Resumen	<p>Moraines that dam proglacial lakes pose an increasing hazard to communities in the Andes and other mountain ranges. The moraines are prone to failure through collapse, overtopping by lake waters or the effect of displacement waves resulting from ice and rock avalanches. Resulting floods have led to the loss of thousands of lives in the Cordillera Blanca mountains of Peru alone in the last 100 years. On 22 April 2002 a rock avalanche occurred immediately to the south-west of Laguna Safuna Alta, in the Cordillera Blanca. The geomorphic evidence for the nature, magnitude and consequences of this event was investigated in August 2002. Field mapping indicated that the avalanche deposited <math>8-20 \times 10^6 \text{ m}^3</math> of rock into the lake and onto the surface of the frontal region of Glaciar Pucajirca, which flows into the lake. Repeated bathymetric surveying indicated that <math>\sim 5 \times 10^6 \text{ m}^3</math> of this material was deposited directly into the lake. The immediate effect of this event was to create a displacement wave that gained in height as it travelled along the lake basin, overtopping the impounding moraine at the lake's northern end. To achieve overtopping, the maximum wave height must have been greater than 100 m. This, and subsequent seiche waves, caused extensive erosion of both the proximal and distal faces of the impounding terminal moraine. Further deep gulying of the distal face of this moraine resulted from the supply of pressurized water to the face via a relief overflow tunnel constructed in 1978. Two-dimensional, steady-state analysis of the stability of the post-avalanche moraine rampart indicates that its proximal face remains susceptible to major large-scale rotational failure.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las morrenas que represan lagos proglaciales son un considerable peligro para las comunidades de los Andes y otras zonas montañosas. Las morrenas son propensas a desestabilizarse por el colapso o rebalse del lago producto del desplazamiento de las ondas en el agua por alguna avalancha de hielo y roca. Las inundaciones resultantes han generado la pérdida de miles de vidas en Cordillera Blanca en Perú sólo en los últimos años.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 184**  
**FECHA: 2002**

Título	Assessment of glacier hazards and glacier runoff for different climate scenarios based on remote sensing data: a case study for a hydropower plant in the Peruvian Andes
Autor (es)	Huggel, C., Haeberli, W., Kääb, A., Heolzle, M., Ayros, E. and C. Portocarrero
Nombre completo de la revista o libro	Proceedings of EARSeL - LISSIG - Workshop Observing our Cryosphere from Space, Bern, March 11 – 13.
Referencias	EARSeL eProceedings, 2, 22-33.
Palabras clave	Peligros glaciales – Andes Peruanos – cambio climático – sensores remotos
Resumen	<p>Within an interdisciplinary feasibility study for a hydropower plant in the Peruvian Andes, an assessment of glacier-related hazards and a simulation of future glacier and runoff scenarios were performed. Due to the remoteness of the study area, a remote sensing-based approach has proven to be the only feasible way. For the hazard assessment, an algorithm for glacier lake detection based on ETM+ data was applied. A potentially hazardous glacier lake was thus discovered, and ASTER data was then used to compute a digital elevation model (DEM). A lake outburst flood model, based on the DEM and hydrological flow modeling, indicated areas of different hazard potential. Though no direct hazard for the hydropower plant was found, a lake outburst could temporally dam the main river and thus cause a sudden extremely high discharge. For the simulation of scenarios of the future glacier area and runoff, a parameterization scheme was applied using basic glacier parameters. Calibration of the parameterization scheme was achieved by glacier parameters derived from ETM+ data. The glacier inventory of Peru from 1962 served as the basic data set. The simulation showed that with a continuing atmospheric warming trend the glacier area and volume will decrease very significantly. Glacier runoff, of great importance for the hydropower operation during the dry season, is supposed to decrease almost completely in case of a temperature rise of 1,2°C. The study furthermore showed the large potential of ASTER data for deriving DEM's and subsequent modeling, particularly for remote areas.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se realiza una evaluación de peligros asociados a glaciares y una simulación del futuro del glaciar para conocer la factibilidad para una planta de hidroeléctrica en los Andes peruanos. Debido a la lejanía del área de estudio, un estudio basado en teledetección resultó como la única manera posible. Para la evaluación del peligro, un algoritmo para el descubrimiento del lago glacial se aplicó a los datos ETM+. Un lago glacial potencialmente peligroso fue descubierto, y fueron utilizados datos ASTER para generar un modelo digital de elevación (DEM). Un modelo de inundación desde un lago, basado en el DEM y en un modelo hidrológico de flujo, indicó diferentes áreas de potencial peligro. Aunque no se encontró ningún peligro para la planta hidroeléctrica, una inundación proveniente del lago podría represar temporalmente el principal río y así causar una descarga repentina muy alta.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 185**  
**FECHA: 2004**

Título	Assessment of Glacial Hazards based on Remote Sensing and GIS Modeling
Autor (es)	Huggel, C.
Nombre completo de la revista o libro	Schriftenreihe Physische Geographie, Glaziologie Und Geomorphodynamik, Geographisches Institut der Universität Zürich.
Referencias	87 pp.
Palabras clave	Peligros glaciales – cambio climático – sensores remotos – GIS
Resumen	<p>Research on glacial hazards is challenged by current natural and human –induced and– related developments. Climate change strongly influences the dynamics in glacial and periglacial environments. Strong retreat of mountain glaciers and permafrost degradation can lead to conditions never experienced in historical times and modify related hazard effects. Parallel intensification of human activity in mountain areas accentuates potential conflicts with natural hazards. Such rapid changes necessarily require monitoring techniques and models to simulate the effects of adverse natural processes on human systems. This study is concerned with hazards from ice avalanches, glacial lake outbursts, periglacial debris flows and related interactions. The lack of rigorous methods for assessment of glacial hazards was motivation to present a concept of glacial hazards and their assessment based on event magnitude and probability of occurrence. Physical understanding, experience and empirical relationships are the major basis of the methods proposed. Information on the surface characteristics of glacial and periglacial areas is derived from satellite remote sensing imagery and related image processing techniques. Methods are presented for detection of steep and potentially hazardous glaciers as well as for detection and assessment of glacial lakes and possibly unstable periglacial debris reservoirs. Terrain modeling based on publicly available or remote sensing derived digital elevation models (DEMs) supports the analysis. GIS-models using flow-routing algorithms allow for first-order assessment of the impacts from glacial hazards. The methods were primarily developed in the European Alps but applications in remote and large high-mountain regions such as the Andes show the large potential of such methods in these areas. Application in practice is facilitated by the simplicity of the models and their applicability in different contexts, and has been achieved for a number of case studies. Research perspectives benefit from the trend towards very-high resolution satellite sensors and an increasing availability of remote sensing-derived DEMs. The related flood of data requires adequate assimilation and processing techniques. The methods and models presented here are designed to take advantage of present and future remote sensing imagery and terrain data.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La investigación de peligros glaciales es desafiada por el desarrollo natural y humano actual. El cambio climático influye totalmente en la dinámica de ambientes glaciales y periglaciales. El fuerte retroceso de los glaciares de montaña y la degradación del permafrost puede llevar a condiciones nunca experimentadas en tiempos históricos y genera peligros. La paralela intensificación de actividades humanas en áreas de montaña acentúa conflictos potenciales con peligros naturales. Tales cambios requieren necesariamente técnicas de monitoreo y modelos para simular los efectos de procesos naturales adversos en sistemas humanos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 186**  
**FECHA: 2004**

Título	GIS-based modeling of glacial hazards and their interactions using Landsat-TM and IKONOS imagery.
Autor (es)	Huggel, C., Käab, A. and N. Salzmann
Nombre completo de la revista o libro	Norwegian Journal of Geography
Referencias	2004, volume 58, No. 2, pages 61-73.
Palabras clave	SIG – peligros glaciales – interacciones – sensores remotos
Resumen	<p>Hazard interactions in glacial and periglacial environments are of crucial importance due to their potential for causing major catastrophes. Nevertheless, glacial and periglacial hazards have usually been modeled separately to date. In this study, we therefore propose a methodological strategy for modeling and assessing glacial and periglacial hazard interactions on a regional scale, including ice avalanches, lake outbursts and periglacial debris flows. Due to climate-related rapid changes in glacial and periglacial areas, methods which incorporate monitoring capacities are needed. Hence, the methods presented here are based on remote sensing data, which are particularly powerful for monitoring tasks, and GIS modeling. For ice avalanche and lake-outburst hazard detection and modeling, we applied recently published methods based on Landsat-TM imagery, terrain modeling and flow routing. For detection of potential debris-flow initiation zones in steep debris reservoirs, we present a novel method based on image processing of IKONOS data and terrain modeling, followed by flow modeling. Using this method, we achieve the synthesis of the individual process modeling in order to assess the potential interactions. The modeling is applied to a study region in the central Swiss Alps. The results show that systematic modeling based on remote sensing and GIS is suitable for first-order assessment of glacial and periglacial hazard interactions as well as assessments of possible consequences, including impacts on traffic routes and other infrastructure. Based on this, critical cases can be detected and analyzed by subsequent detailed studies.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Interacciones peligrosas en ambientes glaciales y periglaciales son de crucial importancia debido a su potencial para causar grandes catástrofes. No obstante, peligros glaciales y periglaciales han sido modelados separadamente a la fecha. En este estudio, se propone una estrategia metodológica para modelar y evaluar este tipo de peligros a escala regional, incluyendo avalanchas de hielo, inundaciones desde lagos y remociones en masa.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 187**  
**FECHA: 2004**

Título	An assessment procedures for glacial hazards in the Swiss Alps
Autor (es)	Huggel, C., Haeberli, W., Kääh, A., Bieri, D. and S. Richardson
Nombre completo de la revista o libro	Canadian Geotechnical Journal
Referencias	2004, Volume 41, No. 6, pages 1068-1083.
Palabras clave	Peligros glaciales – aluviones – inundaciones – avalanchas de hielo – evaluación de peligro – probabilidad de ocurrencia
Resumen	<p>Glacial hazards such as ice avalanches, glacial lake outburst floods, and debris flows have caused severe damage in populated mountain regions such as the Swiss Alps. Assessment of such hazards must consider basic glaciological, geomorphological, and hydraulic principles together with experience gained from previous events. An approach is presented here to assess the maximum event magnitude and probability of occurrence of glacial hazards. Analysis of magnitude is based on empirical relationships derived from published case histories from the Swiss Alps and other mountain regions. Probability of occurrence is difficult to estimate because of rapid changes in the nature of glacial systems, the low frequency of events, and the high complexity of the involved processes. Here, the probability is specified in qualitative and systematic terms based on indicators such as dam type, geometry, and freeboard height (for glacial lake) and tendency of avalanche repetition, precursor events, and increased water supply to the glacier bed (for ice avalanche events). The assessment procedures are applied to a recent lake outburst with subsequent debris flow events. The method provides first-order assessments and may be applied in dynamic mountain environments where population and infrastructure growth require continuous evaluation of hazards.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los peligros glaciales tales como avalanchas de hielo, repentinas inundaciones desde lagos glaciales y aluviones han causado serios daños en regiones montañosas pobladas como los Alpes suizos. La evaluación de tales peligros debe considerar principios básicos, glaciológicos, geomorfológicos e hidráulicos juntos con la experiencia adquirida de acontecimientos anteriores. Un enfoque es presentado para evaluar la probabilidad de ocurrencia de peligros glaciales.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**

**Nº: 188**

**TEMA: Riesgos**

**FECHA: 2005**

Título	The 2002 rock/ice avalanche at Kolka/Karmadon, Russian Caucasus: assessment of extraordinary avalanche formation and mobility, and application of QuickBird satellite imagery
Autor (es)	<b>Huggel, C.; Zraggen-Oswald, S.; Haeberli W.; Kääh, A; Polkojov, A.; Galushkin, I. and S. Evans</b>
Nombre completo de la revista o libro	European Geosciences Union. Natural Hazards and Earth System Sciences
Referencias	2005, Volume 5, pages 173-187.
Palabras clave	Avalancha de rocas/hielo – Kolka/Karmadon – Rusia – QuickBird – Imágenes de satélite
Resumen	<p>A massive rock/ice avalanche of about <math>100 \times 10^6 \text{ m}^3</math> volume took place on the northern slope of the Kazbek massif, North Ossetia, Russian Caucasus, on 20 September 2002. The avalanche started as a slope failure that almost completely entrained Kolka glacier, traveled down the Genaldon valley for 20 km, was stopped at the entrance of the Karmadon gorge, and was finally succeeded by a distal mudflow which continued for another 15 km. The event caused the death of ca. 140 people and massive destruction. Several aspects of the event are extraordinary, i.e. the large ice volume involved the extreme initial acceleration, the high flow velocity, the long travel distance and particularly the erosion of a valley-type glacier, a process not known so far. The analysis of these aspects is essential for process understanding and worldwide glacial hazard assessments. This study is therefore concerned with the analysis of processes and the evaluation of the most likely interpretations. The analysis is based on QuickBird satellite images, field observations, and ice-, flow- and thermomechanical considerations. QuickBird is currently the best available satellite sensor in terms of ground resolution (0,6 m) and opens new perspectives for assessment of natural hazards. Evaluation of the potential of QuickBird images for assessment of high-mountain hazards shows the feasibility for detailed avalanche mapping and analysis of flow dynamics, far beyond the capabilities of conventional satellite remote sensing. It is shown that the avalanche was characterized by two different flows. The first one was comparable to a hyperconcentrated flow and was immediately followed by a flow with a much lower concentration of water involving massive volumes of ice. The high mobility of the avalanche is likely related to fluidization effects at the base of the moving ice/debris mass with high pore pressures and a continuous supply of water due to frictional melting of ice. The paper concludes with implications of the Kolka/Karmadon event for worldwide glacial hazard assessments. It is emphasized that situations with large glacierized high-mountain walls with potentially unstable glaciers within impact distance need special attention and monitoring efforts.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Una avalancha de roca y hielo de volumen aproximado de <math>100 \times 10^6 \text{ m}^3</math> tuvo lugar en el Russian Caucasus, el 20 de Septiembre de 2002. El evento causó la muerte de 140 personas y diversos daños. El análisis de varios factores extraordinarios en este evento es esencial para la comprensión del proceso y evaluar el peligro glacial en todo el mundo.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 189  
**FECHA:** 2007

Título	Review and reassessment of hazards owing to volcano–glacier interactions in Colombia
Autor (es)	Huggel, C., Ceballos, J., Pulgarín, B., Ramírez, J. and J.C. Thouret
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2007, Volume 45, pages 128-136.
Palabras clave	Peligros glaciales – Colombia – interacciones glaciovolcánicas
Resumen	<p>The Cordillera Central in Colombia hosts four important glacier-clad volcanoes, namely Nevado del Ruiz, Nevado de Santa Isabel, Nevado del Tolima and Nevado del Huila. Public and scientific attention has been focused on volcano–glacier hazards in Colombia and worldwide by the 1985 Nevado del Ruiz/Armero catastrophe, the world’s largest volcano–glacier disaster. Important volcanological and glaciological studies were undertaken after 1985. However, recent decades have brought strong changes in ice mass extent, volume and structure as a result of atmospheric warming. Population has grown and with it the sizes of numerous communities located around the volcanoes. This study reviews and reassesses the current conditions of and changes in the glaciers, the interaction processes between ice and volcanic activity and the resulting hazards. Results show a considerable hazard potential from Nevados del Ruiz, Tolima and Huila. Explosive activity within environments of snow and ice as well as non-eruption-related mass movements induced by unstable slopes, or steep and fractured glaciers, can produce avalanches that are likely to be transformed into highly mobile debris flows. Such events can have severe consequences for the downstream communities. Integrated monitoring strategies are therefore essential for early detection of emerging activity that may result in hazardous volcano–ice interaction. Corresponding efforts are currently being strengthened within the framework of international programmes.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La Cordillera Central en Colombia cuenta con 4 importantes volcanes recubiertos de glaciares, llamados Nevado del Ruiz, Nevado de Santa Isabel, Nevado del Tolima and Nevado del Huila. La atención pública y científica ha estado enfocada en los peligros glaciovolcánicos en Colombia por la catástrofe de 1985 en Nevado del Ruiz/Armero, el mayor desastre glaciovolcánico mundial.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 190  
**FECHA:** 2008

Título	Modelling runoff from highly glacierized alpine drainage basins in a changing climate
Autor (es)	Huss, M., Farinotti, D., Bauder, A. and M. Funk
Nombre completo de la revista o libro	Hydrological Processes
Referencias	2008. No. 22, 3888-3902.
Palabras clave	glacio-hydrological model – temperature – digital elevation model – climate change scenario
Resumen	<p>The future runoff from three highly glacierized alpine catchments is assessed for the period 2007-2100 using a glacio-hydrological model including the change in glacier coverage. We apply scenarios for the seasonal change in temperature and precipitation derived from regional climate models. Glacier surface mass balance and runoff are calculated in daily time steps using a distributed temperature-index melt and accumulation model. Model components account for changes in glacier extent and surface elevation, evaporation and runoff routing. The model is calibrated and validated using decadal ice volume changes derived from four digital elevation models between 1962 and 2006, and measured monthly runoff at a gauging station (1979-2006). Annual runoff from the drainage basins shows an initial increase which is due to the release of water from glacial storage. After some decades, depending on catchment characteristics and the applied climate change scenario, runoff stabilizes and then drops below the current level. In all climate projections the glacier area shrinks dramatically. There is an increase in runoff during spring and early summer, whereas the runoff in July and August decreases significantly. This study highlights the impact of glaciers and their future changes on runoff from high alpine drainage basins</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las futuras pérdidas de tres cuencas alpinas englaciadas son evaluadas para el período 2007-2100 usando un modelo glacio-hidrológico que incluye el cambio en la cobertura glacial.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro**  
**TEMA: Medioambiente**

**Nº: 191**  
**FECHA: 2009**

Título	Declaración de Impacto Ambiental. Optimización de Obras en la Central Hidroeléctrica San Andrés
Autor (es)	Hydrochile SA.
Nombre completo de la revista o libro	SEIA, Documento número 3721340
Referencias	<a href="https://www.e-seia.cl/documentos/documento.php?idDocumento=3721340">https://www.e-seia.cl/documentos/documento.php?idDocumento=3721340</a> .
Palabras clave	Río San Andrés – glaciar Universidad – central hidroeléctrica
Resumen	<p>El proyecto consiste en la construcción y operación de una central hidroeléctrica de pasada en el río San Andrés (también conocido como San José), de una potencia instalada de 31 MW, y una generación promedio anual aproximada de 132 GWh. La central San Andrés aprovechará las aguas del río del mismo nombre, y tendrá un caudal de diseño de 8 m<sup>3</sup>/s. La energía generada será entregada al Sistema Interconectado Central (SIC) mediante una línea eléctrica cuya subestación y tendido eléctrico no forman parte de este proyecto. Esta obra conduce el caudal hacia un sistema de desarenadores independientes, diseñados para operar alternadamente con 80% y 20% de capacidad del caudal total. Posteriormente el caudal es dirigido hacia un estanque de acumulación, consistente en una piscina formada en tierra por cortes y terraplenes del terreno natural de 150 m x 78 m. Su impermeabilización se obtiene mediante el recubrimiento con geomembrana de HDPE de 1,5 mm de espesor colocada y anclada sobre el fondo y taludes de la piscina. El proyecto contempla la habilitación de un camino de servicio que permitirá, durante la etapa de construcción, conectar los distintos frentes de trabajo con las instalaciones de faenas y áreas de acopio de materiales. Este mismo permanecerá durante la operación del proyecto con el objetivo de permitir el acceso de trabajadores que realizarán labores de mantención de las obras durante la vida útil del proyecto. El proyecto modificado no contempla cambios significativos en los métodos constructivos, maquinarias, emisiones y residuos respecto a lo informado para el proyecto aprobado. Tampoco se prevén cambios en las etapas de operación y abandono.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 192

**TEMA:** Otros

**FECHA:** 2007

Título	Integrated Global Observing Strategy Cryosphere Theme Report - For the Monitoring of our Environment from Space and from Earth
Autor (es)	<b>IGOS</b>
Nombre completo de la revista o libro	Geneva: World Meteorological Organization. WMO/TD
Referencias	2007. 1405, 100
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 193**  
**FECHA: 2007**

Título	Synthesis Report
Autor (es)	IPCC
Nombre completo de la revista o libro	Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
Referencias	2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
Palabras clave	Climate change – IPCC – Third Assessment Report
Resumen	<p>The Climate Change 2001 volumes of the Third Assessment Report of the IPCC provide the most comprehensive assessment of climate change since its second report, Climate Change 1995. This Synthesis Report provides a policy-relevant, but not policy-prescriptive, synthesis and integration of information contained within the Third Assessment Report and also draws upon all previously approved and accepted IPCC reports that address a broad range of key policy-relevant questions. For this reason it will be especially useful for policy makers and researchers, and as a main or supplementary student textbook for courses in environmental studies, meteorology, climatology, biology, ecology, and atmospheric chemistry.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El volumen “Cambio Climático” del año 2001 del Tercer Informe de Evaluación del IPCC proporciona la evaluación más completa de cambio climático desde su segundo informe, “Cambio Climático” de 1995. Este informe sintético proporciona una política oportuna. Por esta razón es especialmente útil para políticos e investigadores, y como un texto para cursos de estudios ambientales, de meteorología, de climatología, de biología, de ecología y de química atmosférica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 194  
**FECHA:** 2008

Título	Climate Change and Water Technical Paper
Autor (es)	IPCC
Nombre completo de la revista o libro	IPCC Working Group II
Referencias	2008. <a href="http://www.ipcc.ch/meetings/session28/doc13.pdf">www.ipcc.ch/meetings/session28/doc13.pdf</a> .
Palabras clave	Climate change – climate projections – water
Resumen	<p>Observational records and climate projections provide abundant evidence that freshwater resources are vulnerable and have the potential to be strongly impacted by climate change, with wide-ranging consequences on human societies and ecosystems.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los registros observados y las proyecciones climáticas proporcionan evidencia abundante de que el agua dulce es vulnerable y es potencialmente impactado por el cambio climático, con amplias consecuencias en sociedades y ecosistemas humanos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte

**Nº:** 195

**TEMA:** Glaciares rocosos

**FECHA:** 2008

Título	Glaciares rocosos en el semiárido chileno. Su significado climático y geomorfológico. Análisis de caso. Cuenca superior del río La Laguna
Autor (es)	<b>Iribarren, P.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Memoria para optar al título de Geógrafo
Referencias	2008. Universidad de Chile, Santiago, 94 pp.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Vulcanismo

**Nº:** 196  
**FECHA:** 2004

Título	Bedrock response to Llanquihue Holocene and present-day glaciation in southernmost South America, Geophys.
Autor (es)	Ivins, E. R. & James, T. S.
Nombre completo de la revista o libro	Geophysical Research Letters
Referencias	Volume 31, L24613, doi:10.1029/2004GL021500
Palabras clave	glaciation; GPS; Holocene; uplift; viscoelasticity
Resumen	<p>Modern geodetic techniques, such as precise Global Positioning System (GPS) measurements and high resolution space gravity mapping, make it possible to measure the present-day rate of viscoelastic gravitational Earth response to present and past glacier mass change. Patagonia is a rapidly evolving glacial environment. Over the past decade, the local rate of surface stress unloading may be the largest anywhere on the planet. We compute the present-day land uplift rate that could be observed using bedrock GPS measurements. The Little Ice Age (LIA) of the past half millennium generates large vertical rates since the underlying mantle material is likely to have anomalously low viscosity owing to late-Neogene ridge subduction.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Técnicas GPS y gravimetría espacial hacen posible medir la actual tasa de respuesta gravitacional de la Tierra a los cambios de masa glaciaria presente y pasada. La Patagonia es un ambiente de rápida evolución. Durante la última década, la tasa local de descarga es probablemente la mayor en el planeta. Se calcula la actual tasa de levantamiento usando mediciones GPS del lecho rocoso. Se analizan las tasas verticales desde la Pequeña Edad de Hielo (LIA).</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Flujo de hielo**

**Nº: 197**  
**FECHA: 2001**

Título	Observations of ice avalanches at Soler Glaciar, northern Patagonia, November – December, 1998
Autor (es)	Izumi, K. and R. Naruse
Nombre completo de la revista o libro	In: ANIYA, M. and NARUSE, R. (eds.). 2001. Glaciological and Geomorphological Studies in Patagonia, 1998 and 1999.
Referencias	2001, pages 45-50.
Palabras clave	Ice avalanches – rock cliff – melt wáter – solar radiation – Soler Glacier – Patagonia
Resumen	<p>At Soler Glacier in northern Patagonia, ice avalanches were observed in daytime during 13 days using video camera recorder. Analysis of frequency and relative size of 659 avalanches recorded indicates that the duration time of almost all the avalanches did not exceed 30 seconds and the number of avalanches decreased sharply with the avalanche size (a lot of small-size and a few of large-size avalanches). It was also indicated that small avalanches often occurred after receiving strong solar radiation, while large avalanches seemed to occur due to the plenty supply of melt water to the base of glacier ice with a time lag from the melting peak.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Avalanchas de hielo en el Glaciar Soler fueron observadas durante 13 días usando una video cámara. El análisis de la frecuencia y los tamaños relativos de 659 avalanchas registradas indican que el tiempo de duración de la mayoría de éstas no excede los 30 segundos y el número de avalanchas decrete con el tamaño de éstas (muchas de pequeño tamaño y pocas de gran tamaño).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Paleoclimatología

**Nº:** 198  
**FECHA:** 2007

Título	Palaeoclimate
Autor (es)	<b>Jansen, E., Overpeck, J., Briffa, K.R., Duplessy, J.-C., Joos, F., Masson-Delmotte, V., Olago, D., Otto-Bliesner, B., Peltier, W.R., Rahmstorf, S., Ramesh, R., Raynaud, D., Rind, D., Solomina, O., Villalba, R. and D. Zhang</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]
Referencias	2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
Palabras clave	climate change – palaeoclimate - IPCC
Resumen	<p>This chapter assesses palaeoclimatic data and knowledge of how the climate system changes over interannual to millennial time scales, and how well these variations can be simulated with climate models. Additional palaeoclimatic perspectives are included in other chapters. Palaeoclimate science has made significant advances since the 1970s, when a primary focus was on the origin of the ice ages, the possibility of an imminent future ice age, and the first explorations of the so-called Little Ice Age and Medieval Warm Period. Even in the first IPCC assessment, many climatic variations prior to the instrumental record were not that well known or understood. Fifteen years later, understanding is much improved, more quantitative and better integrated with respect to observations and modeling. After a brief overview of palaeoclimatic methods, including their strengths and weaknesses, this chapter examines the palaeoclimatic record in chronological order, from oldest to youngest. This approach was selected because the climate system varies and changes over all time scales, and it is instructive to understand the contributions that lower-frequency patterns of climate change might make in influencing higher-frequency patterns of variability and change. In addition, an examination of how the climate system has responded to large changes in climate forcing in the past is useful in assessing how the same climate system might respond to the large anticipated forcing changes in the future.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este capítulo evalúa los datos paleoclimáticos y el conocimiento de cómo el sistema climático cambia en escalas interanuales a milenarias, y cómo estas variaciones pueden ser simuladas con modelos climáticos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 199  
**FECHA:** 2003

Título	The concept of glacier storage: a review
Autor (es)	Jansson, P., Hock, R. and T. Schneider
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Hydrology
Referencias	2003. No. 282, pp 116-129.
Palabras clave	Glacier hydrology; Glacier storage; Water storage
Resumen	<p>Glacier storage is a widely used term, applied to different processes and time-scales by different disciplines in hydrology and glaciology. We identify that storage occurs as ice, snow, and water associated with three time-scales. Long-term storage concerns storage of ice and firn as glaciers on time-scales of years to centuries and longer. This storage affects global sea level and long-term water balance of glacierized catchments and is especially important for water resources in arid and semiarid areas. Intermediate-term storage is applicable to processes such as storage and release of snow and water, in and on a glacier on a seasonal scale. This is also the most common definition in the literature implied by the term storage. Intermediate-term storage affects runoff characteristics in glacierized catchments and downstream river flow regimes. Short-term storage concerns diurnal effects of drainage through the glacier including routing through snow, firn and en- and subglacial pathways. In addition to these time-scale dependent processes there are also event-driven storage releases, termed singular storage releases, including drainage from glacier surges and drainage of glacier-dammed water. These events are associated with glaciers but do not exhibit cyclic response or have irregular occurrences. It is evident that glacier storage is not handled well by current conceptual or mathematical models and that, e.g. sub- and englacial storage are poorly constrained. Hence, holistic approaches to studying and modelling glacier storage are of major importance to fully integrate glaciers into the hydrological balance to be used for water resources and river flow predictions on all time-scales.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Reserva glacial es un término extensamente utilizado, aplicado a diferentes procesos y escalas de tiempo por disciplinas diferentes en hidrología y glaciología. Se identifica que la reserva se manifiesta como hielo, nieve y agua asociada con 3 escalas de tiempo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Paleoglaciología

**Nº:** 200  
**FECHA:** 1996

Título	Jungquartäre Vergletscherungen
Autor (es)	Jenny, B., and K. Kammer
Nombre completo de la revista o libro	In: Amman, C., Jenny, B., Kammer, K., (eds.), Climate Change in den trockenen Anden
Referencias	1996. Geographisches Institut Universität Bern, Geographica Bernensia G46, pp 1–80.
Palabras clave	Glaciation – equilibrium line altitudes (ELA) – Chilean Altiplano
Resumen	<p>This study on former glaciations in northern Chile is a contribution to the Project "Climate Change in the Arid Andes" (Swiss NF 20.36382-92). The research area is located along a transect from 18°S to 29°S in the Chilean Altiplano, the western part of the high intramontane plateau in the Central Andes. This extremely arid zone is influenced by tropical circulation in the northeast and westerly circulation in the southwest. The "Andean dry Diagonal" crosses the research area from NW to SE.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este estudio sobre glaciaciones anteriores en el norte de Chile es una contribución al Proyecto "Cambio Climático en los Andes Áridos" (Suiza NF 20.36382-92). El área de investigación está ubicada a lo largo de un transecto desde los 18° S hasta los 29° S en el Altiplano chileno, la parte occidental de la meseta alta intramontana en los Andes Centrales. La "Diagonal Seca Andina" cruza el área de investigación de Noroeste a Sureste.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 201  
**FECHA:** 2007

Título	Modelling observed and future runoff from a glacierized tropical catchment (Cordillera Blanca, Perú)
Autor (es)	Juen, I., Kaser, G., and C. Georges
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007. Vol. 59, No. 1-4, pp 37-48.
Palabras clave	runoff model; glacier melt; tropical hydrology; runoff prediction
Resumen	<p>Monthly runoff from the 34,3% glacierized tropical catchment of Llanganuco in the tropical Cordillera Blanca, Perú, is successfully simulated and compared with a measured 44 year time series. In the investigation area, the climate is characterized by all-year round homogenous temperature conditions and a strong variability in air humidity and moisture content of the atmosphere. Thus, contrary to the mid latitudes, the seasonal variation in glacier melt strongly depends on moisture-related variables, rather than on air temperature. The here presented ITGG-2,0-R model aims for these requirements. The lack of moisture-related input data other than precipitation demands for an intermediate calibration step. Net shortwave radiation, the emissivity of the atmosphere and a sublimation/melt ratio are related to precipitation amounts. Runoff is well simulated and correlates with the measured record with <math>r^2 = 0,76</math>. Seasonally obtained <math>r^2</math> are only slightly smaller. On a long-term, the cumulative deviation is minor, and the mean annual cycle of runoff is reproduced rather well (<math>r^2 = 0,99</math>). Based on four different IPCC climate change scenarios, future runoff is simulated. All runoff scenarios are modelled for the respective steady-state glacier extent. This leads to a reduction in the glacier size and a decreased amount of glacier melt. On the other hand, direct runoff increases due to larger glacier free areas. Consequently, mean annual runoff remains almost unchanged, but the seasonality intensifies considerably with more runoff during the wet and less runoff during the dry season.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Pérdidas mensuales desde 34,3% de cuencas tropicales englaciadas de Llanganuco en Cordillera Blanca, Perú, son simuladas exitosamente y comparadas con mediciones de 44 años.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 202  
**FECHA:** 2003

Título	Rapid ASTER imaging facilitates timely assessment of glacier hazards and disasters
Autor (es)	<b>Kääb, A., Wessels, R., Haerberli, W., Huggel, C., Kargel, J. S. and S. Khalsa</b>
Nombre completo de la revista o libro	Eos, Transactions, American Geophysical Union
Referencias	2003. Vol. 84, No. 13, pp 117 – 121
Palabras clave	glacier hazards – Russia - hazard management - atmospheric warming – remote sensing
Resumen	<p>Glacier- and permafrost-related hazards increasingly threaten human lives, settlements and infrastructure in high-mountain regions. Present atmospheric warming particularly affects terrestrial systems where surface and sub-surface ice are involved. Changes in glacier and permafrost equilibrium are shifting beyond historical knowledge. Human settlement and activities are extending toward danger zones in the cryospheric system. A number of recent glacier hazards and disasters underscore these trends. Difficult site access and the need for fast data acquisition make satellite remote sensing of crucial importance in high-mountain hazard management and disaster mapping. Here, rapid imagery from the ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and reflection Radiometer) instrument aboard the NASA TERRA satellite is used to support those authorities and scientists responsible for assessing the condition of the 20 September 2002 rock/ice avalanche at Kolka-Karmadon, North Ossetian Caucasus, Russia, and the spring 2002 glacier lake on the Belvedere glacier in the Italian Alps.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Peligros asociados a glaciares y permafrost amenazan vidas humanas e infraestructuras en regiones de alta montaña. El presente calentamiento atmosférico afecta especialmente los glaciares. Los asentamientos y actividades humanas se extienden por zonas de peligro criosféricas. Varios peligros y desastres recientes asociados a glaciares subrayan estas tendencias. El difícil acceso a estos sitios y la necesidad de detectar rápidamente han hecho que la adquisición de imágenes satelitales sea crucial para el manejo de peligros y generar mapas de riesgos. En este artículo imágenes ASTER son usadas para apoyar autoridades y científicos responsables de evaluar la condición de la avalancha de roca y hielo producida en Kolka-Karmadon, Rusia, el 20 septiembre 2002 y el lago en el glaciar Belvedere en los Alpes italianos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 203  
**FECHA:** 2005

Título	Glacier hazard assessment in mountains using satellite optical data
Autor (es)	<b>Kääb, A., Huggel, C., Guex, S., Paul, F., Salzmann, N., Schmutz, K., Schneider, D. and Y. Weidmann</b>
Nombre completo de la revista o libro	EARSel eProceedings
Referencias	2005, No. 4, pages 79-93.
Palabras clave	glacier, hazard, assessment, remote sensing
Resumen	<p>Process interactions and chain reactions, the shift of cryospheric hazard zones due to climate change, and the far reach of glacier disasters make it necessary to apply modern remote sensing techniques for the assessment of glacier hazards. In the present contribution we provide an overview of spaceborne optical methods suitable for glacial hazard assessment and disaster management. Digital terrain models (DTMs) represent one of the most important data sets for investigating high-mountain hazards. In the optical domain, DTMs are best derived from satellite along-track stereo from sensors such as ASTER or SPOT-5. Test studies suggest an accuracy of up to the pixel size of the applied sensor for conditions of good optical contrast and smooth topography. Fusion of such photogrammetrically derived DTMs with the DTM from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) is a promising way to combine the advantages of both technologies and overcome some of the inherent problems. We demonstrate that large changes in terrain volume such as from avalanche deposits can indeed be measured by repeated satellite DTMs. Visual inspection and automatic classification based on repeated multispectral imagery is a well-developed tool for detecting potential hazard sources. Combination of such methods with DTMs significantly improves glacier hazard assessments. Multitemporal imagery can also be used to derive glacier movement, an important factor of glacier mass-balance and for the growth of ice-contact lakes.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las interacciones y reacciones en cadena, la aparición de zonas criosféricas peligrosas debido al cambio climático, y el distante acercamiento a desastres glaciales hacen necesario aplicar técnicas modernas de detección remota para la evaluación de peligros glaciales. En la presente contribución se proporciona una revisión a los diferentes métodos disponibles para la evaluación y manejo de peligros glaciales. Modelos Digitales de Terreno (DTMs) representan uno de los datos más importantes para investigar este tipo de peligros.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 204  
**FECHA:** 2005

Título	Glacier and Permafrost hazards in high mountains
Autor (es)	<b>Kääb, A., Reynolds, J. and W. Haeberli</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Global Change and Mountain Regions – A State of Knowledge Overview. The Mountain Research Initiative, Kluwer
Referencias	2005. Vol. 23. pp 225 – 234.
Palabras clave	Climate change – debris flow – flood – glacier – ice avalanche – permafrost
Resumen	<p>Glacier- and permafrost- related hazards represent a continuous threat to human lives and infrastructure in high mountain regions. Glacier and permafrost hazards in high mountains include:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Outburst of glacier lakes, causing floods and debris flows,</li><li>- Ice breaks-offs and subsequent ice avalanches from steep glaciers,</li><li>- Stable and unstable glacier length variations,</li><li>- Destabilization of frozen or unfrozen debris slopes,</li><li>- Destabilization of rock walls, and</li><li>- Combinations or chain reactions of these processes.</li></ul> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los peligros asociados a glaciares y permafrost representan una continua amenaza para vidas humanas e infraestructura en regiones con altas montañas. Estos peligros incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Repentinas descargas desde lagos, causando inundaciones y aluviones,</li><li>- Avalanchas de hielo,</li><li>- Variaciones repentinas de la longitud de un glaciar,</li><li>- Desestabilización de pendientes,</li><li>- Desestabilización de paredes rocosas,</li><li>- Y la combinación o reacción en cadena de estos procesos</li></ul>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujo de hielo

**Nº:** 205  
**FECHA:** 1992

Título	Ice flow and surface lowering of Tyndall Glacier, Southern Patagonia
Autor (es)	<b>Kadota T., Naruse R., Skvarca P. &amp; Aniya M.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glacier Research,
Referencias	1992. Volume: 10, Pages: 63-68.
Palabras clave	Tyndall glacier, surface velocities, basal sliding
Resumen	<p>Horizontal surface velocities of ice-flow were obtained at Tyndall Glacier, Patagonia, during a period from December 7 to 15 in 1990. The velocities along a transverse line varied from 0,07 m/d near the left margin to 0,51 m/d at a point 2,5 km from the margin. Velocities at each point increased by about 0,1 m/d during several days. This is interpreted to be due to the accelerated basal sliding of the glacier. The surface elevation of the glacier was measured along a transverse line stretching over 5 km from the left margin, and the elevations were compared with those obtained in December 1985. The glacier surface has lowered by about 20 m, that is at a rate of about 4,0 m/a during the five-year period.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Velocidades de hielo en el Glaciar Tyndall, Patagonia, en 1990. Las velocidades variaron de 0,07 m/d, cerca de la margen izquierda a 0,51 m/d en un punto a 2,5 km del margen. Las velocidades en cada punto aumentaban alrededor de 0,1 m/d durante varios días lo que se debería al deslizamiento basal. El glaciar ha adelgazado 4,0 m/año entre 1985 y 1990.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Balance de masa, variaciones

**Nº:** 206  
**FECHA:** 2007

Título	Levantamiento láser aerotransportado del Glaciar Tyndall, Patagonia
Autor (es)	<b>Keller K., Casassa G., &amp; Rivera A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007. Volume: 59 Pages: 101-109
Palabras clave	laser altimetry; glacier; mass balance; Patagonia; South America
Resumen	<p>The first airborne laser altimetry measurements of a glacier in South America are presented. Data were collected in November of 2001 over Glaciar Tyndall, Torres del Paine National Park, Chilean Patagonia, onboard a Twin Otter airplane of the Chilean Air Force. A laser scanner with a rotating polygon-mirror system together with an Inertial Navigation System (INS) were fixed to the floor of the aircraft, and used in combination with two dual-frequency GPS receivers. Together, the laser-INS-GPS system had a nominal accuracy of 30 cm after data processing. On November 23rd, a total of 235 km were flown over the ablation area of Glaciar Tyndall, with 5 longitudinal tracks with a mean swath width of 300 m, which results in a point spacing of approximately 2 m both along and across track. A digital elevation model (DEM) generated using the laser altimetry data was compared with a DEM produced from a 1975 map (1:50.000 scale — Instituto Geográfico Militar (IGM), Chile). A mean thinning of <math>3,1 \pm 1,0 \text{ m a}^{-1}</math> was calculated for the ablation area of Glaciar Tyndall, with a maximum value of <math>7,7 \pm 1,0 \text{ m a}^{-1}</math> at the calving front at 50 m a.s.l. and minimum values of between <math>1,0</math> and <math>2,0 \pm 1,0 \text{ m a}^{-1}</math> at altitudes close to the equilibrium line altitude (900 m a.s.l.). The thinning rates derived from the airborne survey were similar to the results obtained by means of ground survey carried out at 600 m of altitude on Glaciar Tyndall between 1975 and 2002, yielding a mean thinning of <math>3,2 \text{ m a}^{-1}</math> [Raymond, C., Neumann, T.A., Rignot, E., Echelmeyer, K.A., Rivera, A., Casassa, G., 2005. Retreat of Tyndall Glacier, Patagonia, over the last half century. <i>Journal of Glaciology</i> 173 (51), 239–247]. A good agreement was also found between ice elevation changes measured with laser data and previous results obtained with Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) data. We conclude that airborne laser altimetry is an effective means for accurately detecting glacier elevation changes in Patagonia, where an ice thinning acceleration trend has been observed during recent years, presumably in response to warming and possibly also drier conditions.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Levantamiento altimétrico láser de precisión sub-métrica en el área de ablación del glaciar Tyndall a bordo de un avión Twin Otter. El resultado es un modelo digital de elevaciones (DEM) que es comparado con un DEM de la cartografía regular (IGM) de 1975, indicando valores de adelgazamiento de hasta <math>7,7 \pm 1,0 \text{ m a}^{-1}</math> en el frente del glaciar. Los resultados son similares a los obtenidos en levantamientos de terreno y mediante SRTM. La tecnología láser prueba ser una valiosa herramienta de monitoreo en los glaciares de esta región.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**N°:** 207  
**FECHA:** 2007

Título	Palaeoecological constraints on late Glacial and Holocene retreat in the Southern Andes (53°S)
Autor (es)	<b>Kilian R., Schneider C., Koch J., Fesq-Martin M., Biester H., Casassa G., Arévalo M., Wendt G., Baeza O. and Behrmann J.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007, Volume: 59, pages: 49–66
Palabras clave	Andes; deglaciation; palaeo-ecology; glacier balance
Resumen	<p>Late Glacial to Holocene ice retreat was investigated along a 120 km long fjord system, reaching from Gran Campo Nevado (GCN) to Seno Skyring in the southernmost Andes (53°S). The aim was to improve the knowledge on regional and global control on glacier recession with special emphasis on latitudinal shifting of the westerlies. The timing of ice retreat was derived from peat and sediment cores, using mineralogical and chemical characteristics, and pollen as proxies. Stratigraphy was based on <sup>14</sup>C-AMS ages and tephrochronology. The ice retreat of the Seno Skyring Glacier lobe is marked by an ice rafted debris layer which was formed around 18.300 to 17.500 cal. yr B.P. Subsequently, fast glacier retreat occurred until around 15.000 to 14.000 cal. yr B.P. during which around 84% of Skyring Glacier were lost. This fast recession was probably also triggered by an increase of the Equilibrium Line Altitude (ELA) from 200 to 300 m. Subsequently, the ice surface was lowered below the ELA in an area that previously made up more than 50% of the accumulation area. Much slower retreat and glacier fluctuations of limited extent in the fjord channel system northeast of GCN occurred between around 14.000 to 11.000 cal. yr B.P. during both the Antarctic Cold Reversal and the Younger Dryas. This slow down of retreat indicates a decline in the general warming trend and/or increased precipitation, due to a southward migration of the westerlies. After around 11.000 cal. yr B.P. pollen distribution shows evolved Magellanic Rainforest and similar climate as at present, which lasted throughout most of the Holocene. Only Late Neoglacial moraine systems were formed in the period 1220–1460 AD, and subsequently in the 1620s AD, and between 1870 and 1910 AD. The results indicate that the Gran Campo Nevado ice cap has reacted more sensitive and partly distinct to climate change, compared to the Patagonian Ice Field.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Análisis del retroceso en el tardiglacial al Holoceno desde el Gran Campo Nevado (GCN) al Seno Skyring en los Andes del sur (53°S). Se dató el retroceso en base a distintos proxies: turbas, características mineralógicas y químicas y polen. El retroceso del lóbulo del Glaciar del Seno Skyring está identificado alrededor de 18.300 a 17.500 cal. B.P. año; luego es seguido por una fase más rápida alrededor de 15.000 a 14.000 cal. B.P. año durante el cual se perdió alrededor del 84% de su superficie. Este retroceso fue probablemente provocado por un aumento en la altura de la línea de equilibrio (ELA) de 200 a 300 m. Fluctuaciones más lentas en el GCN se identifican alrededor de los 14.000 a 11.000 cal. B.P. durante el Younger Dryas. El GCN ha reaccionado más sensible al cambio climático en comparación con el Campo de Hielo Patagónico.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Balance de energía**

**Nº: 208**  
**FECHA: 1985**

Título	Heat Balance on Soler Glacier
Autor (es)	<b>Kobayashi, B.S. and T. Saito</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciological Research
Referencias	1985. No. 3, pp 46-51.
Palabras clave	Radiation - Soler Glacier - Patagonia Northern Icefield - ablation
Resumen	<p>In the summer of 1983, a short term heat balance was studied on Soler Glacier, the Patagonia Northern Icefield. To calculate the terms of the heat balance equation, various meteorological measurements were done on the glacier. Downward short-wave radiation and the albedo of the glacier were measured independently by use of two pyranometers. The albedos of bare ice and moraine-covered ice were 31% and 9,8 respectively. The global radiation changed between 5,8MJ/m<sup>2</sup>d (138 ly/d) and 33,3 MJ/m<sup>2</sup>d (794 ly/d), and the daily mean value was 22,6 MJ/m<sup>2</sup>d (539 ly/d). The ablation was measured by the stake method and its values in the lower part of the glacier were between 14 and 6 cm/day and a mean value was 13,1 cm/day in ice thickness. Among the energy required to give the observed melting of the ice, the net radiation over all wave-lengths contributed 27%, the latent heat 27% and the sensible heat a large 46%. When Föhn phenomenon occurred above Soler Glacier, the sensible heat flux remarkably increased. The height turbulent term (sum of sensible and latent heat) at Soler Glacier is probably due to the occurrence of Föhn which is accompanied with strong wind and high temperature.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En el verano de 1983 fue estudiado el balance energético en el Glaciar Soler, Campo de Hielo Norte. Para calcular los términos de la ecuación del balance de energía se realizaron mediciones meteorológicas en el glaciar.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 209  
**FECHA:** 1987

Título	Ice avalanches on Soler Glacier, Patagonia
Autor (es)	<b>Kobayashi, S. and R. Naruse</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glacier Research
Referencias	1987. No. 4, pp 87-90.
Palabras clave	Ice avalanches – Patagonia – Soler Glacier
Resumen	<p>Ice avalanches were observed using 8-mm time-lapse photography on Soler Glacier, in northern Patagonia, Chile. A simple analysis of the frequency of avalanches recorded showed that the predominant duration of the avalanches was from 10 to 30 seconds. It was also suggested that the number of occurrence of avalanches was strongly affected by high air temperatura and snowfall above teh icefield.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se observaron avalanchas a través de fotografías en el glaciar Soler, Patagonia norte, Chile. Los análisis indican que las avalanchas duraban entre 10 y 30 segundos, además se sugiere que la alta temperatura del viento y la nieve fresca sobre el campo de hielo influyeron sobre estas avalanchas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Esxtranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 210  
**FECHA:** 2008

Título	Runoff modelling of the glacierized Alpine Upper Salzach basin (Austria): multi-criteria result validation
Autor (es)	<b>Koboltschnig, G., Schöner, W., Zappa, M., Kroisleitner, C. and H. Holzmann</b>
Nombre completo de la revista o libro	Hydrological Processes
Referencias	2008. No. 22, pp 3950-3964.
Palabras clave	glacier melt, glacier mass balance, snow melt, SCA remote sensing, water balance of high elevation sites
Resumen	<p>Snow cover and glaciers are the most important long-term forms of water storage and, hence, the main sources of runoff during the ablation period for many alpine headwater basins. We therefore investigated the application of the conceptual, distributed hydrological precipitation runoff evapotranspiration hydrological response unit model (PREVAH) to the alpine glacierized headwater basin of the Upper Salzach (593 km<sup>2</sup>, 5% glacierized) river in Austria. Hourly meteorological data from 17 stations for a 6-year period were available for the calibration and validation of the hourly runoff simulations. Multi-criteria validation included hourly discharge, snow covered area (SCA), and glacier mass balances. SCA maps were generated from optical satellite images for six dates. These maps were compared to simulated maps of SCA to (1) calculate differences in SCA, (2) calculate altitudinal differences, and (3) show the ability to accurately model snow cover on different aspects. The differences between observed and simulated SCA for glacierized areas were between 1 and 9% during June and July, and between 10 and 36% during August and September observations. In general, the model overestimated SCA, which is the result of PREVAH not including redistribution of snow by wind or avalanches. The temporal variability of the simulated mass balance agreed well with observations from surrounding glaciers. Nash-Sutcliffe Efficiency Criteria (<math>R^2</math>) of the hourly discharge simulations were between 0,83 and 0,89 with the exception of the extreme summer of 2003 which had an <math>R^2</math> of 0,74. Contributions of glacier melt (firn/ice melt) to annual total runoff were between 1 and 4%. Again, the exception was 2003, when glaciers contributed 15% of the annual runoff and 60% to the August runoff alone.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se desarrolló la aplicación de un modelo conceptual PREVAH (hydrological precipitation runoff evapotranspiration hydrological response unit model) para las cabeceras de cuencas glaciadas del río Salzcha, Austria. Se calibró el modelo con 17 estaciones meteorológicas. En general, el modelo sobre estimó el área cubierta por nieve.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 211  
**FECHA:** 2002

Título	Glacier ecosystem and biological ice-core analysis
Autor (es)	<b>Kohshima, S., Yoshimura, Y. and N. Takeuchi</b>
Nombre completo de la revista o libro	In The Patagonian Icefields: A Unique Laboratory for Environmental and Climate Change Studies, Eds. G. Casassa, F. Sepulveda, R.M. Sinclair
Referencias	2002. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, pp 1-8.
Palabras clave	Biological activity, Himalayan and Patagonian glaciers, biotic communities, ice-core dating
Resumen	<p>Biological activity on glacier has been believed to be extremely limited. However, in Himalayan and Patagonian glaciers, we have found specialized biotic communities, including various cold-tolerant insects and copepods that were living on the glacier by feeding on algae and bacteria growing in the snow and ice. Since these microorganisms growing on the glacier surface are stored in the glacial strata every year, ice-core samples contain many layers with abundant microorganisms. In Himalayan glaciers, we studied with much snow algae in the shallow ice cores, and showed that the layers are very useful for ice-core dating. Snow algae can be a new environmental proxy for studies of ice cores from warmer regions such as the Himalayas and Patagonia, where data on chemical and isotopic content data are not reliable because of heavy mixing.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La actividad biológica en un glaciar ha sido creída muy limitada. Sin embargo, en glaciares de los Himalayas y Patagonia, se han encontrado comunidades bióticas especializadas, incluyendo varios insectos tolerantes al frío que vivían en el glaciar alimentándose de algas y bacterias que crecen en la nieve y el hielo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Testigos de hielo

**Nº:** 212  
**FECHA:** 2007

Título	Estimation of net accumulation rate at a Patagonian glacier by ice core analyses using snow algae
Autor (es)	Kohshima, S., Takeuchi, N., Uetake, J., Shiraiwa, T., Uemura, R., Yoshida, N., Matoba, S. and M.A. Godoi
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007. No. 59, pp 236-244
Palabras clave	ice core; glacier; snow algae; net accumulation rate; Patagonia
Resumen	<p>Snow algae in a 45,97-m-long ice core from the Tyndall Glacier (50°59'05"S, 73°31'12"W, 1756 m a.s.l.) in the Southern Patagonian Icefield were examined for potential use in ice core dating and estimation of the net accumulation rate. The core was subjected to visual stratigraphic observation and bulk density measurements in the field, and later to analyses of snow algal biomass, water isotopes (<sup>18</sup>O, D), and major dissolved ions. The ice core contained many algal cells that belonged to two species of snow algae growing in the snow near the surface: <i>Chloromonas</i> sp. and an unknown green algal species. Algal biomass and major dissolved ions (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) exhibited rapid decreases in the upper 3 m, probably owing to melt water elution and/or decomposition of algal cells. However, seasonal cycles were still found for the snow algal biomass, <sup>18</sup>O, D-excess, and major ions, although the amplitudes of the cycles decreased with depth. Supposing that the layers with almost no snow algae were the winter layers without the melt water essential to algal growth, we estimated that the net accumulation rate at this location was 12,9 m a<sup>-1</sup> from winter 1998 to winter 1999, and 5.1 m from the beginning of winter to December 1999. These estimates are similar to the values estimated from the peaks of <sup>18</sup>O (17,8 m a<sup>-1</sup> from summer 1998 to summer 1999 and 11,0 m from summer to December 1999) and those of D-excess (14,7 m a<sup>-1</sup> from fall 1998 to fall 1999 and 8,6 m a<sup>-1</sup> from fall to December 1999). These values are much higher than those obtained by past ice core studies in Patagonia, but are of the same order of magnitude as those predicted from various observations at ablation areas of Patagonian glaciers.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Un testigo de hielo del glaciar Tyndall (50°59'05"S, 73°31'12"W, 1756 m s.n.m.) en Campos de Hielo Sur, fue examinado para su potencial uso en la datación del hielo y estimación de la tasa de la red de acumulación, mediante el análisis de algas contenidas dentro del núcleo. Se estimó que la tasa de acumulación fue de 12,9 m a<sup>-1</sup> desde el invierno de 1998 y el de 1999, y de 5,1 m desde comienzo del invierno hasta Diciembre de 1999. Estas estimaciones concuerdan con los análisis de <sup>18</sup>O y los de D-excess.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Paleoglaciología

**Nº:** 213  
**FECHA:** 2010

Título	Sediment yields over an advance-retreat cycle of a calving glacier, Laguna San Rafael, North Patagonian Icefield
Autor (es)	<b>Koppes, M., Sylwester, R. and A. Rivera</b>
Nombre completo de la revista o libro	Quaternary Research
Referencias	2010. No. 23. Pp 84–95
Palabras clave	Sediment yields; Subaqueous geomorphology; Glacial erosion rates; Little Ice Age; Acoustic reflection profiles; North Patagonia
Resumen	<p>Bathymetric and sub-bottom acoustic data were collected in Laguna San Rafael, Chile, to determine sediment yields during the Little Ice Age advance and subsequent retreat of San Rafael Glacier. The sediment volumes and subaqueous landforms imaged are used to interpret the proglacial dynamics and estimate erosion rates from a temperate tidewater glacier over a complete advance–retreat cycle. Sediment yields from San Rafael Glacier averaged <math>2.7 \times 10^7</math> m<sup>3</sup>/a since the end of the Little Ice Age, circa AD 1898, corresponding to average basin-wide erosion rates of <math>23 \pm 9</math> mm/a; the highest erosion rates, <math>68 \pm 23</math> mm/a, occurred at the start of the retreat phase, and have since been steadily decreasing. Erosion rates were much lower during glacial advance, averaging at most 7 mm/a, than during retreat. Such large glacial sediment yields over two centuries of advance and retreat suggest that the contribution of sediments stored subglacially cannot account for much of the sediment being delivered to the terminus today. The detailed sub-bottom information of a proglacial lagoon yields important clues as to the timing of erosion, deposition and transfer of glacial sediments from orogens to the continental shelves, and the influence of glacier dynamics on this process.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los datos acústicos y batimétricos del fondo de Laguna San Rafael, se utilizaron para interpretar las dinámicas proglaciales y estimar erosión del glaciar templado. El análisis sedimentológico arrojó un promedio de <math>2,7 \times 10^7</math> m<sup>3</sup>/a desde la “Pequeña Edad del Hielo” con la mayor tasa de erosión hacia comienzos de la deglaciación reduciéndose hasta el presente.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 214  
**FECHA:** 2009

Título	Synchronous acceleration of ice loss and glacial erosion, Glaciar Marinelli, Chilean Tierra del Fuego
Autor (es)	<b>M. Koppes, B. Hallet and J. Anderson</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	Vol. 55, No. 190, pages 207-220.
Palabras clave	Glacial erosion – orogenic processes – calving glacier – Glaciar Marinelli – Tierra del Fuego
Resumen	<p>To contribute to the understanding of the influence of climate on glacial erosion and on orogenic processes, we report contemporary glacial erosion rates from a calving glacier in the Southern Andes and elucidate the influence of ice dynamics on erosion. Using seismic profiles of sediments collected in a proglacial fjord and a documented history of retreat, we determine the time-varying sediment flux of Glaciar Marinelli as a measure of basin-wide erosion rates, and compare these rates with the annual ice budget reconstructed using NCEP–NCAR reanalysis climate data from 1950 to 2005. The rate of erosion of the largest tidewater glacier in Tierra del Fuego averaged 39 +/- 16 mm a<sup>-1</sup> during the latter half of the 20th century, with an annual maximum approaching 130 mm a<sup>-1</sup> following a decade of rapid retreat. A strong correlation emerges between the variable rate of ice delivery to the terminus and the erosion rate, providing quantitative insight into the relationship between ice fluxes and glacial erosion rates. For Glaciar Marinelli, as for other calving glaciers for which suitable data exist, the marked retreat and thinning over the past 50 years have resulted in a period of accelerated basal sliding and unusually rapid erosion.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Para contribuir a la comprensión de la influencia del clima en la erosión glacial y en los procesos orogénicos, se informan las tasas de erosión glacial actual desde un glaciar de calving en el Sur de los Andes y se aclara la influencia de las dinámicas de hielo en la erosión.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Paleoclimatología

**Nº:** 215  
**FECHA:** 2000

Título	Modeling modern and late Pleistocene glacio-climatological conditions in the north Chilean Andes (29° - 30° S).
Autor (es)	<b>Kull C., Grosjean M., and H. Veit.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Climatic Change
Referencias	Volume 52, pages 359 – 381.
Palabras clave	glaciology; modeling; paleoclimate; Pleistocene
Resumen	<p>An empirical-statistical climate-glacier model is used to reconstruct Late Pleistocene climate conditions in the south-central Andes of northern Chile (29-30°S). The model was tested using modern climate data and the results compare favorably with key glaciological features presently observed in this area. Using several glaciers at 29°S as case studies, the results suggest an increase in annual precipitation (<math>\Delta P = 580 \pm 150</math> mm, today 400 mm), and a reduction in annual mean temperature (<math>\Delta T = -5,7 \pm 0,7^{\circ}\text{C}</math>). These data suggest full glacial LGM (Last Glacial Maximum) conditions for the maximum glacier advances at 29° S, a scenario that is asynchronous with the timing of maximum advances north of the Arid Diagonal (18-24° S) where late-glacial climate was moderately cold but very humid. The reconstructed case study glaciers at 29° S do not allow conclusions to be drawn about the seasonality of precipitation. However, comparison with regional paleodata suggests intensified westerly winter precipitation and a stable position for the northern boundary of the westerlies at <math>\sim 27^{\circ}\text{S}</math>. However, the meridional precipitation gradients were much steeper than today while the core area of the Arid Diagonal remained fixed between 25-27° S.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se reconstruyen las condiciones climáticas del Pleistoceno Tardío en el sur de los Andes del norte de Chile (29-30°S) con un modelo glacio-climatológico. Los resultados sugieren aumento en la precipitación anual (<math>\Delta P = 580 \pm 150</math> mm, 400 mm de hoy), y una reducción de la temperatura media anual (<math>\Delta T = -5,7 \pm 0,7^{\circ}\text{C}</math>). Estos datos sugieren condiciones de LGM (Último Máximo Glacial) para el avance glaciario máximo a 29°S, un escenario que es asincrónica con el momento de máximos avances al norte de la Diagonal Árida (18-24° S), donde el clima post-glacial fue moderadamente frío, pero muy húmedo. La comparación con paleodatos regionales sugieren precipitaciones de invierno intensificadas y una posición estable del límite norte de los vientos del oeste a los <math>\sim 27^{\circ}\text{S}</math>.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Vulcanismo**

**Nº: 216**  
**FECHA: 2004**

Título	Overview of Villarrica Volcano
Autor (es)	Lara, L.
Nombre completo de la revista o libro	In: Villarrica Volcano (39.5°S), Southern Andes, Chile, Eds. Lara, L.E. and J. Clavero, Santiago.
Referencias	Sernageomin, 61, 5-12.
Palabras clave	Volcán Villarrica – geología
Resumen	<p>This special volume deals with an overview of recent advances in the study of the Villarrica volcano in the areas of geology, geochemistry, magmatic evolution, explosive-style, seismicity and volcanic hazards, developed by different researchers with specific skills on each area. In this chapter is presented a review of the main physical and geological features of the Villarrica volcano, together with a summary of its historical behavior is presented.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este volumen trata de manera general sobre avances recientes en el estudio del volcán Villarrica en las áreas de geología, geoquímica, evolución magmática, estilo explosivo, sismicidad y peligros volcánicos, desarrollado por diferentes investigadores con habilidades específicas en cada área.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro – Austral**  
**TEMA: Paleoclimatología**

**Nº: 217**  
**FECHA: 2005**

Título	Climate Fluctuations Derived from Tree-rings and Other Proxy-records in the Chilean Andes: State of the Art and Future Prospects
Autor (es)	<b>Lara, A., Wolodarsky-Franke, A., Aravena, J.C., Villalba, R., Solari, M.E., Pezoa, L., Rivera, A. and C. Le Quesne</b>
Nombre completo de la revista o libro	<u>En:</u> Huber, H., H. Gugman and M. Reasoner (Eds). Global Change and Mountain Regions - A State of Knowledge Overview.
Referencias	Advances in global change research, The Netherlands, 145 – 159.
Palabras clave	Andes – Fluctuaciones climáticas – fluctuaciones glaciares – Patagonia – anillos de árboles
Resumen	<p>Treeline and high elevation sites in the central and southern Chilean Andes (32°39' to 55°S) have shown to be an excellent source of paleoenvironmental records because their physical and biological systems are highly sensitive to climatic and environmental variations. In addition, most of these sites have been less disturbed by logging and other human induced disturbances, which enhances the climatic signals present in the proxy records. Current studies on tree-ring, glacier and documentary records in the Chilean Andes have led to important progress in the understanding of climate fluctuations in the last 1000 years against which current changes can be assessed. The integration of these proxies provides an opportunity to study climatic signals across a wide range of spatial and temporal scales. In this contribution, we discuss the state of the art in the reconstruction of climate variability from tree-rings and other proxy records in three main regions along the Chilean Andes: the Central Andes (32°40'-39°S), Northern Patagonia (39°-48°S) and Southern Patagonia (48°-55°S). We also discuss future needs and challenges for global change research in the Chilean mountain ranges.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Actuales estudios basados en anillos de árboles, glaciares y registros históricos en los Andes de Chile han alcanzado un importante progreso para entender las fluctuaciones climáticas en los últimos 1000 años. La integración de estos factores proporciona una oportunidad para estudiar señales climáticas a través de una amplia variedad de escalas espaciales y temporales. En esta contribución, se discuten los últimos adelantos en la reconstrucción de la variabilidad climática basado en anillos de árboles y otros registros en tres regiones principales en los Andes chilenos: Andes Centrales (32°40'-39°S), Campo de Hielo Norte (39°-48° S) y Campo de Hielo Sur (48°-55° S). También se discuten futuras necesidades y desafíos para la investigación global de cambio en las cordilleras chilenas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 218**  
**FECHA: 2008**

Título	A 400-year tree-ring record of the Puelo River summer fall streamflow in the Valdivian Rainforest eco-region, Chile
Autor (es)	Lara A., Villalba R., and R. Urrutia.
Nombre completo de la revista o libro	Climatic Change
Referencias	Volume 86, pages 331 – 356.
Palabras clave	Stream flow; Watersheds; Salmon production; Antarctic Oscillation; atmospheric circulation; coniferous tree; hydrological cycle
Resumen	<p>The Puelo River is a watershed shared between Chile and Argentina with a mean annual streamflow of 644 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. It has a high ecologic and economic importance, including introduced farmed salmon, tourism, sports fishing and projected hydroelectricity. Using <i>Austrocedrus chilensis</i> and <i>Pilgerodendron uviferum</i> tree-ring records we reconstructed summer-fall (December-May) Puelo River streamflow, which is the first of such reconstructions developed in the Pacific domain of South America. The reconstruction goes back to 1599 and has an adjusted r<sup>2</sup> of 0,42. Spectral analysis of the reconstructed streamflow shows a dominant 84-year cycle which explains 25,1% of the total temporal variability. The Puelo River summer-fall streamflow shows a significant correlation (P&gt;0,95, 1943-2002) with hydrological records throughout a vast geographic range within the Valdivian eco-region (35 to 46°S). Seasonal Puelo River interannual streamflow variability is related to large-scale oceanic and atmospheric circulation features. Summer-fall streamflows showed a significant negative correlation with the Antarctic Oscillation (AAO), whereas winter-spring anomalies appear to be positively connected with sea surface temperature variations in the tropical Pacific. In general, above- and below-average discharges in winter-spring are related to El Niño and La Niña events, respectively. The temporal patterns of the observed and reconstructed records of the Puelo River streamflow show a general decreasing trend in the 1943-1999 period. Projected circulation changes for the next decades in the Southern Hemisphere would decrease summer-fall Puelo River streamflows with significant impacts on salmon production, tourism and hydropower generation.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Estudio dendrocronológico en el Río Puelo de <i>Austrocedrus chilensis</i> y <i>Pilgerodendron uviferum</i> de 400 años. El análisis espectral de los caudales reconstruidos muestra un ciclo de 84 años dominante que explica el 25,1% de la variabilidad temporal total. La variabilidad interanual de caudal está relacionado a los patrones oceanicos y atmosféricos de gran escala. Por ejemplo los caudales de verano-otoño mostraron una correlación negativa muy significativa con la Oscilacion Antártica (AAO), mientras que las anomalías de invierno-primavera parecen estar positivamente relacionadas con las variaciones de temperatura superficial del mar en el Pacífico tropical. En general, los caudales promedio por encima y por debajo del promedio en invierno-primavera están relacionados con El Niño y La Niña, respectivamente. Se observa una tendecia a la disminución del caudal del Río Puelo en el período 1943-1999.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 219  
**FECHA:** 1959

Título	Recent glacier variations in southern South America
Autor (es)	Lawrence, D. B. and Lawrence, E. G
Nombre completo de la revista o libro	American Geographical Society Southern Chile Expedition 1959
Referencias	1959, Technical Report, 1, 1-39.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 220

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 1986

Título	Glacier mass balances in the Cajón del Rubio, Andes Centrales Argentinos
Autor (es)	Leiva, J.C., Cabrera, G.A., and L. Lenzano.
Nombre completo de la revista o libro	Cold Regions Science and Technology
Referencias	Volume 13, pages 83–90.
Palabras clave	Mass balance, photogrammetry, Alma Blanca Glacier
Resumen	<p>In 1979 one of the authors began a study of the mass balance of the Piloto Glacier. Later, in 1982, the balance behavior in the ablation area of the Alma Blanca Glacier was added to the program. This paper shows the observations and results achieved. Finally an estimated mass change between 1963-1974 by means of a photogrammetric method is made. Results point out a significant difference in the debris covered and debris free ice behavior.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En 1979 uno de los autores inició un estudio del balance de masa del glaciar Piloto. Más tarde, en 1982, se agregó a este programa el estudio del balance en la zona de ablación del glaciar Alma Blanca. Este artículo muestra las observaciones y los resultados obtenidos. Se analizan los cambios de masa entre 1963-1974 mediante un método fotogramétrico. Los resultados apuntan a una gran diferencia en el comportamiento de áreas cubiertas de detritos respecto de áreas descubiertas.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 221

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 1996

Título	Glacier Mass Balance Analysis and Reconstruction in the Cajón del Rubio, Mendoza, Argentina
Autor (es)	Leiva, J. and G. Cabrera
Nombre completo de la revista o libro	Zeitschrift fur Gletscherkunde und Glazialgeologie
Referencias	1996. No. 32, pp 101-107.
Palabras clave	Mass balance – Cajón del Rubio
Resumen	<p>Mass balance measurements in the Cajón del Rubio glaciers began 1979. Balances were calculated continuously up to 1987 but the measurements were not taken in 1985, 1988, 1989 and 1990. Balance measurements re-started in 1991. This paper deals with those data and analyzes the mass balance behavior of Piloto and Alma Balanca glaciers in the Central Andes of Mendoza, Argentina. Reconstruction of the missing years balances allows the authors to establish the cumulative net balances in the Piloto glaciers since 1979.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las mediciones del balance de masa en los glaciares del Cajón del Rubio empezaron en 1979. Los balances fueron calculados continuamente hasta 1987 pero las mediciones no fueron aceptadas en 1985, 1988, 1989 y 1990. Las mediciones del balance se reinician en 1991. Este artículo trabaja con esos datos y analiza el comportamiento del balance de masa de los glaciares Piloto y Alma Balanca en los Andes Centrales de Mendoza, Argentina.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 222  
**FECHA:** 1999

Título	Recent fluctuations of the Argentinian glacier
Autor (es)	Leiva, J. C.
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	Volume 22, pages 169-177
Palabras clave	Argentinian Central Andes; Climatic changes; Glacier fluctuations; Glacier surge; Mass balance
Resumen	<p>Some of the results obtained in the glaciological research carried out since 1979 at the Argentinian Andes are shown in this paper. The research covers a wide latitudinal gap extending from the Agua Negra glacier in the province of San Juan to the Frias glacier situated at Mount Tronador. Agua Negra and Piloto glaciers show a very similar behavior of almost continuous retreat since 1965 while at the Plomo region a small advance period, starting in 1982, is observed in five of the 10 glaciers studied. Finally, the Frias glacier fluctuations record shows a very strong recession since 1850 only interrupted by the 1976 advance that continued in 1977.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Resultados obtenidos en la investigación glaciológica desde 1979 en los Andes argentinos. La investigación cubre un amplio rango latitudinal desde el glaciar de Agua Negra en la provincia de San Juan hasta el glaciar Frías, situado en el monte Tronador. Agua Negra y los glaciares Piloto muestran un retroceso muy similar, siendo continuo desde 1965, mientras que en la región del Plomo se observó un período de pequeño avance a partir de 1982 en cinco de los 10 glaciares estudiados. Por último, las fluctuaciones del glaciar Frías muestran un gran retroceso desde 1850, sólo interrumpido por el avance de 1976, que continuó en 1977.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 223

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 2007

Título	20 years of mass balances on the Piloto glacier, Las Cuevas river basin, Mendoza, Argentina.
Autor (es)	Leiva, J.C., Cabrera, G.A., and L. Lenzano
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	Volume 59, pages 10–16.
Palabras clave	Argentinian Central Andes; glacier contribution to runoff; glacier mass balance
Resumen	<p>Climatic changes of the 20th century have altered the water cycle in the Andean basins of central Argentina. The most visible change is seen in the mountain glaciers, with loss of part of their mass due to decreasing thickness and a substantial recession in the last 100 years. This paper briefly describes the results of glacier mass balance research since 1979 in the Piloto Glacier at the Cajón del Rubio, in the headwaters of Las Cuevas River, presenting new results for the period 1997-2003. Very large interannual variability of net annual specific balance is evident, due largely to variations in winter snow accumulation, with a maximum net annual value of +151 cm w.e. and a minimum value of -230 cm w.e. Wet El Niño years are normally associated with positive net annual balances, while dry La Niña years generally result in negative balances. Within the 24-year period, 67% of the years show negative net annual specific balances, with a cumulative mass balance loss of -10,50 m water equivalent (w.e.). Except for exceptions normally related to El Niño events, a general decreasing trend of winter snow accumulation is evident in the record, particularly after 1992, which has a strong effect in the overall negative mass balance values. The glacier contribution to Las Cuevas River runoff is analysed based on the Punta de Vacas River gauge station for a hypothetical year without snow precipitation (YWSP), when the snowmelt component is zero. Extremely dry years similar to a YWSP have occurred in 1968-1969, 1969-1970 and 1996-1997. The Punta de Vacas gauge station is located 62 km downstream from Piloto Glacier, and the basin contains 3,0% of uncovered glacier ice and 3,7% of debris-covered ice. The total glacier contribution to Las Cuevas River discharge is calculated as <math>82 \pm 8\%</math> during extremely dry years. If glacier wastage continues at the present trend as observed during the last 2 decades, it will severely affect the water resources in the arid central Andes of Argentina.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describen los balances de masa en el glaciar Piloto, Cajón del Rubio, cabecera del río Las Cuevas en 1997-2003. Se detecta gran variabilidad interanual debido a las variaciones en la acumulación nival invernal, con un valor máximo anual neto de +151 cm de agua equivalente y uno mínimo de -230 cm (a.e). Años El Niño están asociados a balances positivos y la Niña con lo opuesto. La tendencia acumulada es de -10,50 m de agua equivalente, encontrándose también una tendencia de disminución de acumulación nival invernal. La contribución de los glaciares al caudal del río Las Cuevas es estimada en <math>82 \pm 8\%</math> durante los años extremadamente secos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 224  
**FECHA:** 2007

Título	Observations: Changes in Snow, Ice and Frozen Ground
Autor (es)	<b>Lemke, P., Ren, J., Alley, R.B., Allison, I., Carrasco, J., Flato, G., Fujii, Y., Kaser, G., Mote, P., Thomas, R.H. and T. Zhang</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]
Referencias	2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
Palabras clave	Climate change – cryosphere - temperatures
Resumen	<p>In the climate system, the cryosphere (which consists of snow, river and lake ice, sea ice, glaciers and ice caps, ice shelves and ice sheets, and frozen ground) is intricately linked to the surface energy budget, the water cycle, sea level change and the surface gas exchange. The cryosphere integrates climate variations over a wide range of time scales, making it a natural sensor of climate variability and providing a visible expression of climate change. In the past, the cryosphere has undergone large variations on many time scales associated with ice ages and with shorter-term variations like the Younger Dryas or the Little Ice Age. Recent decreases in ice mass are correlated with rising surface air temperatures. This is especially true for the region north of 65°N, where temperatures have increased by about twice the global average from 1965 to 2005.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En el sistema climático, la criósfera (que consiste en nieve, ríos y lagos congelados, hielo de mar, glaciares, plataformas y campos de hielo, y suelo congelado) está complejamente asociada al balance energético superficial, al ciclo de agua, cambios del nivel del mar y cambios de gas superficial. La criósfera integra variaciones climáticas en un amplio rango de escalas de tiempo, siendo un sensor natural de la variabilidad climática y provee una expresión visible del cambio climático. En el pasado, la criósfera experimentó grandes variaciones en muchas escalas de tiempo asociados con edades del hielo y con variaciones más a corto plazo como el Younger Dryas o la Pequeña Edad del Hielo. Las disminuciones recientes de los cuerpos de hielo están correlacionadas con el aumento superficial de las temperaturas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 225  
**FECHA:** 2001

Título	Manual de Carreteras, Vol. 3: Instrucciones y Criterios de Diseño
Autor (es)	<b>LEN and Aasociados, Ingenieros Consultores</b>
Nombre completo de la revista o libro	Departamento de Estudios, Subdirección de Desarrollo. Dirección de Vialidad. Dirección General de Obras Públicas. Ministerio de Obras Públicas. Republica de Chile
Referencias	2001. pp. 127-162.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Variaciones y paleoclimatología

**Nº:** 226  
**FECHA:** 2008

Título	Long-term glacier variations in the Central Andes of Argentina and Chile, inferred from historical records and tree-ring reconstructed precipitation
Autor (es)	LeQuesne, C., Acuña, C., Boninsegna, J.A., Rivera, A., and J. Barichivich
Nombre completo de la revista o libro	Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology
Referencias	2008. doi:10.1016/j.palaeo.2008.01.039
Palabras clave	<i>Austrocedrus chilensis</i> ; Tree-rings; Historical documents; Glacier retreat; Dendroclimatology
Resumen	<p>Snow and ice in the Central Andes of Chile and Argentina (33–36 °S) are the major source of water for the highly populated regions near the cities of Santiago and Mendoza. However, our knowledge of the forces driving the general glacier retreat in the region is limited. In order to obtain a long-term perspective of glacier fluctuations and their relationships with climate in the Central Andes, historical glacier variations were documented and compared with a tree-ring precipitation reconstruction based upon <i>Austrocedrus chilensis</i> trees. A multi-proxy approach (historical documents, old aerial photographs and satellite imagery) was used to map the fluctuations of eight glaciers, including the Cipreses Glacier, which provides the oldest record of glacier variations in the region starting in AD 1842. All the studied glaciers exhibited a negative trend during the 20th century with mean frontal retreats between <math>\pm 50</math> and <math>\pm 9</math> m <math>y^{-1}</math>, thinning rates between 0,76 and 0,56 m <math>y^{-1}</math> and a mean ice area reduction of 3% since 1955. More than 350 tree-ring cores were combined into three tree-ring chronologies, which strongly correlate with the instrumental precipitation in Santiago de Chile (33°26' S; 70°41' W, 520 m a.s.l.). Based on these records, a 712-year precipitation reconstruction was developed. This reconstruction is characterised by a centennial oscillation indicating marked dry conditions around the years 1440 and 1600 AD. Wet conditions were prevalent in the years 1500, 1650 and particularly around 1850 AD. Since this precipitation maximum, the reconstruction shows a clear, secular, decreasing trend. The reduction in precipitation indicated by this reconstruction for the last 150 yr, in combination with a significant warming recorded in Central Chile, are the main causes of the observed current glacier retreats.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se documentaron variaciones glaciares y comparadas con reconstrucciones de precipitación (anillos de árboles). Se utilizó un multi-proxy para mapear las fluctuaciones de 8 glaciares. Todos los estudios demostraron variaciones negativas durante el siglo 20. Basados en los registros, se reconstruyeron 712 años de precipitación, caracterizadas por condiciones muy secas cerca de 1220 y 1600 AD, prevalecieron condiciones húmedas particularmente cerca de los 1850 AD.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro - Sur  
**TEMA:** Historia

**Nº:** 227  
**FECHA:** 1956

Título	Nieves y glaciares de Chile
Autor (es)	Lliboutry, L.
Nombre completo de la revista o libro	Fundamentos de Glaciología. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, Chile
Referencias	Pages 472
Palabras clave	Historia – Glaciares – Nieves - Glaciología
Resumen	Libro que detalla el resultado de 5 años de importantes observaciones en la Alta Cordillera Central chilena y en Patagonia, donde se refiere a la exploración de esa zona, su clima, las características sus nieves y de sus glaciares. Se pueden encontrar datos históricos relativos a la exploración de la Alta Cordillera y de los Hielos Patagónicos, y a la conquista de sus cumbres, así como datos geográficos.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 228  
**FECHA:** 1961

Título	Phénomènes cryoniveaux dans les Andes de Santiago (Chili)
Autor (es)	Liboutry, L.
Nombre completo de la revista o libro	Biuletyn Peryglacjalny
Referencias	1961. No. 10, pp 209-24.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte

**Nº:** 229

**TEMA:** Glaciares rocosos

**FECHA:** 1986

Título	Rock glaciers in the dry Andes
Autor (es)	Liboutry, L.
Nombre completo de la revista o libro	In Proceedings, International Symposium 'Glacier mass balance, fluctuations and runoff', Alma-Ata, 30 September–5 October 1985.
Referencias	1986. Materialy Glyatsiologicheskikh Issledovaniy [Data on glaciological studies] 58, 18–25, 139–144.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 230  
**FECHA:** 1958

Título	Les Glaciers du Desert Chilien
Autor (es)	Lliboutry, L., Gonzalez, O. and J. Simken
Nombre completo de la revista o libro	Extrait des Comptes Rendus et Rapports, Assemblée Generale de Toronto 1957 (Gentbrugge 1958)
Referencias	Tomo IV, pages 291–300.
Palabras clave	Llullaillaco – Ojos del Salado – Tortolas – glacier
Resumen	<p>During last few years Chilean climbers have discovered some small glaciers on the highest summits of northern Chile, in spite of the utmost aridity of this region. In particular at the Llullaillaco (24° 43' lat. S, 6.723 m) there is a sheet of ice on the western side between 6.500 and 5.600 m; at the Ojos del Salado (27° 07' lat. S, 6.885 m) two glaciers lie on the north-western slope, one between 6.600 and 6.100 m, the other one in the prolongation of the first between 5.800 and 5.400 m; at the Tortolas (29° 56' lat. S, 6.323 m) a glacier spreads all over the south-eastern side between the top and 5.600 m: etc. The direction of the prevailing wind and the exposure of these glaciers varies from on mountain to another. Precipitations, of a stormy character in summer, seem to be originated by up-slope katabatic winds. In summer, the air temperature at 6.500 m sinks during the night to -28° C: at 5.300 m it is never above 0° C. Nevertheless snow melts readily with the sun between the penitents. It forms small streams of water, as well as overglacial lakes with frozen surfaces. These lakes take the place of a water-soaked neve, without formation at any time of a free water-surface. These glaciers have neither moraines, nor crevasses, nor any sign of movement. They are in their whole area, according to the year, either accumulators or ablaters. They have not receded sensibly during the last 20 years. To this extent they resemble, somewhat, in their behaviour some regions of the Antarctica.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En el último tiempo, montañistas chilenos han descubierto pequeños glaciares en altas cumbres del norte de Chile, en la zona más árida de la región. En particular en el Llullaillaco (24° 43' lat. S, 6.723 m), en el Ojos del Salado (27° 07' lat. S, 6.885 m), en el Tortolas (29° 56' lat. S, 6.323 m), etc.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 231  
**FECHA:** 2007

Título	Impact de la variabilité climatique sur la cryosphere du Campo de Hielo Norte: Apport de la télédétection
Autor (es)	P. Lopez
Nombre completo de la revista o libro	Ecole Doctorale: Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosiences, Environnement
Referencias	Montpellier, Université de Montpellier 2: 143.
Palabras clave	Campo de Hielo Norte – satellite imagery – Campo de Hielo Sur – Glaciar Nef
Resumen	<p>This Ph.D. thesis is focused on the Campo de Hielo Norte (CHN, 4.200 km<sup>2</sup>), an important icefield located in South America along with the Campo de Hielo Sur (CHS, 13.000 km<sup>2</sup>) and the Cordillera Darwin (CD, 2.300 km<sup>2</sup>). Satellite imagery was used in order to better characterize and understand the glacier length fluctuations that can not be, in these wild massifs, be regularly measured in situ. We first measured over 60 years (1945-2005) the length fluctuation of 72 glaciers spread out the 3 icefields: results show a clear general trend of retreat (stronger in CHS and weaker in CD). In order to better specify the local climatic factors affecting these changes, we then measured how the CHN's snow surface fluctuated between March 2000 and February 2006: (i) in summer, this surface can drop to 3.600 km<sup>2</sup> with few variation over that season, while in winter, it fluctuates a lot and can reach 11.700 km<sup>2</sup>; (ii) on the Western side, it seems that snow melts quicker due to milder temperatures, but also that the site is quicker covered by snow due to more frequent and abundant falls. We finally tried to assess to what extent the discharge variations of a river (the Rio Nef) can represent the melt water coming from a typical CHN's glacier (the Nef).</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En base a imágenes de satélite se analizan las fluctuaciones en la longitud de glaciares de Campo de Hielo Norte, Campo de Hielo Sur y Cordillera Darwin.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 232  
**FECHA:** 2008

Título	Snow cover monitoring in the Northern Patagonia Icefield using MODIS satellite images (2000–2006)
Autor (es)	P. Lopez, P. Sirguey, Y. Arnaud, B. Pouyaud and P. Chevallier
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	No. 61, pages 103–116
Palabras clave	climate change; snow cover; Patagonia; low resolution satellite images
Resumen	<p>The snow cover of the Northern Patagonia Icefield (NPI) was monitored after applying the Normalized Difference Snow Index (NDSI) and the Red/NIR band ratio to 134 Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) images captured between 2000 and 2006. The final results show that the snow cover extent of the NPI fluctuates a lot in winter, in addition to its seasonal behaviour. The minimum snow cover extent of the period (3600 km<sup>2</sup>) was observed in March 2000 and the maximum (11.623 km<sup>2</sup>) in August 2001. We found that temperature accounts for approximately 76% of the variation of the snow cover extent over the entire icefield. We also show two different regimes of winter snow cover fluctuations corresponding to the eastern and the western sides of the icefield. The seasonality of the snow cover on the western side was determined by temperature rather than precipitation, while on the east side the seasonality of the snow cover was influenced by the seasonal behaviour of both temperature and precipitation. This difference can be explained by the two distinct climates: coastal and continental. The fluctuations in the winter snow cover extent were more pronounced and less controlled by temperature on the western side than on the eastern side of the icefield. Snow cover extent was correlated with temperature <math>R^2=0,75</math> and <math>R^2=0,74</math> for the western and eastern sides, respectively. Since limited meteorological data are available in this region, our investigation confirmed that the change in snow cover is an interesting climatic indicator over the NPI providing important insights in mass balance comprehension. Since snow and ice were distinguished snow cover fluctuations can be associated to fluctuations in the snow accumulation area of the NPI. In addition, days with minimum snow covers of summer season can be associated to the period in which Equilibrium Line Altitude (ELA) is the highest.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La cobertura nival de Campo de Hielo Norte (CHN) fue monitoreada aplicando el Índice Normalizado de Nieve (NDSI) y la banda Rojo/NIR para 134 imágenes MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) capturadas entre 2000 y 2006.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 233  
**FECHA:** 2001

Título	Impactos sobre recursos hídricos de Chile central producto de los cambios climáticos
Autor (es)	López R.
Nombre completo de la revista o libro	Tesis para optar al grado de Ingeniero Civil
Referencias	2001. Universidad de Chile, Chile. 84 p.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 234

**TEMA:** Testigos de hielo

**FECHA:** 2008

Título	High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present.
Autor (es)	Lüthi, D., Le Floch, M., Bereiter, B., Blunier, T., Barnola, J.M., Siegenthaler, U., Raynaud, D., Jouzel, J., Fischer, H., Kawamura, K. and T.F. Stocker
Nombre completo de la revista o libro	Nature
Referencias	2008. No. 453, pp 379-382.
Palabras clave	Antarctica - carbon dioxide concentration - ice cores
Resumen	<p>Changes in past atmospheric carbon dioxide concentrations can be determined by measuring the composition of air trapped in ice cores from Antarctica. So far, the Antarctic Vostok and EPICA Dome C ice cores have provided a composite record of atmospheric carbon dioxide levels over the past 650.000 years. Here we present results of the lowest 200 m of the Dome C ice core, extending the record of atmospheric carbon dioxide concentration by two complete glacial cycles to 800.000 yr before present. From previously published data and the present work, we find that atmospheric carbon dioxide is strongly correlated with Antarctic temperature throughout eight glacial cycles but with significantly lower concentrations between 650.000 and 750.000 yr before present. Carbon dioxide levels are below 180 parts per million by volume (p.p.m.v.) for a period of 3.000 yr during Marine Isotope Stage 16, possibly reflecting more pronounced oceanic carbon storage. We report the lowest carbon dioxide concentration measured in an ice core, which extends the pre-industrial range of carbon dioxide concentrations during the late Quaternary by about 10 p.p.m.v. to 172–300 p.p.m.v.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se puede determinar las variaciones de CO<sup>2</sup> a través del análisis la composición de las burbujas de aire atrapadas en testigos de hielo de Antártica (hasta 650 ka). Se presentan los resultados de 800 ka. El CO<sup>2</sup> se correlaciona con la temperatura en Antártica a través de 8 ciclos glaciales.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 235

**TEMA:** Espesores de hielo

**FECHA:** 2001

Título	BEDMAP: A new ice thickness and subglacial topographic model of Antarctica
Autor (es)	<b>Lythe, M.B., D.G. Vaughan, &amp; the BEDMAP Group</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Geophysical Research
Referencias	Volume 106(B6), pages 11335-11351
Palabras clave	Ice thickness; subglacial environment; topographic mapping; Antarctica
Resumen	<p>Measurements of ice thickness on the Antarctic ice sheet collected during surveys undertaken over the past 50 years have been brought together into a single database. From these data, a seamless suite of digital topographic models have been compiled for Antarctica and its surrounding ocean. This includes grids of ice sheet thickness over the grounded ice sheet and ice shelves, water column thickness beneath the floating ice shelves, bed elevation beneath the grounded ice sheet, and bathymetry to 60° S, including the subice-shelf cavities. These grids are consistent with a recent high-resolution surface elevation model of Antarctica. While the digital models have a nominal spatial resolution of 5 km, such high resolution is justified by the original data density only over a few parts of the ice sheet. The suite does, however, provide an unparalleled vision of the geosphere beneath the ice sheet and a more reliable basis for ice sheet modeling than earlier maps. The total volume of the Antarctic ice sheet calculated from the BEDMAP grid is 25,4 million km<sup>3</sup>, and the total sea level equivalent, derived from the amount of ice contained within the grounded ice sheet, is 57 m, comprising 52 m from the East Antarctic ice sheet and 5 m from the West Antarctic ice sheet, slightly less than earlier estimates. The gridded data sets can be obtained from the authors.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Descripción del proyecto Bedmap como compilador de datos colectados en levantamientos de información durante los últimos 50 años. Incluye espesores de hielo posado en tierra y plataformas de hielo, espesor de la columna de agua por debajo de las plataformas de hielo flotantes, elevación subglacial y la batimetría a los 60°S. Resultados en concordancia con modelos recientes de alta resolución para Antártica. Mientras que los modelos digitales tienen una resolución espacial nominal de 5 km, de la resolución en Bedmap es de 5 km. El volumen total de hielo en Antártica a partir de BEDMAP es de 25,4 millones de km<sup>3</sup>, y el total equivalente del nivel del mar es de 57 m.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 236**  
**FECHA: 1997**

Título	Jökulhlaups deposits in proglacial areas
Autor (es)	Maizels, J.
Nombre completo de la revista o libro	Quaternary Science Reviews
Referencias	1997, Volume 16, pages 793-819
Palabras clave	Jökulhlaups – inundación glacial – sedimentación
Resumen	<p>This paper discusses the main causes and characteristics of jökulhlaup ('glacier burst') floods, and explores the extent to which they generate depositional landform and sediment assemblages that are distinct from those of 'normal', braided river outwash ('Type I' outwash). Two main jökulhlaup outwash environments are identified: Type II outwash, produced by sudden drainage of ice-dammed lakes; and Type III, associated with drainage during subglacial geothermal activity, and distinguished by deposits resulting from high sediment concentrations and hyperconcentrated flows. In fluid flows, especially ones yielding Type II outwash, the most common deposits are large scale expansion bars (and locally, eddy and pendant bars), and 'mega-ripples' or dunes, both forms normally composed of large-scale gravel-cobble cross-bedding, often capped by an imbricated boulder lag (a 'Type B2' lithofacies sequence). The armour is absent only where runoff decreased too rapidly to allow surface winnowing. Other jökulhlaup facies include extensive boulder beds (Type C), inverse-normally graded cobble beds (Type D5), ice-proximal debris flow deposits and deformed bedding containing diamicton clasts (Types G and H), and slack-water sediments (Type A). Type III outwash is dominated by massive, homogeneous, flood surge granules, underlain by pre-surge gravels, and capped by post-surge fluid bedforms, reflecting deposition during both the rising and falling limbs of the flood hydrograph (Type E4). The paper demonstrates that jökulhlaups do generate distinctive assemblages of depositional landforms and sediments, and concludes with a model of the dominant lithofacies sequences and associated landforms in proglacial environments subject to jökulhlaup drainage.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este estudio discute las principales causas y características de un jökulhlaup, y explora hasta que punto éste genera formas deposicionales. Dos principales ambientes de sedimentación de jökulhlaup son encontrados.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 237  
**FECHA:** 1994

Título	Compléments sur le modèle pluie-débit GR4J et essai d'estimation de ses paramètres
Autor (es)	<b>Makhlouf, Z.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Laboratoire d'Hydrologie et de Geochimie Isotopique.
Referencias	1994. Paris, France, Université Paris XI Orsay, 434 pp.
Palabras clave	modèle pluie-débit – bassins - modèle GR4J
Resumen	<p>L'explication des paramètres d'un modèle pluie-débit est un élément de la compréhension des écoulements et une nécessité pour une utilisation sur des bassins non-jaugés. Nous avons montré que la parcimonie des paramètres était conciliable avec cet objectif en utilisant un modèle à quatre paramètres GR4J. Nous avons exploré trois voies d'approche qui nous semblent prometteuses. D'abord nous avons exploité le lien qui pouvait exister entre paramètres du modèle GR4J et certaines variables classiques en hydrologie qui correspondent aux trois grands aspects de l'écoulement (crue, écoulement annuel et étiage). Ces variables ont, en effet, été l'objet de nombreuses tentatives d'explication à partir des variables physiques des bassins versants. Une autre approche consiste à aborder le problème sur un plan régional où des caractéristiques physiques des bassins sont plus faciles à trouver. On a pu montrer dans le cas de la région Bretagne et du bassin de la Moselle que cette voie permet d'aboutir, avec des explications partielles de certains paramètres du modèle, les autres étant fixés au niveau de leur moyenne régionale. Le phénomène neigeux pouvant gêner le calage du modèle sur les bassins de la Moselle, un traitement sommaire a été mis en œuvre en utilisant uniquement l'information du code de validité accompagnant les données de précipitation. Une conclusion surprenante a été qu'il convenait d'effectuer une majoration (à optimiser) de la précipitation pour obtenir une amélioration. Une dernière voie a été est de procéder avec une étape intermédiaire, celle de résoudre le même problème d'explication des paramètres mais pour un modèle similaire plus simple (pas de temps mensuel). Après de nombreux essais, nous sommes parvenus à un modèle mensuel extrêmement simple (GR2M à deux paramètres). Ce modèle se comporte presque aussi bien que le meilleur modèle existant actuellement (modèle de Thomas à quatre paramètres). Deux paramètres du modèle journalier sont assez bien liés aux deux paramètres du modèle GR2M. On peut penser que le modèle GR2M, plus facile à régionaliser que le modèle GR4J comme son application à la Bretagne le laisse supposer, peut servir d'intermédiaire pour expliquer les paramètres de GR4J.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La explicación de los parámetros de un modelo pluviométrico es un elemento que ayuda a entender la descarga. Se desarrolla un nexo entre parámetros de un modelo diario GR4J y cuatro variables clásicas en hidrología que corresponden a 3 grandes aspectos de la descarga (inundación, descarga anual y baja de agua).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 238  
**FECHA:** 1964

Título	Observaciones glaciológicas y geológicas en la zona del Paso de los Cuatro Glaciares, Hielo Patagónico Sur. Tesis para optar al título de Geólogo
Autor (es)	<b>Marangunic, C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Santiago: Universidad de Chile
Referencias	Pages 125
Palabras clave	Paso de los Cuatro Glaciares – Geología del CHS
Resumen	La zona del hielo patagónico, ubicada en el extremo sur de Chile, comprende una extensión aproximadamente de 250 y 300 km en sentido norte-sur. Es en este sector, entre las latitudes 49°05' y 49°20' en el denominado Paso de los Cuatro Glaciares, se han efectuado una serie de estudios, tales como una caracterización geológica de los afloramientos existentes y un establecimiento de velocidad, movimiento y esfuerzos en la superficie de hielo.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Glaciares rocosos

**Nº:** 239  
**FECHA:** 1976

Título	El glaciar de roca Pedregoso, río Colorado, V Región
Autor (es)	Marangunic, C.
Nombre completo de la revista o libro	In Actas Congreso Geológico Chileno
Referencias	1976. No. 1, D71–D80.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Inventario

**Nº:** 240  
**FECHA:** 1979

Título	Inventario de Glaciares. Hoya del río Maipo.
Autor (es)	Marangunic, C
Nombre completo de la revista o libro	Dirección General de Aguas,
Referencias	Publicación G-2, Santiago
Palabras clave	Inventario – Glaciología – Mediciones
Resumen	Inventario de glaciares de la cuenca del Maipo, donde se determinó la distribución y características de los glaciares en dicha zona.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro**

**Nº: 241**

**TEMA: Otros**

**FECHA: 2007**

Título	Recomendaciones para la formación de la Unidad de Nieves y Glaciares
Autor (es)	<b>Marangunic, C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Dirección General de Aguas
Referencias	S.I.T. N. 111.
Palabras clave	Asesoría - DGA
Resumen	El presente informe ha sido elaborado a requerimiento de la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, como una asesoría general para la formación y organización de la Unidad de Nieve y Glaciares (UNG) de esta repartición.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Variaciones**

**Nº: 242**  
**FECHA: 2006**

Título	Snowpack variations in the central Andes of Argentina and Chile, 1951–2005: Large-scale atmospheric influences and implications for water resources in the region
Autor (es)	<b>Masiokas, M., R. Villalba, B. Luckman, C. Le Quesne, and J. Aravena</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Climate
Referencias	Volume 19, pages 6334-6352.
Palabras clave	Snowpack variations; snowpack; spatial variation; temporal variation; Andes
Resumen	<p>The snowpack in the central Andes (30°-37°S) is the primary source for streamflow in central Chile and central-western Argentina, but few published studies are available on snowpack variability in the region. This paper develops the first regional snowpack series (1951-2005) from Chilean and Argentinean snow course records. This series shows a strong regional signal, marked interannual variability, and a positive, though nonsignificant, linear trend. Correlations with local precipitation and temperature records reveal a marked association with conditions in central Chile. High snow accumulation is generally concurrent with El Niño events in the tropical Pacific, but only 5 of the 10 driest years coincided with La Niña events. Evaluation of 500-hPa geopotential height anomaly maps during extreme snow years highlights the crucial significance of tropospheric conditions in the subtropical and southeast Pacific in modulating snowfall. Correlations with gridded SST and SLP data and multiple regressions with large-scale climatic indices corroborate a Pacific ENSO-related influence largely concentrated during the austral winter months. This hampers the predictability of snowpack before the onset of the cold season. Annual and warm-season river discharges on both sides of the cordillera are significantly correlated with the regional snowpack record and show positive linear trends over the 1951-2004 common period, probably related to a greater frequency of above-average snowpacks during recent decades. Future demand and competition for water resources in these highly populated regions will require detailed information about temporal and spatial variations in snow accumulation over the Andes. The results indicate that the relationships between snowpack and atmospheric circulation patterns prior to the winter season are complex, and more detailed analyses are necessary to improve prediction of winter snowfall totals.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La acumulación de nieve en los Andes centrales (30°-37° S) es la principal fuente de caudales en Chile central y centro-oeste de Argentina. Este trabajo desarrolla la primera serie de nieve regional (1951-2005) a partir de rutas de nieve de Chile y Argentina. La acumulación de nieve es alta en general, coincidiendo con los episodios de El Niño en el Pacífico tropical, pero sólo 5 de los 10 años más secos coincidió con los episodios de La Niña. Los caudales anuales y de verano en ambos lados de la cordillera están significativamente relacionados con el registro de nieve regional y muestran tendencias positivas en el período 1951-2004, probablemente relacionado con una mayor frecuencia de acumulación de nieve encima del promedio durante las últimas décadas. Las relaciones entre la nieve y los patrones de circulación atmosférica antes de la temporada de invierno son complejas se requieren análisis más detallados para mejorar la predicción de los totales de nieve de invierno.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 243**  
**FECHA: 2007**

Título	20th-century glacier recession and regional hydroclimatic changes in northwestern Patagonia
Autor (es)	<b>Masiokas, M., R. Villalba, B. Luckman, M. Lascano, S. Delgado, P. Stepanek</b>
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007. No. 60, pp 85-100.
Palabras clave	North Patagonian Andes; repeat photography; glacier recession; hydroclimatic variability
Resumen	<p>This paper documents the occurrence of significant glacier and hydroclimatic changes in northwestern Patagonia during the past century. Drastic, widespread glacier recession is documented by repeat photography of some of the earliest glacier images from southern South America. Linear trends in regionally-averaged annual and seasonal temperature and precipitation records indicate significant warming and decreasing precipitation over the 1912–2002 interval. A climatic index is developed, based on winter precipitation and summer temperature records, that mimics glacier mass balance relationships and shows a strong negative trend which agrees with the drastic glacier recession shown by the photographic comparisons. Short positive periods of this climatic index broadly correspond with known evidence of glacier advances in the region. Regionally-averaged mean annual streamflow records east of the mountains were used in an independent verification check of the climatic series used in this study. This regional runoff record shows a strong negative trend, remarkable similarities with the climatic index, and highly significant positive (negative) correlations with the regional precipitation (temperature) series. This highlights the existence of a strong, regionally coherent hydroclimatic signal across this region and supports the utility of these records as environmental indicators for northwestern Patagonia between ca. 38° and 45°S. Given the significant socio-economic importance of rivers and glaciers in this area, further research is needed to evaluate the full range of natural hydroclimate variability and improve understanding of potential impacts of the future warmer and drier climates projected for this region.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este artículo habla de las variaciones glaciares e hidroclimáticas en el noroeste de Patagonia durante el último siglo. Señala un calentamiento y descenso de precipitación general para el período entre 1912 y 2002. Generaron un índice climático que emula al balance de masa y tiene buena correlación con los retrocesos glaciares. Los registros regionales de caudales medios anuales hacia el este, se utilizaron para comprobar el índice desarrollado, mostrando una buena correlación.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales**

**Nº: 244**  
**FECHA: 2009**

Título	Glacier fluctuations in extratropical South America during the past 1000 years
Autor (es)	Masiokas, M., Rivera, A., Espizúa, L., Villalba, R., Delgado S., and J.C. Aravena.
Nombre completo de la revista o libro	PALAEO.
Referencias	In press. doi:10.1016/j.palaeo.2009.08.006
Palabras clave	Glacier records, Little Ice Age, extratropical South American Andes
Resumen	<p>This paper presents an updated, extensive review of glacier fluctuations during the past 1000 years in the extratropical Andes of South America between ca. 17° and 55°S. Given the variety of environmental conditions and evidence available for glacier fluctuations across this wide latitudinal range, regional accounts are given for the Desert (~17°-31°S), the Central (31°-36°S), the North Patagonian (36°-45°S) and the South Patagonian (45°-55°S) Andes. The techniques, dating limitations, and interpretations of the glacier records along this transect are also discussed. Glacier fluctuations in the Desert Andes during the past millennium are poorly documented and the information currently available is inadequate to draw a consistent picture of regional glacier fluctuations at decadal to centennial scales. Documentation on past glacier variations is more abundant in the Central Andes, but the number of chronologies dealing with glacier fluctuations prior to the 1900s is also limited. Most records indicate that glaciers were generally more extensive prior to the 20<sup>th</sup> century, with dates of maximum expansion ranging from the mid 17<sup>th</sup> to the late 19<sup>th</sup> centuries. The number and past extent of glaciers increases significantly in the Patagonian region, where the evidence available for dating glacier variations during the past centuries is more abundant and the dating control for glacier events is generally better than in the Desert and Central Andes. For some Patagonian glaciers, maximum LIA or post-LIA glacier advances have been precisely dated by dendro-geomorphological determinations or in situ measurements. However, for most sites the evidence for glacier advances during the past millennium is still preliminary and there is considerable variability in the extent and timing of events related to the maximum LIA expansion. There is scattered evidence for glacier advances in Patagonia during the 13<sup>th</sup> through the 14<sup>th</sup> centuries, but the LIA maximum advances are generally found in most areas during the 16<sup>th</sup> through the late 19<sup>th</sup> centuries. Interestingly, at some sites contrasting glacial histories are observed even for small land-based glaciers within relatively short distances. The differences in glacier records observed at local and regional scales probably reflect the varying dominance of precipitation and temperature variations on glacier mass balance, as well as nonclimatic influences on glacier dynamics. These differences suggest that the glacier history in southern South America is probably more complex than commonly assumed. Overall, the evidence discussed in this study highlights not only the immense potential for glaciological studies of this region but also a significant need for an increased number of detailed, well-dated records of glacier fluctuations.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Revisión exhaustiva de las fluctuaciones glaciares en el último milenio en los Andes subtropicales de Sudamérica (17°/55°S). Las regiones de estudio son: Desierto (~17°-31°S), Zona central (31°-36°S), Norpatagonia (36°-45°S) y Patagonia austral (45°-55°S). La documentación en la zona desértica es pobre, no permitiendo generar conclusiones definitivas, mientras que ésta es más rica en los Andes centrales, donde la mayoría de los registros indican mayores extensiones glaciares con anterioridad al siglo 20, especialmente desde mediados del siglo 17 hasta finales del siglo 19. La mayor concentración de evidencias se encuentra en Patagonia, donde el número y extensión de glaciares es significativamente superior. Las posiciones máximas de algunos glaciares patagónicos se obtienen de estudios dendro-geomorfológicos. Los avances máximos durante la Pequeña Edad del Hielo (LIA) se encuentran desde el siglo 16 hasta fines del siglo 19. La variabilidad en los registros se debe a efectos distintos de la precipitación y la temperatura en los balances de masa glaciár, como a factores no climáticos glacio-dinámicos. La historia de los glaciares en esta región es probablemente más compleja de lo comúnmente supuesto.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Balance de Masa

**Nº:** 245  
**FECHA:** 1999

Título	Mass Balance Features Derived from a Firn Core at Hielo Patagónico Norte, South America. Arctic
Autor (es)	Matsuoka, K. and R. Naruse
Nombre completo de la revista o libro	Antarctic and Alpine Research
Referencias	Volume 31(4), pages 333-340.
Palabras clave	Firn; glacier mass balance; glaciology; ice core; South America
Resumen	<p>Glaciological research was carried out in November and December 1996 in the accumulation area of Glaciar Nef, an eastward-facing glacier from Hielo Patagonico Norte (Northern Patagonia Icefield), South America. A 14,5-m-deep firn core (9,7 m water equivalent: w.e.) was obtained at 1.500 m a.s.l., and air temperature and melting rate were also measured. Values of <math>\delta^{18}\text{O}</math> of 1- or 2-cm-thick samples in the upper 6 m of the firn fluctuated from -16 to -10‰, which are explained by variations in <math>\delta^{18}\text{O}</math> of precipitation. Below 6 m in the tim, <math>\delta^{18}\text{O}</math> was almost constant, due to percolation of large amounts of meltwater. It was considered that the upper 6 m was deposited during the prior winter; thus winter balance in 1996 was derived as +3,5 m w.e. Based on the measurement results and climatic data, winter and summer ablations were estimated at 0,0 and 3,4 m w.e., respectively, and summer accumulation at 2,1 m w.e. Then, net balance in the calendar year 1996 was estimated at about +2,2 m w.e. Comparison with previous studies and candidate drilling sites are also discussed.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Testigo de hielo de 14,5 m desde zona de acumulación del Glaciar Nef, Campo de Hielo Norte (equivalente en agua de 9,7 m). Análisis de isótopos de <math>\delta^{18}\text{O}</math> y su relación con la precipitación. Basándose en los resultados de medición y los datos climáticos, la ablación de invierno y verano se estimó en 0,0 y 3,4 m de agua equivalente, respectivamente, y la acumulación de verano es de 2,1 m de agua equivalente. Entonces, el balance neto en el año 1996 se estima en alrededor de 2,2 m a.e. La comparación con estudios anteriores y probables sitios de perforación se discuten.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Inventario

**Nº:** 246  
**FECHA:** 1967

Título	Southern Hemisphere Glacier Atlas
Autor (es)	<b>Mercer, J.H.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Technical report 67-76-ES, Earth Science laboratory, US Army Natick Lab., Mass.
Referencias	1967. 325 p.
Palabras clave	Glacier, maps, distribution, history, indexes, mapping, mountains, southern Hemisphere, terrain
Resumen	<p>The study is a literature survey of knowledge on mountain glaciers in the Southern Hemisphere. The Southern Hemisphere is divided into the following regional categories with respect to glaciers: The Andes of South America, Ecuador, Peru, Bolivia, Chile, and Argentina, New Guinea, East Africa, Sub- Antarctic Islands, New Zealand, and Antarctica. Included are discussions on the distribution, extent, characteristics, and behavior of mountain glaciers and an extensive list of references for each regional discussion. A history of observations and current research programs is incorporated in the text. Nineteen new maps have been prepared on the mountain glaciers in the Southern Hemisphere.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La informacion de los glaciares de montaña, en el hemisferio sur, está dividida en 11 categorías regionales. En la discusión se incluye la distribución, extensión, características y comportamiento de éstos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral

**Nº:** 247

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 1968

Título	Variations of some Patagonian glaciers since the Late-Glacial
Autor (es)	<b>Mercer, J. H.</b>
Nombre completo de la revista o libro	American Journal of Science
Referencias	1968, volume 266, pages 91-109.
Palabras clave	Patagonia – fluctuaciones glaciares – retroceso
Resumen	<p>After a late-glacial readvance, the glaciers in Argentine Patagonia receded quickly, and by 10,000 B.P. at least one glacier was little larger than it is today. Three episodes of postglacial readvance followed, the first culminating about 4600 B.P. during early Sub-Boreal time, the second about 2000 B.P. during the Sub-Atlantic, and the third during recent centuries. In contrast to most other parts of the world, no glacier, so far as is known, reached its maximum postglacial extent in recent centuries.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Después de un reavance en el tardiglacial, los glaciares en Patagonia argentina retrocedieron rápidamente.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 248  
**FECHA:** 1970

Título	Variations of some Patagonian glaciers since late-Glacial II
Autor (es)	<b>Mercer, J.</b>
Nombre completo de la revista o libro	American Journal of Science
Referencias	1970. No. 269, pp 1-25.
Palabras clave	late-glacial - Argentine Patagonia
Resumen	<p>After a late-glacial readvance, the glaciers in Argentine Patagonia receded quickly, and by 10,000 B.P. at least one glacier was little larger than it is today. Three episodes of postglacial readvance followed, the first culminating about 4600 B.P. during early Sub-Boreal time, the second about 2000 B.P. during the Sub-Atlantic, and the third during recent centuries. In contrast to most other parts of the world, no glacier, so far as is known, reached its maximum postglacial extent in recent centuries.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Después del último reavance del glacial-tardío, los glaciares en Patagonia Argentina retrocedieron, y desde al menos 10 ka BP han avanzado en tres episodios, el último fue hace unos siglos. Hasta el momento no se conoce otro máximo post-glacial que haya alcanzado su máximo en los siglos recientes.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 249  
**FECHA:** 1998

Título	The problem of the "Andean dry diagonal": current precipitation, Late Pleistocene snow line, and lake level changes in the Atacama Altiplano (18°S 28°S/29°S)
Autor (es)	Messerli, B., Ammann, C., Geyh, M., Grosjean, M., Jenny, B., Kammer, K., and M. Vuille
Nombre completo de la revista o libro	Bamberger Geographische Schriften
Referencias	1998. No. 15, pp. 17–34.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Medioambiente e impacto humano

**Nº:** 250  
**FECHA:** 2000

Título	From nature-dominated to human-dominated environmental changes
Autor (es)	Messerli B., Grosjean M., Hofer T., Nuñez L., and C. Pfister.
Nombre completo de la revista o libro	Quaternary Science Review
Referencias	Volume 19, pages 459 – 479.
Palabras clave	Atmospheric temperature; Climate change; Geographical regions; Weather forecasting
Resumen	<p>To what extent is it realistic and useful to view human history as a sequence of changes from highly vulnerable societies of hunters and gatherers through periods with less vulnerable, well buffered and highly productive agrarian-urban societies to a world with regions of extreme overpopulation and overuse of life support systems, so that vulnerability to climatic-environmental changes and extreme events is again increasing? This question cannot be fully answered in our present state of knowledge, but at least we can try to illustrate, with three case studies from different continents, time periods and ecosystems, some fundamental changes in the relationship between natural processes and human activities that occur, as we pass from a nature-dominated to a human dominated environment. 1. Early-mid Holocene: Nature dominated environment - human adaptation, mitigation, and migration. In the central Andes, the Holocene climate changed from humid (10.800-8.000 BP) to extreme arid (8.000-3.600 BP) conditions. Over the same period, prehistoric hunting communities adopted a more sedentary pattern of resource use by settling close to the few perennial water bodies, where they began the process of domesticating camelids around 5.000 BP and irrigation from about 3.100 BP. 2. Historical period: An agrarian society in transition from an 'enduring' to an innovative human response. Detailed documentary evidence from Western Europe may be used to reconstruct quite precisely the impacts of climatic variations on agrarian societies. The period considered spans a major transition from an apparently passive response to the vagaries of the environment during the 16<sup>th</sup> century to an active and innovative attitude from the onset of the agrarian revolution in the late 18<sup>th</sup> century through to the present day. The associated changes in technology and in agricultural practices helped to create a society better able to survive the impact of climatic extremes. 3. The present day: A human dominated environment with increasing vulnerability of societies and economies to extreme events and natural variability. The third example, dealing with the history and impact of floods in Bangladesh, shows the increasing vulnerability of an over-exploited and human-dominated ecosystem. Measurements exist for a short time only (decades), historical data allow a prolongation of the record into the last century, and paleo-research provides the long-term record of processes operating over millennia. The long-term paleo-perspective is essential for a better understanding of future potential impacts on an increasingly human-dominated environment. Understanding today's global change processes calls for several new perspectives and synergisms: the integration of biophysically oriented climate change research with research about the increasingly dominant processes of human forcing, a focus on overexploited or limited natural resources and on vulnerable and critical regions, fuller use of our understanding of variability on a range of different timescales: 'The present without a past has no future'.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Tres estudios de caso ilustran los cambios en la relación entre los procesos naturales y las actividades humanas al pasar de un determinismo ambiental a un ambiente regido por la actividad humana. Esta perspectiva es fundamental para comprender los impactos futuros de un ambiente progresivamente más dominado por el hombre.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 251

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 2004

Título	Modelización de la deformación extensional ocasionada por el avance catastrófico (surge) del glaciar Horcones Inferior, Aconcagua, Mendoza
Autor (es)	Milana, J.
Nombre completo de la revista o libro	Revista de la Asociación Geológica Argentina
Referencias	2004, Volumen 59, No. 2, pp 167-177
Palabras clave	Glaciar, Surge, Deformación extensional, Aconcagua
Resumen	<p>El surge del glaciar Horcones Inferior, ocurrido en el año 1985, brinda una oportunidad única para analizar los mecanismos de este avance catastrófico. Esto es debido a que previo al surge, el glaciar mostraba una cubierta continua de detritos sobre el hielo, que al dislocarse facilitó la observación de bloques igualmente rotados en el glaciar, señalando un posible sistema de fallas en dominó. La inclinación de las fallas limítrofes y la rotación de los bloques permiten conocer la cantidad de estiramiento sufrido por un sistema de fallas planares. La reducción del espesor del glaciar y la depresión de la superficie topográfica provocada por el surge, brindan un segundo control del estiramiento. Por otra parte, el avance registrado, da un valor mínimo de estiramiento general del sistema. Sin embargo, el modelo de dominó no explica satisfactoriamente el estiramiento observado. En cambio, aplicando un modelo que explica la rotación similar en cada bloque por un importante grado de cizalla interna en los mismos, se interpretó que la deformación ocurrió por un sistema de fallas rotacionales lítricas. La deformación del glaciar por un sistema de fallas extensionales conectadas a un despegue basal, explica su rápido avance, y además provee una explicación de este colapso gravitacional, el cual se produjo al adquirir un perfil crítico debido a la acumulación de masa en la parte superior, origen de la inestabilidad. Al comenzar el fracturamiento del glaciar, el sistema de drenaje subglacial normalmente caracterizado por túneles, se habría modificado hacia un sistema de cavidades interconectadas. Este es el mecanismo aceptado para explicar el mantenimiento de la alta velocidad de flujo glaciar. Alternativamente, el sistema podría haber evolucionado a un mecanismo, aún poco conocido, de flujo intergranular a alta presión en el till basal.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Glaciares rocosos

**Nº:** 252  
**FECHA:** 2008

Título	Diferencias mecánicas e hídras del permafrost en glaciares de roca glaciogénicos y criogénicos, obtenidas de datos sísmicos en El Tapado, Chile.
Autor (es)	<b>Milana, J. P. and Güell A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Revista de la Asociación Geológica Argentina
Referencias	2008. Volume:63 (3) Pages: 310 – 325
Palabras clave	Permafrost; Glaciar de roca; Sísmica de refracción; El Tapado.
Resumen	<p>Los glaciares de rocas son importantes reservas hídras permanentes en las cuencas de drenaje de alta montaña en zonas áridas. En este estudio se muestran los resultados de la sísmica de refracción aplicada a dos glaciares de rocas adyacentes pertenecientes al sistema de glaciares de El Tapado, en la cuenca del Elqui, Chile. Un glaciar de rocas, denominado glaciogénico proviene de la transformación de un glaciar cubierto que muestra un núcleo de hielo masivo producto de su génesis a partir de un glaciar convencional. El otro glaciar de rocas es más pequeño y es originado en un circo con alimentación debida a avalanchas de nieve y roca, por lo que se interpretó como de tipo criogénico. Las diferencias genéticas de ambos glaciares no se reflejan en disímiles estructuras de las lenguas terminales de ambos glaciares de rocas, pero muestran importantes diferencias en las características internas determinadas por la sísmica de refracción. Estas se resumen en tres aspectos que son: 1) la capa activa del glaciar de rocas criogénico es mucho mas espesa que en el glaciogénico (11 m vs. 4 m), 2) La velocidad de las ondas P en el <i>permafrost</i> del glaciar de rocas glaciogénico es casi el doble (3.146 m/s vs. 1.662 m/s) a pesar que la velocidad en la capa activa es casi idéntica (c. 330 m/s), lo que sugiere mucha mas concentración de hielo en el <i>permafrost</i> del glaciar de rocas glaciogénico y 3) el aumento de velocidad a lo largo de la capa refractada sugiere que la interfase entre capa activa y <i>permafrost</i> es gradual en el glaciar de rocas criogénico y abrupta en el glaciogénico. Por otra parte, se detectaron parches de alta velocidad en el glaciogénico de hasta 4.200 m/s que en este ambiente sugiere hielo puro. Comparando estos resultados con otros de la región se observa una buena coherencia, indicando que existe una marcada tendencia de los glaciares de rocas glaciogénicos a presentar un <i>permafrost</i> mucho más rico en hielo. También se demuestra la utilidad del método sísmico de refracción para estimar proporciones de hielo en el <i>permafrost</i> indicando que es una herramienta invaluable no sólo para estudios de reservas hídras sino también para geotécnicos. Este estudio también sustenta que los glaciares de rocas pueden tener diferentes orígenes (glaciogénicos o criogénicos) a pesar de encontrarse adyacentes y mostrar la misma estructura externa, tema que ha sido debatido en numerosas oportunidades.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 253  
**FECHA:** 2007

Título	Cambios glaciares y forzante climático en décadas recientes en el Gran Campo Nevado, Patagonia austral
Autor (es)	<b>Möller M., Schneider C. &amp; Kilian R.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2007. Volume: 46 Pages: 136-144
Palabras clave	Chile; Gran Campo Nevado; Magallanes; South America
Resumen	<p>Digital terrain models of the southern Chilean ice cap Gran Campo Nevado reflecting the terrain situations of the years 1984 and 2000 were compared in order to obtain the volumetric glacier changes that had occurred during this period. The result shows a slightly negative mean glacier change of 3,80 m. The outlet glacier tongues show a massive thinning, whereas the centre of the ice cap is characterized by a moderate thickening. Thus a distinct altitudinal variability of the glacier change is noticed. Hypothetically this could be explained by the combined effects of increased precipitation and increased mean annual air temperature. Both to verify and to quantify this pattern of climatic change, the mean glacier change as well as its hypsometric variation are compared with the results of a degree-day model. The observed volumetric glacier change is traced back to possible climate forcing and can be linked to an underlying climate change that must be comparable with the effects of a precipitation offset of at least 7-8% and a temperature offset of around 0,3 K compared to the steady-state conditions in the period 1984-2000.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Modelos digitales de terreno del Gran Campo Nevado de 1984 y 2000 se compararon con el fin de obtener los cambios volumétricos. El resultado muestra un ligero cambio negativo; 3,80 m. Las lenguas glaciares muestran adelgazamiento, mientras a mayor altura se detecta un moderado engrosamiento, lo que puede explicarse por el efecto combinado de aumento de las precipitaciones e incremento de temperaturas medias anuales. Estos resultados se contrastan con un modelo grado-día. Los cambios volumétricos son atribuidos a un forzante climático equivalente a una variación del al menos 7-8% en la precipitación y de 0,3 K en la temperatura respecto a la condiciones entre 1984 y 2000.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 254  
**FECHA:** 2000

Título	Seasonal diagnostic and predictability of rainfall in subtropical South America based on Tropical Pacific SST.
Autor (es)	<b>Montecinos A., Diaz A., and P. Aceituno.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Climate
Referencias	Volume 13, pages 746 – 758
Palabras clave	Pacific SST, South America, ENSO, rainfall predictability
Resumen	<p>The seasonality of the simultaneous relationship between tropical Pacific SST and rainfall, as well as rainfall predictability one season in advance in subtropical South America (25°-40°S), is studied using different multivariate techniques. This study shows that ENSO-related rainfall anomalies in subtropical South America are restricted mostly to regions on the eastern and western sides of the continent and mainly during the second half of the year. The relationship is almost exclusively of the warm-wet/cold-dry type, but a more widespread impact is found when anomalously warm conditions prevail in the equatorial Pacific. A spatially coherent region with a significant warm-wet/cold-dry signal is detected in southeastern South America during austral spring (October-November), including southern Brazil, southern Paraguay, Uruguay, and eastern Argentina. This signal moves inland toward the west from spring to early summer. During late winter (July-August), a similar SST-rainfall relationship is found in subtropical Chile and southern Brazil. In Chile, a southward propagation of the signal is observed from winter to spring. Most significant ENSO-related rainfall anomalies seem to occur after the maximum in the precipitation annual cycle. The combined analysis of seasonal diagnostics and predictability of rainfall show that the seasonal rainfall predictability in subtropical South America based on tropical Pacific SST to a greater extent is restricted to a specific time of the year and regions that broadly coincide with those where the simultaneous SST-rainfall relationship is significant. This fact suggests that persistence of tropical Pacific SST anomaly is the major source of seasonal rainfall predictability in this region, when SST is used as a predictor.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se estudia relación de la TSM del Pacífico tropical y las precipitaciones, así como la predicción de una temporada de lluvia en los países subtropicales de América del Sur (25°-40° S) con análisis multivariado. Hay una señal del tipo cálido-húmedo/frío-seco en el sudeste durante la primavera austral (octubre-noviembre), incluyendo el sur de Brasil y Paraguay, Uruguay, y el este de Argentina. Esta señal se desplaza al interior desde la primavera hasta principios del verano. Durante fines de invierno (julio-agosto), una similar relación de SST precipitaciones se encuentra en zona subtropical de Chile y sur de Brasil. En Chile, la propagación hacia el sur de la señal se observa a partir del invierno a la primavera.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 255  
**FECHA:** 2003

Título	Seasonality of the ENSO-Related rainfall variability in Central Chile and associated circulation anomalies
Autor (es)	Montecinos, A., and P. Aceituno
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Climate
Referencias	Volume 16, pages 281–296.
Palabras clave	Atmospheric circulation; climate effect; El Niño-Southern Oscillation; precipitation (climatology); sea surface temperature
Resumen	<p>The seasonality of the ENSO-rainfall relationship in central Chile (30°-41°S) and associated circulation anomalies are studied using correlation and compositing techniques. During El Niño episodes there is a tendency for the occurrence of above-average precipitation between 30° and 35°S in winter [June-July-August (JJA)] and from 35° to 38°S in late spring [October-November (ON)] while rainfall deficit is typically observed from around 38° to 41°S during the following summer [January-February-March (JFM)], when El Niño reaches its maximum development. Opposite rainfall anomalies are characteristic during La Niña events. This study confirms results from previous investigations indicating that enhanced blocking activity over the Amundsen-Bellingshausen Seas area in the southeastern (SE) Pacific during El Niño is a key feature explaining the wet conditions in winter. It is also shown that the same circulation anomaly explains the relatively wet conditions in late spring in the 35°-38°S region during El Niño episodes. Furthermore, the southward displacement from winter to late spring of the area with significant ENSO-related rainfall anomalies seems associated with the seasonal migration of the boundary separating the region under the influence of the subtropical domain from the extratropical domain, where the westerly regime and associated disturbances prevail. Blocking episodes in the SE Pacific during El Niño seem to be part of a wave structure, particularly intense during spring, characterized by a sequence of positive and negative quasi-barotropic height anomalies stretching southeastward from the equator toward the SE Pacific and back to the southwestern Atlantic. On the other hand, anomalously dry conditions in winter and late spring during La Niña are favored by long-lasting and intense ridges at subtropical latitudes over the SE Pacific and South America resulting in a southward migration of the midlatitude storm tracks. In summer, a higher frequency of ridges in the southern tip of the South America during El Niño episodes presumably contributes to reinforcement of the southern edge of the subtropical anticyclone in the SE Pacific, which at this time of the year reaches its southernmost position, resulting in the annual rainfall minimum. On the other hand, an increased frequency of cyclonic circulation anomalies crossing the southern tip of the continent is associated with relatively wet conditions in southern-central Chile, particularly during La Niña events.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Durante los episodios El Niño hay una tendencia a ocurrencia de precipitaciones sobre el promedio en 30-35°S en invierno (JJA) y en 35-38°S a fines de primavera (ON), mientras que se observa déficit en 38-41°S durante el verano siguiente (EFM), cuando El Niño alcanza su máximo desarrollo. Se observan las anomalías contrarias en años La Niña. Este estudio confirma una mayor actividad de bloqueo anticiclónico en el sector del mar de Amundsen y Bellingshausen durante El Niño, lo que es clave para explicar las condiciones húmedas en invierno.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 256  
**FECHA:** 2005

Título	Resolución N° 743, Fija tabla de equivalencias entre caudales de agua y usos que refleja las prácticas habituales en el país en materia de aprovechamiento de agua
Autor (es)	<b>MOP</b>
Nombre completo de la revista o libro	Resolución N° 743
Referencias	<a href="http://www.dga.cl/otros/documentos/res743.pdf">http://www.dga.cl/otros/documentos/res743.pdf</a>
Palabras clave	Resolución – Caudales – Agua
Resumen	Debido a la necesidad de implementar la reforma legal del Código de Aguas, mediante la elaboración y aprobación de una tabla de equivalencia entre caudales de agua y usos, para que refleje las prácticas habituales en el país en materia de aprovechamiento de aguas.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Vulcanismo, Riesgos

**Nº:** 257  
**FECHA:** 1993

Título	Volcán Villarrica: Geología y Riesgo Volcánico, Regiones IX y X, 39° 25' S. Mapa geológico 1:50,000 y mapa de riesgo volcánico 1:50,000
Autor (es)	<b>Moreno, H.</b>
Nombre completo de la revista o libro	SERNAGEOMIN e INTENDENCIA IX REGIÓN
Referencias	Page 116
Palabras clave	Volcán Villarrica – Geología – Riesgo volcánico
Resumen	<p>El volcán Villarrica es un centro eruptivo del Pleistoceno Medio a Holoceno ubicado en los Andes del Sur de Chile (39,5°S). Durante su etapa temprana de evolución (Unidad Villarrica 1, Pleistoceno Medio a Superior) un estratovolcán ancestral fue construido esencialmente a través de la emisión de lavas basálticas a andesítico-basálticas, lahares, flujos y caída de piroclásticos. Hace ca. 100 ka este edificio ancestral colapsó parcialmente y generó una caldera de forma elíptica de 6,5 por 4,2 km de diámetros (Caldera 1). Con posterioridad (95-14 ka) y durante la Glaciación Llanquihue, fueron emitidas tanto lavas andesítico basálticas subglaciales como extensos flujos piroclásticos y caída de piroclastos, de composiciones andesítico-basálticas y dacíticas (y mezcladas), así como un conjunto de domos y diques dacíticos, aunque no hay evidencias claras de que durante este período se haya vuelto a construir un estratovolcán. Un segundo colapso, anidado en el anterior, ocurrió hace ca. 14 ka (Caldera 2), con la generación de una serie de flujos piroclásticos de gran envergadura, incluyendo la voluminosa Ignimbrita Licán (ca. 10 km<sup>3</sup>), lo que marcó un aumento en la explosividad eruptiva. Un nuevo estratovolcán comenzó a edificarse en el borde noroccidental de las calderas 1 y 2, a través de sucesivas erupciones efusivas y explosivas (Unidad Villarrica 2, 13.850-3.700 años AP). A los 3.700 años AP, la parte superior de este edificio colapsó, y formó una caldera somital, circular, de 2,2 km de diámetro (Caldera 3), asociada a la erupción de la Ignimbrita Pucón (ca. 5 km<sup>3</sup>), que marcó el término de la Unidad Villarrica 2. Poco después del colapso, un nuevo cono comenzó a edificarse dentro de la caldera somital. Este cono se ha construido, y continúa construyéndose, a través de una sucesión de erupciones efusivas y explosivas (Unidad Villarrica 3, 3.700 años AP al Presente). El último evento importante explosivo generador de flujos piroclásticos ocurrió hace ca. 530 años AP, con la generación de un pequeño flujo piroclástico dirigido hacia el flanco norte del volcán. La actividad histórica del volcán Villarrica, sin embargo, se ha caracterizado esencialmente por episodios de baja explosividad (hawaiiano a estromboliano), con la ocurrencia en el interior del cráter de un pequeño lago de lava casi permanente, de profundidad variable, con actividad fumarólica continua.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Vulcanismo, Riesgos

**Nº:** 258  
**FECHA:** 2000

Título	Mapa de Peligros Volcánicos del volcán Villarrica.
<b>Autor (es)</b>	<b>Moreno, H.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Documentos de trabajo #17
Referencias	Servicio Nacional de Geología y Minería, escala 1:75.000
Palabras clave	Volcán Villarrica – Peligros volcánicos – Mapa
Resumen	Mapa de peligros volcánicos asociados al volcán Villarrica, escala 1:75.000.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Volcanismo

**Nº:** 259  
**FECHA:** 2004

Título	Osorno and Calbuco volcanoes
Autor (es)	Moreno, H.
Nombre completo de la revista o libro	IAVCEI General Assembly 2004
Referencias	2004. Field Guide, C4, 14.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Vulcanismo**

**Nº: 260**  
**FECHA: 2006**

Título	Geología del área del Volcán Villarrica.
Autor (es)	<b>Moreno, H. and J. Clavero.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Servicio Nacional de Geología y Minería, Serie Geología Básica, Carta Geológica de Chile
Referencias	No. 98, escala 1:50.000
Palabras clave	Volcanismo – Villarrica – Geología
Resumen	<p>El volcán Villarrica es un centro eruptivo del Pleistoceno Medio a Holoceno ubicado en los Andes del Sur de Chile (39,5°S). Durante su etapa temprana de evolución (Unidad Villarrica 1, Pleistoceno Medio a Superior) un estratovolcán ancestral fue construido esencialmente a través de la emisión de lavas basálticas a andesítico-basálticas, lahares, flujos y caída de piroclásticos. Hace ca. 100 ka este edificio ancestral colapsó parcialmente y generó una caldera de forma elíptica de 6,5 por 4,2 km de diámetros (Caldera 1). Con posterioridad (95-14 ka) y durante la Glaciación Llanquihue, fueron emitidas tanto lavas andesítico basálticas subglaciales como extensos flujos piroclásticos y caída de piroclastos, de composiciones andesítico-basálticas y dacíticas (y mezcladas), así como un conjunto de domos y diques dacíticos, aunque no hay evidencias claras de que durante este período se haya vuelto a construir un estratovolcán. Un segundo colapso, anidado en el anterior, ocurrió hace ca. 14 ka (Caldera 2), con la generación de una serie de flujos piroclásticos de gran envergadura, incluyendo la voluminosa Ignimbrita Licán (ca. 10 km<sup>3</sup>), lo que marcó un aumento en la explosividad eruptiva. Un nuevo estratovolcán comenzó a edificarse en el borde noroccidental de las calderas 1 y 2, a través de sucesivas erupciones efusivas y explosivas (Unidad Villarrica 2, 13.850-3.700 años AP). A los 3.700 años AP, la parte superior de este edificio colapsó, y formó una caldera somital, circular, de 2,2 km de diámetro (Caldera 3), asociada a la erupción de la Ignimbrita Pucón (ca. 5 km<sup>3</sup>), que marcó el término de la Unidad Villarrica 2. Poco después del colapso, un nuevo cono comenzó a edificarse dentro de la caldera somital. Este cono se ha construido, y continúa construyéndose, a través de una sucesión de erupciones efusivas y explosivas (Unidad Villarrica 3, 3.700 años AP al Presente). El último evento importante explosivo generador de flujos piroclásticos ocurrió hace ca. 530 años AP, con la generación de un pequeño flujo piroclástico dirigido hacia el flanco norte del volcán. La actividad histórica del volcán Villarrica, sin embargo, se ha caracterizado esencialmente por episodios de baja explosividad (hawaiiano a estromboliano), con la ocurrencia en el interior del cráter de un pequeño lago de lava casi permanente, de profundidad variable, con actividad fumarólica continua.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Vulcanismo**

**Nº: 261**  
**FECHA: 1994**

Título	Actividad explosiva postglacial del volcán Villarrica, Andes del Sur.
Autor (es)	<b>Moreno, H., J. Clavero and L. Lara.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Abstracts VIIth Chilean Geological Congress
Referencias	Concepción.
Palabras clave	Volcanismo – Villarrica – Estratigrafía
Resumen	<p>El volcán Villarrica es un voluminoso complejo volcánico de la Zona Volcánica Sur de los Andes. El edificio volcánico cubre un área de ca. 700 km<sup>2</sup> y alcanza un volumen de ca. 250 km<sup>3</sup>. Corresponde a un estratovolcán compuesto, constituido esencialmente por un edificio antiguo erodado y truncado por una caldera elíptica, en cuyo borde noroccidental se construyó el cono principal más joven de 2.847 m. La actividad del volcán Villarrica se ha desarrollado durante el Pleistoceno Superior y el Holoceno, aparentemente en forma continúa. Históricamente se han registrado 59 erupciones desde el año 1558, la última de las cuales ocurrió en 1984. Estudios anteriores del volcán se han referido a la actividad eruptiva efusiva del volcán desde un punto de vista geoquímico y petrológico. El volcán Villarrica presenta una estratigrafía muy compleja, debido a la alternancia de lavas, lahares, depósitos piroclásticos de caída y de flujo. Considerando criterios morfoestructurales y cronoestratigráficos se ha definido tres unidades geológicas evolutivas (Villarrica 1, 2 y 3), siendo la primera la de mayor duración y volumen. Las unidades Villarrica 2 y 3 corresponden a las unidades postglaciales que han revelado una historia eruptiva explosiva, hasta ahora desconocida del volcán.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Inventario

**Nº:** 262  
**FECHA:** 1977

Título	Instructions for a compilation and assemblage of data for a World Glacier Inventory
Autor (es)	Müller, F., Caflisch, T. and G. Müller
Nombre completo de la revista o libro	Temporal Technical Secretariat for the World Glacier Inventory (TTS/WGI)
Referencias	1977. Zürich, 28 p.
Palabras clave	World Glacier Inventory – UNESCO – guidelines – supplementations
Resumen	<p>The UNESCO/IASH publication “Perennial ice and snow masses” (Technical Papers in Hydrology, NO.1, Paris, 1970) constituted the first guide for a World Glacier Inventory. To promote and coordinate this work UNESCO, UNEP, IUGG, IAHS and ICSI have set up the Temporary Technical Secretariat (ITS) for the World Glacier Inventory at the Department of Geography, Swiss Federal Institute of Technology (ETH) in Zürich. The present “Instructions for Compilation and Assemblage of Data for a World Glacier Inventory” consist essentially of the guidelines already mentioned but, in addition, contain refinement and supplementations. They can also be applied to large parts of the Antarctic and to Greenland, but investigators should get in touch with the TTS before they start to work those areas.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La publicación de UNESCO/IASH “Masas de hielo y nieve perennes” (artículo técnico en hidrología) constituyó la primera guía para un Inventario Mundial de Glaciares. Para promover y coordinar este trabajo UNESCO, UNEP, IUGG, IAHS y ICSI tuvieron que establecer un Secretariado Técnico Temporal (ITS) para un Inventario Mundial de Glaciares en el Departamento de Geografía, en el Instituto Federal Tecnológico de Suiza (ETH) en Zürich. Este artículo consiste esencialmente en pautas ya mencionadas, pero contiene además mejoras y suplementos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro – Sur – Austral

Nº: 263

TEMA: Otros

FECHA: 1994

Título	El código de aguas de La República de Chile, en el marco de una economía social de mercado
Autor (es)	Muñoz, J.
Nombre completo de la revista o libro	In: Garduño, H. and F. Arreguin-Cortés.eds. Uso Eficiente del Agua, Montevideo, UNESCO/ ORCYT
Referencias	1994. pp 323-332.
Palabras clave	Código de aguas - derechos - legislación
Resumen	<p>La actual legislación de Aguas de la República de Chile, que rige a partir del año 1981, está adecuada dentro del marco de una economía social de mercado. Mediante la presente ponencia se pretende analizar y comentar cuál es el ámbito y orientación general del actual Código de Aguas, especialmente el aspecto relacionado con la orientación económica dada. Se pretende en definitiva indicar sobre que bases económicas teóricas se orientó el sistema de asignación de los derechos de aprovechamiento de aguas, cuales han sido sus consecuencias prácticas y finalmente indicar cuales son las bases para formular una nueva Política Nacional de Aguas, que tome en consideración los intereses superiores de la Nación, conciliandolo con el legítimo interés de los privados. Identificar, analizar y caracterizar bases actuales del código de aguas para formular una nueva Política Nacional de Aguas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 264  
**FECHA:** 2002

Título	E-drologie, Cours d'Hydrologie Générale
Autor (es)	Musy, A., Favre, A., Gillardin, A., Higy, C., Picouet, C. and S. Pugin
Nombre completo de la revista o libro	Lausanne, Département de Génie Rural. Laboratoire d'Hydrologie et Aménagement (IATE/HYDRAM)
Referencias	2002
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 265  
**FECHA:** 1985

Título	Glaciological studies in Patagonia Northern Icefield 1983-1984
Autor (es)	<b>Nakajima, C. (ed.)</b>
Nombre completo de la revista o libro	Data Center for Glacier Research, Japanese Society of Snow and Ice, Japan
Referencias	1985. 133 p.
Palabras clave	Patagonia Northern Icefield - climatic change - World Meteorological Organization
Resumen	<p>The study of global climatic change is very important for management of water resources and disaster prevention, and is one of the most serious topics of the World Meteorological Organization (W.M.O.) Between climatic changes and glacier variations there are initiate relations. The glaciers in Patagonia, South America, have the character of temperate glaciers, showing sensitive variations to short-range climatic changes. Thus, the study of glaciers in this region is very important in order to see the relationship between climatic changes and glacier variations. However, very little research has been done in this area due to its inaccessibility. Patagonian glaciers are temperate glaciers because of the climatic conditions in this area. Normally, a belt of high pressures crosses South America at about 35°S in the annual mean surface weather chart. Further south, over Patagonia, a steep N-S pressure gradient corresponding to the upper westerly jet stream induces strong westerly humid winds over Patagonia. Thus, the western side of the Patagonian Andes has a large amount of precipitation, while the eastern side has little precipitation. This high pressure belt fluctuates in latitudes from season to season and from year to year. Some of our members made the preliminary observations in Patagonia in 1967-69. Based on their experience, we planned research on hydrological, meteorological, meteorological and glaciological characteristics of glaciers for the austral summer of 1983-84 and 1985-86. These factors control the mass balance of the glacier. In the first phase, we selected outlet glaciers located on the western and eastern side fo the Patagonia Nothern Icefield (Hielo Patagónico Norte) as the main research areas. These glaciers are the San Rafael Glacier (western) and Soler and Nef Glaciers (eastern). Comparison between conditions on the windward and leeward sides of the ice-covered mountain-range is one of the most important purposes of our project.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El estudio del cambio climático es muy importante para la gestión del recurso agua y la prevención de desastres, y es uno de los temas más serios del World Meteorological Organization (W.M.O.). Los glaciares en Patagonia, Sudamérica, se caracterizan por ser temperados, mostrando sensibles variaciones a los cambios climáticos a corto plazo. Así, el estudio de glaciares en esta región es muy importante para ver la relación entre cambio climático y variaciones de los glaciares.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Volcanismo

**Nº:** 266  
**FECHA:** 2004

Título	August-September 2003 small vulcanian eruption at the Nevados de Chillán Volcanic Complex (36°50'S), Southern Andes (Chile)
Autor (es)	<b>Naranjo, J.A. and L. Lara</b>
Nombre completo de la revista o libro	Revista Geológica de Chile
Referencias	2004. Vol. 31, No. 2, pp 359-366.
Palabras clave	Erupción 2003; Bajo IEV; Fisura; Nevados de Chillán.
Resumen	<p>Durante los meses invernales de agosto y septiembre de 2003 ocurrió una pequeña erupción (IEV=0-1) en la fisura de 9 km de largo del Complejo Volcánico Nevados de Chillán (36°50'S), que incluye a los volcanes Nuevo (formado entre 1906 y 1945) y Arrau (formado entre 1973 y 1986). La erupción fue advertida únicamente por los lugareños y los visitantes del centro invernal situado a los pies del volcán. La semana del 20 al 27 de agosto 2003 se produjeron eventos explosivos de baja magnitud con columnas de gas y ceniza de color pardo-grisáceo y blanco que alcanzaron alturas de 400 a 500 m con períodos de 20 a 25 minutos. Después de la primera semana las explosiones se hicieron más esporádicas ocurriendo a intervalos de 2 a 3 días. Los fuertes vientos predominantes del norte dispersaron la baja columna eruptiva hacia el SSE hasta el final de la erupción a mediados de septiembre. Como resultado se formó un nuevo cráter compuesto en el portezuelo entre los jóvenes volcanes Nuevo y Arrau. El nuevo doble cráter fisural está rodeado por un sector de intensas fumarolas cercano al volcán Nuevo, sugiriendo la reactivación de la actividad en el complejo. Ocurrió una pequeña erupción, entre agosto y septiembre de 2003, del Complejo Volcánico Nevados de Chillán. Se formó un nuevo cráter compuesto en el portezuelo entre los jóvenes volcanes Nuevo y Arrau.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Vulcanismo

**Nº:** 267  
**FECHA:** 2004

Título	Laharic debris-flows from Villarrica Volcano
Autor (es)	<b>Naranjo, J.A. and H. Moreno</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Villarrica Volcano (39.5°S), Southern Andes, Chile, Eds. Lara, L.E. and J. Clavero.
Referencias	Santiago, Sernageomin, 61, 28-45.
Palabras clave	Lahar – debris flow – Villarrica Volcano
Resumen	<p>The Villarrica volcano (2.847 m a.s.l.) is one of the most active Andean volcanoes being a perfect cone of basalts to basaltic-andesites. The 200 m across open crater has an active fumarolic lava-lake. An extensive glacier fills an older caldera and partially covers the Holocene cone. Snow covers most of the volcano from May to October, up to 20 m thick around the summit. Lava eruptions have taken place, sporadically, through the main crater at low effusion rates (~500 m/s as in 1971). One of the most hazardous places around the volcano is Pucón town, 10 km north, built on top of historic (1908) and recent laharic deposits. Within the XX century, six big lahars have occurred. Also, debris remobilization by heavy rains is common and their effects are significant. Fissure orientation in the crater rim defines the most probable lahar flow directions, with high effusion rates as a triggering condition. Finally, a source of coarse debris and a suitable channel slope are the driving factors for the resulting damage of the neighbouring areas.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El volcán Villarrica (2.847 m.s.n.m) es uno de los volcanes más activos de los Andes, con un cono perfecto de basaltos a andesitas-basálticas. Un extenso glaciar cubre una antigua caldera y parcialmente el cono. Erupciones lávicas han tomado lugar esporádicamente a través del cráter principal, siendo Pucón el lugar más peligroso producto de recientes depósitos laháricos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Vulcanismo

**Nº:** 268  
**FECHA:** 1993

Título	La erupción del Volcán Hudson en 1991 (46°S), Región XI, Aysén, Chile
Autor (es)	Naranjo, J., Moreno, H., & N. Bamks.
Nombre completo de la revista o libro	SERNAGEOMIN
Referencias	Boletín 44, 1–50.
Palabras clave	Volcanismo – Geología – Volcán Hudson
Resumen	El volcán Hudson posee escasos antecedentes sobre la actividad eruptiva, pero en agosto de 1991 inició un nuevo ciclo eruptivo, que se repitió en octubre de 1991, con generación de flujos de lavas y laháricos.



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Volcanismo

**Nº:** 269  
**FECHA:** 1986

Título	Eruption of the Nevado del Ruiz Volcano, Colombia, on 13 November 1985: tephra fall and lahars
Autor (es)	Naranjo, J.L., Sigurdsson, H., Carey, S.N. and W. Fritzl
Nombre completo de la revista o libro	Science
Referencias	1986. Vol. 233, No. 4767, pp 961-963
Palabras clave	Plinian – pyroclastic flow - lahars
Resumen	<p>A small Plinian eruption of the Nevado del Ruiz volcano in Colombia ejected <math>3,5 \times 10^{10}</math> kilograms of mixed dacite and andesite tephra on 13 November 1985, with a maximum column height of 31 kilometers above sea level. Small pyroclastic flows and surges, generated during the initial stage of the eruption, caused surface melting of approximately 10% of the volcano's ice cap, leading to meltwater floods. The erosive floods incorporated soils and loose sediments from the volcano's flanks and developed into lahars, which claimed at least 25.000 lives.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La erupción Pliniana del Nevado del Ruiz (Colombia) generó un pequeño flujo piroclástico que causó el derretimiento de la capa de nieve originando un lahar que mató a 25.000 personas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujo de hielo

**Nº:** 270  
**FECHA:** 1985

Título	Flow of Soler Glacier and San Rafael Glacier
Autor (es)	Naruse R.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciological Research
Referencias	1985. Volume: 3, Pages: 64-69
Palabras clave	Soler glacier, San Rafael glacier, ice flor, velocities
Resumen	<p>Measurements of glacial flow were made by a triangulation survey on Soler and San Rafael Glaciers in the Patagonia Northern Icefield during November and December, 1983. Surface flow velocities obtained for Soler Glacier are 2,3 m/d at the upper reach of the ablation area and 0,23 m/d near the terminus of the glacier; those for San Rafael Glacier are 13 m/d at the point 1 km from the terminus and 17 m/d at the calving front. Velocity distributions are discussed on the basis of the continuity equation. Decreasing velocity down-glacier in San Rafael Glacier is considered to result mainly from the increase in number and spacing of crevasses toward the glacial front.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Mediciones de flujo de glaciares Soler y San Rafael en noviembre y diciembre de 1983. La velocidad de flujo en el Soler es de 2,3 m/d en el tramo superior de la zona de ablación y 0,23 m /d, cerca del término, y en San Rafael es de 13 m/d a 1 km del término y de 17 m/d en el frente desprendente.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujo de hielo

**Nº:** 271  
**FECHA:** 1987

Título	Characteristics of ice flow of Soler Glacier, Patagonia
Autor (es)	<b>Naruse R.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciari Research
Referencias	1987. Volume: 4, Pages: 79-85
Palabras clave	Soler glacier, ice flor, basal sliding
Resumen	<p>Glacial flow was measured by a triangulation survey on Soler Glacier in the Northern Patagonia Icefield during October to November, 1985. Surface flow velocities showed 1,5 m/d at the upper reach of the ablation area and 0,2 m/d near the glacier terminus. Velocity distributions obtained at 21 points are discussed on the basis of the continuity condition with the ice thickness profiles and ablation data. The difference of ice discharges through vertical cross sections between the upper and the middle reach was evaluated as approximately the same value as the total amount of surface melting in the area between the two cross sections. This results implies that the glacier thickness did not change with time in the observation period from the end of October to early December. Short-term variations of the flow velocity were also obtained near the glacier terminus: the maximum flow rate was found to be three times the minimum value. These results indicate a major contribution of basal sliding to the glacier flow.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Flujo del glaciar Soler durante octubre-noviembre 1985. Velocidades en superficie de 1,5 m/d en el tramo superior de la zona de ablación y 0,2 m/d cerca del frente. Distribuciones de velocidad obtenida en 21 puntos se discuten sobre la base de la condición de continuidad con los perfiles de espesor de hielo y los datos de la ablación. Variaciones de corto plazo de la velocidad también se obtuvieron cerca del frente del glaciar: la tasa de flujo máxima resultó ser tres veces el valor mínimo. Estos resultados indican una importante contribución del deslizamiento basal al flujo glaciar.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujo de hielo, variaciones

**Nº:** 272  
**FECHA:** 1987

Título	Flow and surface structure of Glaciar Tyndall, the Southern Patagonia Icefield.
Autor (es)	Naruse R., Peña H., Aniya M. & Inoue J.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciar Research
Referencias	1987. Volume: 4, Pages: 133-140
Palabras clave	Tyndall glacier, ice flow, velocities, ice surface structure
Resumen	<p>Glacial flow was measured for three days from November 30 to December 2, 1985, along a transverse line extending halfway across the 8-km-wide upper ablation area of Tyndall Glacier, one of the outlets of the Southern Patagonia Icefield. The flow velocity of 0,1 m/d observed near the left lateral margin increased with the distance away from it to 1,9 m/d near the medial moraine which constituted the central axis of the glacier. Characteristics of the surface structure and the recent glacier variation were also discussed from the results of the field observations and analyses of air photographs taken in 1944/5, 1975 and 1985.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se midió el flujo glaciar a partir de noviembre 30 a diciembre 2, 1985, a lo largo de una línea transversal en la zona de ablación del Glaciar Tyndall, Campo de Hielo Sur de la Patagonia. La velocidad de flujo es de 0,1 m/d cerca del margen lateral izquierdo aumentando con la distancia hasta 1,9 m/d cerca de la morrena central del glaciar. Se analizan las características de la estructura de la superficie y su variación reciente de acuerdo a las observaciones de terreno y fotografías aéreas tomadas en 1944/5, 1975 y 1985.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales

**N°:** 273  
**FECHA:** 1995

Título	Recent variations of calving glaciers in Patagonia, South America, revealed by ground surveys, satellite-data analyses and numerical experiments
Autor (es)	<b>Naruse R., Aniya M., Skvarca P., and Casassa G.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2005, Volume: 21, pages: 297-303
Palabras clave	Volumetric variations, Patagonia Icefields, mass balance, numerical models, Landsat, Spot, Salyut-6
Resumen	<p>Large retreats were revealed for most glaciers in Patagonia, South America, by analyzing satellite images and air photographs. For example, Glaciar O'Higgins retreated 13 km during 41 years from 1945 to 1986 and Glaciar Upsala retreated about 3 km between 1968 and 1990. During the 41 years former period, however, the southern tongue of Glaciar Pio XI advanced by up to 8,5 km and Glaciar Moreno remained almost in a steady state. Considerable ice-thinning rates, from 3,0 to 11 m a<sup>-1</sup>, were measured by surveying surface profiles in the ablation areas of Tyndall and Upsala glaciers, respectively, during the period from 1985 (or 1990) to 1993. The ice thickness of Glaciar Moreno, however, has changed very little. Numerical experiments using a simple mass-balance model show that a 100 m rise in the equilibrium-line altitude due to climatic change would result in about a 200-350 m rise in the frontal altitude at Glaciar Upsala corresponding to a retreat of 5-8 km, while it would cause only about a 70-100 m rise at Glaciar Moreno. The large difference between these two neighbouring glaciers results from the difference in contributions of the calving amount to the total mass balance, as well as the difference in the altitudinal distributions of drainage areas.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Retroceso para la mayoría de los glaciares en la Patagonia mediante el análisis de imágenes satelitales y fotografías aéreas. El Glaciar O'Higgins retrocedió 13 kilómetros durante 41 años y el Glaciar Upsala retrocedió unos 3 km entre 1968 y 1990. Sin embargo, la lengua sur del Glaciar Pio XI avanzó hasta 8,5 km y el Glaciar Moreno se mantuvo casi en un estado estable. Se identifica considerable adelgazamiento a tasas de 3,0 a 11m a<sup>-1</sup> en los glaciares Tyndall y Upsala, respectivamente, durante el período comprendido entre 1985 (o 1990) hasta 1993.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Volcanismo

**Nº:** 274  
**FECHA:** 1998

Título	River flow forecasting through conceptual models. Part 1-a discussion of principles
Autor (es)	<b>Nash, J. and Stucliffe, J.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Hydrology
Referencias	1998. Vol. 10, No. 3, pp 282 - 290.
Palabras clave	Andean volcanism - Southern Andes - Explosive volcanism - Tephra - Caldera - Hudson Volcano
Resumen	<p>Fallout deposits in the vicinity of the southern Andean Hudson Volcano record at least 12 explosive Holocene eruptions, including that of August 1991 which produced <math>\geq 4 \text{ km}^3</math> of pyroclastic material. Medial isopachs of compacted fallout deposits for two of the prehistoric Hudson eruptions, dated at approximately 3600 and 6700 BP, enclose areas at least twice that of equivalent isopachs for both the 1991 Hudson and the 1932 Quizapu eruptions, the two largest in the Andes this century. However, lack of information for either the proximal or distal tephra deposits from these two prehistoric eruptions of Hudson precludes accurate volume estimates. Andesitic pyroclastic material produced by the 6700-BP event, including a 1-10-cm-thick layer of compacted tephra that constitutes a secondary thickness maximum over 900 km to the south in Tierra del Fuego, was dispersed in a more southerly direction than that of the 1991 Hudson eruption. The products of the 6700-BP event consist of a large proportion of fine pumiceous ash and accretionary lapilli, indicating a violent phreatomagmatic eruption. This eruption, which is considered to be the largest for Hudson and possibly for any volcano in the southern Andes during the Holocene, may have created Hudson's 10-km-diameter summit caldera, but the age of the caldera has not been dated independently.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los depósitos de caída registran 12 erupciones explosivas del holoceno en el volcán Hudson. Existen registros de erupciones prehistóricas mucho mayores que las del Hudson 1991 y Quizapu 1932. Las evidencias revelan que fue una erupción freatomagmática violenta. Esta explosión es considerada como la más grande del Hudson y quizás de los Andes australes.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro – Sur – Austral**  
**TEMA: Variaciones**

**Nº: 275**  
**FECHA: 2006**

Título	The response of glaciers in South America to environmental change
Autor (es)	<b>Naruse, R.</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Knight, P. (Ed.), In <i>Glaciers and Earth's Changing Environment</i> . Blackwell, Oxford, UK
Referencias	2006. pp 231–238.
Palabras clave	Climate change – Patagonia – remote sensing - ELA
Resumen	<p>A number of glaciers exist in the Andes, extending from the Equator to 55°S on the western side of South America. They are in the forms of small hanging or cirque glaciers, valley glaciers, ice caps and vast ice fields. In terms of glacier area, about 65% of the total is made up by two separate icefields in Patagonia (45°–53°S), with the rest located mostly at high altitudes in the Andes from 10°N to 45°S, and in Tierra del Fuego and other small islands in southern Patagonia. The methods and the standards used to compile glacier areas vary between the regions (or authors). Some include only inventoried glaciers, whereas others include estimates of uninventoried glaciers. If we simply take a sum of the areas, the total glacierized area in South America yields 26.100 km<sup>2</sup>, compared with an area of 25.900 km<sup>2</sup> reported by IAHS(ICSI)–UNEP– UNESCO (1989). The ELA rises gradually from the Equator to around 25°S, which corresponds to the Atacama Desert in the northern Chile, and lowers sharply from 30°S to 42°S in northern Patagonia. This abrupt descent in the ELA is attributed to the prevailing westerlies south of 35°S, which carry moisture from the Pacific Ocean. More detailed estimates have been made in the central Andes using photographs, topographic maps and Landsat imageries. In the Cordillera Blanca (7°–10°S), the mean ELA is located around 5.000 m a.s.l., whereas it is significantly lower at about 4400m on the eastern side (Amazon Basin) of the Cordillera Oriental. This trend is interpreted to be due to the effect of precipitation distribution resulting from vapour advection from the Amazon basin in the east. In South America, tropical glaciers experience strong solar radiation and very dry conditions. The climate in the Cordillera Blanca is characterized by relatively large daily and small seasonal temperature variations as well as by a distinct succession between dry and wet seasons. Although only a few studies have been performed on mass balance and variations of glaciers in the tropical and central Andes, it is known that recently most glaciers have retreated. For example, drastic shrinkages of small glaciers in the Cordillera Real (16°S) in Bolivia have been observed during the past two decades, and a probable extinction of these glaciers in the near future could seriously affect the hydrological regime and the water resources of the high-elevation basin. In northern and central-south Chile (18°–41°S), the 13 glaciers studied have all receded during the past 40 or 50 yr. In contrast to glaciers in the high Andes, glaciers in Patagonia (south of 40°S) are located at lower altitudes and typified by temperate, maritime glaciers with high accumulation and ablation throughout the year. In Patagonia, the ELAs of most glaciers range from about 900 m to 1300 m. In the following sections, we concentrate only on the characteristics and behaviour of Patagonian glaciers.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se estudian las respuestas de varios glaciares existentes en los Andes, desde el Ecuador hasta 55°S, en el lado oeste de Sudamérica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 276  
**FECHA:** 1970

Título	River flow forecasting through conceptual models. Part 1-a discussion of principles
Autor (es)	Nash, J. and Stueliffe, J.
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Hydrology
Referencias	1970. Vol. 10, No. 3, pp 282 - 290.
Palabras clave	Modeling – river flow – forecasting
Resumen	<p>The principles governing the application of the conceptual model technique to river flow forecasting are discussed. The necessity for a systematic approach to the development and testing of the model is explained and some preliminary ideas suggested.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se discuten los puntos más importantes de un modelamiento conceptual del flujo de un río y el tiempo atmosférico.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 277**  
**FECHA: 2004**

Título	Análisis probabilístico del efecto del cambio climático global en los caudales medios diarios de una cuenca pluvial
Autor (es)	<b>Naudon C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Tesis para optar al grado de Ingeniero Civil
Referencias	2004. Universidad de Chile, Chile, 105 p.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 278  
**FECHA:** 1976

Título	Altitude of the modern snowline and Pleistocene snowline in the Andes
Autor (es)	<b>Nogami, M.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Geographical Reports of the Tokyo Metropolitan University
Referencias	1976. No. 11, pp 71 – 86.
Palabras clave	Snowline - Andes region
Resumen	<p>The altitudes of the modern snowline (MSL) and Pleistocene snowline (PSL) in the Andes have been observed and measured by many authors, and the data have been summarized and described by Bruggen (1959), Hermes (1955 &amp; 1965), Lliboutry (1956), Feruglio (1957), Frenguelli (1957), Ahlfeld &amp; Branisa (1960), Auer (1979) and Hasternrath (1967, 1971a &amp; 1971b). The altitudinal distribution of the snowlines was shown graphically in W-E transects by Flint &amp; Fidalgo (1964) and Hastenrath (1967, 1971a &amp; 1971b), in meridional transects by Paschinger (1912), Klute (1928), Bruggen (1959), Lliboutry (1956), Wilhelmy (1956), Vuilleumier (1971) and Hastenrath (1967 &amp; 1971b) and in the maps of isoglacihypses by Lliboutry (1956), Feruglio (1957), Hermes (1965) and Nogami (1972). Some of the above-mentioned surveys focused their attention on particular areas, and several which dealt with the whole Andes region were poor in basic data. Most of them are now out of date, although Hastenrath's still provides an excellent summary. In this report I intend to ass new data to those of Hastenarth. The data were collected mainly from the reading of many sheets of photo-grametric maps and also from my field observations in the central Andes.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las alturas de las recientes líneas de nieve y las del Pleistoceno en los Andes han sido observadas y medidas por varios autores. Parte de algunas mediciones mencionadas en el artículo se enfocan en áreas particulares y otras en grandes áreas de los Andes, las cuales presentan datos muy pobres al respecto.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 279

**TEMA:** Inventario

**FECHA:** 1987

Título	Inventario de glaciares de la Hoya del río Mataquito.
Autor (es)	<b>Noveroy, C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Dirección General de Aguas
Referencias	Publicación interna, EH 87/1
Palabras clave	Inventario – Glaciología – Mediciones
Resumen	Inventario de glaciares de la cuenca del Mataquito, donde se determinó la distribución y características de los glaciares de dicha zona.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 280  
**FECHA:** 2008

Título	Cambio Climático del Ecosistema Semiárido Transicional en Chile (IV Región de Coquimbo), mediante Análisis de Tendencia de Caudales Naturales.
Autor (es)	<b>Novoa, JE</b>
Nombre completo de la revista o libro	Tesis de Doctorado en Geografía. Universidad Nacional de Cuyo.
Referencias	Pages 1-119.
Palabras clave	Semiárido – Caudales – SIG
Resumen	<p>La presente investigación se inscribe en el análisis de la problemática asociada al cambio climático global, aplicado a uno de los problemas más relevantes del ecosistema semiárido chileno, cual es la determinación de las tendencias de los caudales reales con que se contará para la planificación del desarrollo rural y urbano futuro. A partir de una visualización de terreno y con el apoyo de estadísticas oficiales de caudales, registradas entre los años 1950 y 1990, se determinan las siguientes tendencias de los caudales naturales por regresión lineal: medios anuales, medios mensuales, máximos medios mensuales, mínimos medios mensuales y, medios para los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Para cada uno de los cuales se estima su tendencia positiva, negativa o en equilibrio y, los residuos en metros cúbicos por segundo entre los parámetros al comienzo de la data (1950) y al final de ella (1990). Tales variables tendenciales se representan en forma cartográfica y gráficamente, mediante el apoyo de Sistemas de Información Geográfica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 281  
**FECHA:** 1951

Título	Glacial geology of Ameghino Valley, Lago Argentino, Patagonia.
Autor (es)	Nichols, R.L. and M.M. Miller
Nombre completo de la revista o libro	Geographical Review
Referencias	1951. Vol. 4, No. 1, pp 274-294.
Palabras clave	Glaciar – South America – climatic change - archeology
Resumen	<p>Although glacier variations in South America have been studied for many years, close correlation with similar field work on other continents has for the most part been lacking. It was primarily to bridge this gap that a program of cooperative observations to be carried out on both the American continents was initiated by American Geographical Society in 1948 together with the Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". As a part of this program, the writes were sent in 1949 to make a reconnaissance glaciological study of the Patagonian Andes. Not only are observations of glacier variations in South America significant in determining trends of climatic change in postglacial time, but the dating of old moraines is of archeological importance in many of the glaciated areas.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En 1948, la Sociedad Americana de Geografía junto con el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", crean el programa de observación cooperativa de variaciones de glaciares. Además de las observaciones glaciares, la datación de las morrenas tiene una importancia arqueológica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 282  
**FECHA:** 1952

Título	Advancing glaciers and nearby simultaneously retreating glaciers
Autor (es)	Nichols, R.L. and M.M. Miller
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	1952. Vol. 2, No. 11, pp 41-50
Palabras clave	Moreno glacier - Ameghino glacier – advance – retreat
Resumen	<p>In 1949 the writers made a reconnaissance study of the Moreno and Ameghino Glaciers in teh Patagonian Andes. These studies were initiated by the American Geographical Society and the Museo Argentino de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” as part of a program of glaciological study being carried out in both halves of the Western Hemisphere. The investigations showed that between 1870-80 the Ameghino Glacier reached a more advanced position tan it had occupied in hundreds of years; since that time it has retreated several hundred yards to its present position. About 5 kilometers south of the Ameghino, on the other hand, the Moreno Glacier was found to be advancing into a mature forest along its northern edge. In a recent publication Heim shows that the Moreno Glacier has in general been advancing since the turn of the century. This paper records the few observations made on Moreno Glacier and considers why the terminus of one glacier may be advancing while that of a nearby glacier is retreating.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este artículo registra las pocas observaciones realizadas en el glaciar Moreno y considera porque puede avanzar mientras que su glaciar vecino, Ameghino, está retrocediendo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte**  
**TEMA: Inventario**

**Nº: 283**  
**FECHA: 2009**

Título	Glacier inventory of the upper Huasco valley, Norte Chico, Chile: glacier characteristics, glacier change and comparison to central Chile
Autor (es)	Nicholson L, Marin, J. Lopez, D., Rabatel, A., Bown., F., Rivera, A.
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2009. Vol. 50, No. 53, pp 111-118
Palabras clave	Glacier inventory, Norte Chico, rock glaciers, hypsometrical analysis
Resumen	<p>Results of a new glacier inventory of the upper Huasco valley, which lies within the arid Norte Chico zone of the Chilean Andes, are presented. Despite the high altitude, the type of glaciation in this region is limited in extent and is not classical mountain glaciation, which poses difficulties in completing standard inventory attribute tables. Small cornice style ridgeline features constitute a large number of the non-transient ice bodies identified, and glaciers with surface areas &lt;0.1 km<sup>2</sup> comprise 18% of the glacierised area and 3% of the water resource stored as glacier ice within the Huasco basin. Rock glaciers are an important component of the cryosphere, comprising 12% of the total water volume stored in glacial features. Changes in glacier area over the last c. 50 years are in line with glaciers in central Chile despite the contrasting climate conditions. Projections of glacier area changes based on hypsometrical analysis and PRECIS region model temperature shifts under IPCC scenario B2 suggests that 59% of glacier area and 64% of active rock glacier area will be threatened.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Inventario de glaciares del valle del Huasco superior, Norte Chico de los Andes chilenos. Los glaciares inferiores a 0,1 km<sup>2</sup> comprenden cerca del 20% de la superficie glacierizada y el 3% de los recursos hídricos de la cuenca del Huasco. Los glaciares rocosos son un componente importante, correspondiendo al 12% del total. Los cambios en el área glaciar en los últimos 50 años son similares a los de Chile central pese a tener condiciones climáticas contrastantes. Las proyecciones de los cambios de los glaciares basados en análisis hipsométricos y modelos de cambios de temperatura en la región indican que el 59% de estas superficies están bajo amenaza de desaparecer.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Patagonia  
**TEMA:** Flujo de hielo, variaciones

**Nº:** 284  
**FECHA:** 1995

Título	Thickness change and flow of Tyndall Glacier, Patagonia.
Autor (es)	Nishida K., Satow K., Aniya M., Casassa G., & Kadota T.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glacier Research
Referencias	1995. Volume: 13, Pages: 29-34
Palabras clave	Tyndall glacier, ice flow velocities, elevation change
Resumen	<p>In December 1993, we measured surface elevations and ice flow-velocities in the upper part of the ablation area of Tyndall Glacier, southern Patagonia. The measuring points were almost same as those in previous measurements in 1990. Comparing the results with those in 1990 and in 1985, we estimated average annual change of the surface elevation between 1990 and 1993 to be <math>-3,1</math> m/a, which was close to that between 1985 and 1990 of <math>-4,0</math> m/a. Therefore, we see that this part of the glacier has been thinning continuously during the last eight years. The rate is large compared to other retreating glaciers in the world. Flow velocities obtained by the measurements at an interval of nine days were <math>0,065</math> m/day to <math>0,61</math> m/day near the eastern margin. They were larger than those obtained in December 1990. Displacements of painted stones which were left on the glacier surface in 1990 gave annual flow velocities of <math>16,6</math> m/a to <math>47,3</math> m/a. From measurements of a strain grid, annual emergence velocity was estimated to be about <math>10</math> m and a brief discussion on mass balance was made.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En diciembre de 1993, se midió elevaciones de la superficie y flujo de hielo en la zona de ablación del Glaciar Tyndall, Patagonia. Comparando con mediciones en 1990 y en 1985, se estimó un adelgazamiento entre 1990 y 1993 de <math>-3,1</math> m/a y entre 1985 y 1990 de <math>-4,0</math> m/a. Las velocidades de flujo fueron de <math>0,065</math> m / día a <math>0,61</math> m/día, las que son mayores a las obtenidas en diciembre de 1990. Las velocidades anuales se estimaron de <math>16,6</math> m/a a <math>47,3</math> m/a.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 285  
**FECHA:** 2002

Título	Human occupations and climate change in the Puna de Atacama, Chile.
Autor (es)	<b>Nuñez, L., Grosjean, M. and I. Cartagena</b>
Nombre completo de la revista o libro	Science
Referencias	2002. No. 298, pp 821– 824.
Palabras clave	Human occupation – late glacial/early Holocene paleolakes - Altiplano
Resumen	<p>Widespread evidence for human occupation of the Atacama Desert, 20° to 25°S in northern Chile, has been found from 13,000 calibrated <sup>14</sup>C years before the present (cal yr B.P.) to 9500 cal yr B.P., and again after 4500 cal yr B.P. Initial human occupation coincided with a change from very dry environments to humid environments. More than 39 open early Archaic campsites at elevations above 3600 meters show that hunters lived around late glacial/early Holocene paleolakes on the Altiplano. Cessation of the use of the sites between 9500 and 4500 cal yr B.P. is associated with drying of the lakes. The mid-Holocene collapse of human occupation is also recorded in cave deposits. One cave contained Pleistocene fauna associated with human artifacts. Faunal diversity was highest during the humid early Holocene.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Existe amplia evidencia de ocupación humana en los lagos Altiplánicos del Glacial tardío/Holoceno temprano y una posterior migración asociada al secamiento de los lagos, que coincidió con cambios desde condiciones muy secas a húmedas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Balance de energía

**Nº:** 286  
**FECHA:** 2002

Título	Energy balance of a glacier surface: analysis of Automatic Weather Station data from the Morteratschgletscher, Switzerland
Autor (es)	Oerlemans, J. and E. Klok
Nombre completo de la revista o libro	Arctic, Antarctic and Alpine Research
Referencias	2002. Vol. 34, No. 4, pp 477-485.
Palabras clave	AWS – radiation – surface energy flux
Resumen	<p>We describe and analyze a complete 1-yr data set from an automatic weather station (AWS) located on the snout of the Morteratschgletscher, Switzerland. The AWS stands freely on the glacier surface and measures pressure, windspeed, wind direction, air temperature and humidity, incoming and reflected solar radiation, incoming and outgoing longwave radiation, snow temperature, and change in surface height (giving melt rates and snow accumulation). The wind is downglacier most of the time. As expected for a flow of katabatic origin, for air temperatures above the melting point we find a correlation between windspeed and temperature. We evaluate all significant components of the surface energy flux. For a (constant) turbulent exchange coefficient of 0,00153 (reference height 3,5 m) we obtain a perfect match between calculated and measured ice melt. The sensible heat flux is positive (towards the glacier surface) all the time with the largest values on fine summer days (daily mean values are typically 100 W m<sup>-2</sup>) on the warmest days). The latent heat flux is small and negative in winter. In summer it is mainly positive (condensation), but negative values also occur. Altogether about 75% of the melt energy is supplied by radiation (shortwave and longwave) and 25% by the turbulent fluxes.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Análisis de balance energético y de todos los componentes más importantes que influyen en éste. Para un coeficiente de intercambio constante, se obtienen resultados idénticos con los cálculos y los registros de derretimiento de nieve.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Patagonia

**Nº:** 287

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 1985

Título	Características de la ablación en el glaciar San Rafael
Autor (es)	Ohata T., Enomoto H. & Kondo H.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciological Research
Referencias	Volume 3, Pages 37-45
Palabras clave	San Rafael glacier, ablation, calving
Resumen	<p>San Rafael Glacier is a long glacier nearly 40 km long, which is characterized by high annual solid precipitation in the accumulation basin. The snow line in the middle of December, 1983 was approximately 1.000 m. The daily ablation rate in the lower part of the ablation area (site A. 103 m a.s.l.) was 6.8 cm/d in water equivalent, and decreased as altitude increased. The daily ablation rate in the firm area was 48% latent heat 15% and sensible heat 37%. The turbulent term and radiation term contributed about evenly to ice melting. Net longwave radiation was positive. Calving at the glacier terminus was seen very frequently. The glacier flow at the terminus amounted to 14 m per day on the average. From simple calculation of the mass loss by melting of snow and ice at the surface, and the mass from calving at the terminus, these two were estimated to be of the same order. There was one period when extraordinary water discharge occurred at the terminus of the glacier which lasted for one and a half days. This seemed to be connected to the formation of a supraglacial pond by abnormal melting at the surface.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El glaciar San Rafael tiene 40 km de largo, registrándose altas precipitaciones en su cuenca de acumulación. La línea de nieves se estimó a una altura de 1.000 m en el verano de 1983. La ablación diaria en la parte inferior del glaciar se estimó en 6,8 cm de agua eq. Se analiza la relación de los flujos radiativos con la ablación glaciar. El glaciar tiene un frente de calving que en el momento de las observaciones experimentó frecuentes desprendimientos. Las velocidades en el frente del glaciar se estimaron en 14 m por día en promedio. Grandes descargas de agua en el frente del glaciar se relacionan con la formación de una laguna supraglacial debido a la ocurrencia de fusión superior a lo normal.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Patagonia

**Nº:** 288

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 1985

Título	El contraste este-oeste en las condiciones meteorológicas y sus efectos en la ablación glaciar
Autor (es)	<b>Ohata, T., Kobayashi, S., Enomoto, H., Kondo, H., Saito, T. &amp; Nakajima, C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciological Research
Referencias	Volume 3, Pages 52-56
Palabras clave	Patagonia Northern Icefield, metereology, Soler glacier, San Rafael glacier
Resumen	<p>Glaciers are large on the western side and small on the eastern side of the Patagonia Northern Icefield. This is due to differences in topographical and meteorological conditions. The contrast in the meteorological conditions in the western (San Rafael Glacier) and eastern side (Soler Glacier) is due to three main factors. One is the difference in cloud distribution and related meteorological elements due to the orographic effect of the mountains on the westerly circulation. Second is the existence of an almost permanent glacier wind. Last is the occurrence of strong wind considered to be Föhn in the eastern side. The amount of surface melting (ablation) was greater by 50% in the ablation area of Soler Glacier. As for the heat source for the melting of ice the net radiation is an important factor on both sides, but the difference in the heat supplied to the glacier surface on the western and eastern side depends on the turbulent terms (sensible heat and latent heat) not on the radiation terms. The large turbulent terms on the Soler Glacier are probably due to the occurrence of Föhn winds.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los glaciares son grandes en la parte occidental y pequeños en la parte oriental del Campo de Hielo Norte, debido a diferencias en las condiciones topográficas y meteorológicas. El contraste en las condiciones meteorológicas en el oeste (Glaciar San Rafael) y en la parte oriental (Soler glaciar) se debe a tres factores principales: diferencia en la nubosidad debido al efecto orográfico en la circulación; la existencia de vientos de glaciares casi permanente; y la ocurrencia de viento de efecto Föhn en el lado oriental. La fusión superficial (ablación) fue más de un 50% superior en la zona de ablación del glaciar Soler. La radiación neta como fuente de calor en la fusión de hielo es un factor importante en ambos lados del Campo de Hielo, pero la diferencia en el calor suministrado a la superficie de los glaciares en el lado occidental y oriental depende de los flujos turbulentos (calor sensible y calor latente). Los flujos turbulentos en el glaciar Soler son probablemente debidos a la ocurrencia de vientos Föhn.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 289  
**FECHA:** 2004

Título	Cryosphere during the twentieth century
Autor (es)	Ohmura, A.
Nombre completo de la revista o libro	In: The State of the Planet: Frontiers and Challenges in Geophysics [Sparks, R.S.J. and C.J. Hawkesworth (eds.)]. Geophysical Monograph 150, International Union of Geodesy and Geophysics, Boulder, CO and American Geophysical Union, Washington, DC
Referencias	2004. pp 239-257.
Palabras clave	Cryosphere – snow cover – sea ice - glaciers
Resumen	<p>This article reviews the present state of the cryosphere and investigates important variations observed in the seasonal snow cover, sea ice and glaciers. The fastest recession was observed from the 1970s to the 1980s with a mean loss of <math>1,45 \times 10^6 \text{ km}^2</math>. The most significant retreat occurred in late spring, amounting to <math>3 \times 10^6 \text{ km}^2</math> in area and shifting the end of the snow cover season by 3 weeks. While the sea ice extent decreased by 2.8%/decade in the north polar region, it increased by 1,3%/decade in the Antarctic during the last quarter century. The sea ice in the Arctic lost 40% of its thickness during the same time. The retreat of the sea ice limit was most significant in the warmer season. Most mountain glaciers and small ice caps showed significant mass loss during the second half of the last century. The mean increase in the equilibrium line altitude of 36 glaciers was 200 m for the second half of the 20th century. The small number of glaciers with a positive balance also showed increasing rates of melting. The global average specific mean mass balance for the last three decades was <math>-265 \text{ mm y}^{-1}</math> or a loss of <math>135 \text{ km}^3 \text{ y}^{-1}</math> corresponding to a <math>0.4 \text{ mm y}^{-1}</math> sea level rise. The last decade showed an especially strong loss amounting to <math>-475 \text{ mm y}^{-1}</math>, <math>-242 \text{ km}^3 \text{ y}^{-1}</math> or <math>+0,7 \text{ mm y}^{-1}</math> sea level equivalent. The range of uncertainty for the Antarctic Ice sheet is still large. The present work proposes <math>260 \text{ km}^3 \text{ y}^{-1}</math> as the annual total discharge of the terrestrial cryosphere for the second half of 20th century, corresponding to <math>+0,7 \text{ mm y}^{-1}</math> sea level equivalent. The most significant change in the Antarctic is the loss of ice shelves. Since the disappearance of an ice shelf tends to accelerate the flow of the background glaciers directly into the ocean, this may become a dominant mechanism in the future by which the Antarctic ice sheet can influence the sea level.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El presente trabajo entrega antecedentes acerca del retroceso de la criósfera. En general, el balance de masa para la criósfera es negativo (hielo marino, casquetes polares y glaciares). En el presente trabajo proponen <math>260 \text{ km}^3 \text{ y}^{-1}</math> como tasa anual de descarga total de la criósfera terrestre.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Volcanismo

**Nº:** 290  
**FECHA:** 2004

Título	Quaternary volcanic activity of Hudson and Lautaro Volcanoes, Chilean Patagonia: new constraints from K–Ar ages
Autor (es)	Orihashi, Y., Naranjo, J., Motoki, A., Sumino, H., Hirata, D., Anma, R. and K. Nagao
Nombre completo de la revista o libro	Rev. Geol. Chile
Referencias	2004. No. 31, pp 207–224.
Palabras clave	Actividad volcánica cuaternaria, Dataciones K-Ar, Patagonia chilena, Subducción dorsal oceánica, Zona Volcánica Sur, Zona Volcánica Austral, Volcán Hudson, Volcán Lautaro, Caldera, Método 'unspiked'.
Resumen	<p>Mediante el uso del método K-Ar 'unspiked', el cual tiene notable sensibilidad para datar rocas jóvenes (&lt;0,1 Ma), se obtuvieron 29 edades radiométricas de lavas y piroclastos juveniles de los volcanes Hudson y Lautaro. Separados por un 'gap' volcánico de 350 km, cercano a la zona de subducción de la dorsal de Chile, estos volcanes se ubican en los extremos sur de los Andes del Sur y norte de los Andes Australes, respectivamente. Estos datos indican que el volcán Hudson ha tenido un tiempo de desarrollo notablemente largo desde hace 1 Ma hasta el presente. Está formado por una caldera bien conservada de aproximadamente 10 km de diámetro, la cual, se pensaba había sido formada por sólo un evento eruptivo, probablemente a los 6700 años AP. Sin embargo, nuestros resultados revelan que los flancos nororiental y suroriental del volcán se originaron durante épocas diferentes, siendo más antigua la formación de la estructura norte. Observaciones fotogeológicas indican la presencia de dos o, eventualmente, tres bordes de caldera. Estos antecedentes indican que el volcán Hudson tuvo una evolución más bien compleja consistente en la sobreimposición o anidamiento parcial de estructuras, más que la formación de una caldera simple. De acuerdo con los primeros resultados de los presentes autores, en el caso del volcán Lautaro, la actividad que comenzó hace aproximadamente 0,17 Ma continúa hasta el presente. Aunque es un volcán relativamente grande comparado con otros de la Patagonia chilena, muestra un intervalo de edad y composición notablemente menores que el volcán Hudson. Asumiendo que el muestreo es representativo del espectro evolutivo completo del Lautaro, el cual está casi totalmente cubierto por hielo, estas características sugieren que este volcán se ha desarrollado durante un período corto en el Cuaternario tardío, a partir de una cámara magmática homogénea alimentada por la fusión de la placa.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se dató el volcán Hudson y Lautaro mediante K-Ar "unspiked", lo que reveló que la caldera del volcán Hudson se originó durante épocas diferentes y tuvo una formación más bien compleja. En el caso del volcán Lautaro, la actividad es relativamente joven (0,17 Ma) y se ha desarrollado durante un período corto en el Cuaternario tardío.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Sur  
**TEMA:** Otros (SIG)

**Nº:** 291  
**FECHA:** 2008

Título	Dinámica en la cobertura nival entre las cuencas de los ríos Copiapó y Petrohué utilizando imágenes satelitales
Autor (es)	<b>Osses, P., Farias, M., Herrera, F. and Miranda, C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Dirección General de Aguas, S.I.T. N° 169, Chile, realizado por Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile
Referencias	2008. 80 p.
Palabras clave	MODIS – SRTM – teledetección – Copiapó – Petrohue
Resumen	<p>En este informe se presenta la dinámica de la cobertura nival entre las cuencas de los ríos Copiapó y Petrohue, para siete años hidrológicos, desde el 1 de abril del año 2000 hasta el 31 de marzo del año 2007. La teledetección de la cobertura nival se realizó con el sensor MODIS, trabajando a una resolución de 500 m y distintas bandas espectrales que permitieran diferenciar entre presencia de nieve, nubes y espejos de agua. La relación de la nieve con variables topográficas se realizó mediante el modelo digital de elevación (DEM) Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM) de una resolución de 90 m, lo que permitió con un posterior análisis estadístico descriptivo, cuantificar nieve por rangos de altitud y exposición.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 292

**TEMA:** Baance de masa

**FECHA:** 1991

Título	Glacier mass-balance measurements: a manual for field and office work
Autor (es)	Østrem, G. and M. Brugman
Nombre completo de la revista o libro	NHRI Science Report
Referencias	1991
Palabras clave	Glaciers, surveys, regimen, glaciation, melting, suspended load, scour, climatic data, ablation, snowfall, melt water, data collections, investigations, mapping, measurement, profiles, surveying instruments, climatology, discharge(water), glaciology
Resumen	<p>Field procedures used by the canadian department of energy, mines, and resources and the norwegian water resources and electricity board to collect glacial mass-balance data are described in a field manual. The manual describes standard field techniques, outlines practical difficulties and their solutions, gives practical field work hints, and suggests methods of recording, tabulating, and plotting data. Topics discussed include stake networks, accumulation measurements, ablation measurements, plotting and contouring, meteorological observation, water discharge measurements, suspended load measurement, surveying, field camp accomodations, field organization, and office procedures. An extensive bibliography is given.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Procedimientos de campo usados por el departamento canadiense de energía, minas y recursos, y los recursos noruegos de aguas y electricidad, para reunir datos de balance de masa son descritos en esta guía de terreno. Este manual describe técnicas de campo, resume las dificultades prácticas y sus soluciones.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 293  
**FECHA:** 1967

Título	Notes de morphologie glaciaire dans la haute vallée du Rio Elqui (Provence de Coquimbo, Chili)
Autor (es)	Paskoff, R.
Nombre completo de la revista o libro	Bull. Ass. Géog. Français
Referencias	1967. Vol. 350, No. 351, pp 44-55
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 294  
**FECHA:** 1993

Título	Geomorfología de Chile semiárido
Autor (es)	Paskoff, R.
Nombre completo de la revista o libro	Universidad de La Serena, Chile
Referencias	1993. 321 p.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero

Nº: 295

TEMA: Otro

FECHA: 1994

Título	The Physics of Glaciers
Autor (es)	Paterson, W.S.B.
Nombre completo de la revista o libro	Pergamon Press, London
Referencias	1994. 480 p.
Palabras clave	Glaciers – climate – ice cores
Resumen	<p>Explains the physical principles underlying the behaviors of glaciers and ice sheets and concludes with a chapter on the information about past climate and atmospheric composition obtainable from ice cores. The past 40 years have seen major advances in most aspects of the subject; the book concentrates on these. It is an updated and expanded version of the second edition. Much of the book deals with developments since the second edition were published.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El libro se concentra en el comportamiento físico de los glaciares y tiene un capítulo de paleoclima y composición atmosférica a partir de testigos de hielo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Otros (SIG)**

**Nº: 296**  
**FECHA: 2002**

Título	The new remote sensing derived Swiss glacier inventory I: Methods
Autor (es)	<b>Paul, F., Kääb, A., Maisch, M., Kellenberger, T. and W. Haeberli</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2002. No. 34, pp 355-362.
Palabras clave	glacier inventory – GLIMS – mass balance
Resumen	<p>A new Swiss glacier inventory is to be compiled from satellite data for the year 2000. The study presented here describes two major tasks: First, an accuracy assessment of different methods for glacier classification with Landsat Thematic Mapper data and a digital elevation model (DEM). Second, the GIS-based methods for automatic extraction of individual glaciers from classified satellite data and the computation of 3-dimensional glacier parameters (such as minimum -, maximum -, and median elevation or slope and orientation) by fusion with a DEM. First results obtained by these methods are presented in Part II to this paper (Kääb and others, this issue). It turns out that thresholding of a ratio image from TM4 and TM5 reveals the best-suited glacier map. The computation of glacier parameters in a GIS environment is efficient and suitable for a worldwide application. The developed methods contribute to the USGS-led GLIMS project which is currently compiling a global inventory of land ice masses within the framework of global glacier monitoring (Haeberli and others, 2000).</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presentan los resultados del inventario de glaciares Suizos. Se desarrollan dos temas principales: primero, una evaluación exacta de los diferentes métodos para la clasificación de glaciares Landsat TM y un DEM; y segundo métodos automáticos basados en DEM para la extracción de glaciares individuales desde datos de imágenes satelitales clasificados.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**

**Nº: 297**

**TEMA: Inventario**

**FECHA: 2008**

Título	GlobGlacier: A new ESA project to map the worlds glaciers from space
Autor (es)	Paul, F., Kääb, A., Rott, H.,Shepherd, A. and T. Strozzi
Nombre completo de la revista o libro	Geophysical Research Abstracts
Referencias	2008. No. 10, EGU2008-A-10444.
Palabras clave	GlobGlacier project - snow line - topography - elevation change - velocity
Resumen	<p>In this paper we provide an overview of the GlobGlacier project, a new data user element activity within ESA's Living Planet program. The main aim of the project is to map glaciers from key regions all over the world and to generate digital glacier outlines in large quantities in order to fill data gaps in currently existing databases (GLIMS and World Glacier Inventory, WGI). Further goals are to provide additional information (snow line, topography, elevation change, velocity) for a smaller number of glaciers in selected regions from space-borne sensors and to document the applied techniques for later use. Apart from a short description of the project and the products that are generated, an overview of available remote sensing techniques that have been used on glaciers and ice caps is given.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En este artículo se proporciona una revisión general del proyecto GlobGlacier, un elemento dentro del programa ESA's Living Planet. El principal objetivo del proyecto es mapear glaciares en regiones claves en el mundo y generar una base de datos digital para completar las actuales (GLIMS e Inventario de Glaciar de Mundo, WGI).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 298

**TEMA:** Inventario

**FECHA:** 2009

Título	Recommendations for the compilation of glacier inventory data from digital sources
Autor (es)	<b>Paul F, R. Barry, G. Cogley, H. Frey, W. Haeberli, A. Ohmura, S. Ommanney, B. Raup, A. Rivera and M. Zemp</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2009. Vol. 50, No. 53
Palabras clave	Glaciar inventory – techniques - GLIMS
Resumen	<p>Modern geoinformatic techniques allow the automated creation of detailed glacier inventory data from glacier outlines and digital terrain models (DTMs). Once glacier entities are defined and an appropriate DTM is available, several methods exist to derive the inventory data (e.g. minimum, maximum and mean elevation; mean slope and aspect) for each glacier from digital intersection of both datasets. Compared to the former manual methods, the new grid-based statistical calculations are very fast and reproducible. The major aim of this contribution is to help in standardizing the related calculations to enhance the integrity of the Global Land Ice Monitoring from Space (GLIMS) database. The recommendations were prepared by a working group and also contribute to the European Space Agency project GlobGlacier. The document follows the former UNESCO manual for the production of the World Glacier Inventory published in 1970, identifies the potential pitfalls, and describes the differences from the former methods of compilation. The online background material for this paper (see <a href="http://www.glims.org">http://www.glims.org</a>) contains example scripts for calculation of each parameter and will be updated when required.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>A través de técnicas modernas de geo-información, se desarrolló una forma de inventariar glaciares mucha más rápida y de fácil reproducción mediante una grilla basada en cálculos estadísticos. Esto permite estandarizar los cálculos para el mejoramiento de la base de datos de GLIMS.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro**  
**TEMA: Glaciares rocosos**

**Nº: 299**  
**FECHA: 1998**

Título	Climatic implications of rock glaciers in the arid Western Cordillera of the Central Andes
Autor (es)	Payne, D.
Nombre completo de la revista o libro	Glacial Geology and Geomorphology
Referencias	1998. rp03/1998 <a href="http://ggg.qub.ac.uk/ggg/papers/full/1998/rp031998/rp03.htm">http://ggg.qub.ac.uk/ggg/papers/full/1998/rp031998/rp03.htm</a> .
Palabras clave	Rock glaciers, Climate, Temperature, Precipitation, Andes, South America
Resumen	<p>Between 16 and 22°S in the Central Andes the climate is seasonally arid with precipitation decreasing south-westwards. The lowest altitude of rock glacier activity corresponds closely to the 0°C isotherm, not the glacier ELA which rises to the south in response to increasing aridity. Inactive rock glaciers probably mark the position of a former 0°C isotherm which followed a similar trend but was about 400 m lower.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En los Andes Centrales la menor altitud de la actividad de glaciares de roca es cercana a la isoterma 0°C, no a la ELA del glaciar que asciende hacia el sur.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 300  
**FECHA:** 2007

Título	Recent trends in precipitation and streamflow in the Aconcagua River basin, central Chile
Autor (es)	Pellicciotti, F., Burlando, P. and K. Van Vliet
Nombre completo de la revista o libro	In: Glacier Mass Balance Changes and Meltwater Discharge (ed. by P. Ginot and J. E. Sicart)
Referencias	2007. IAHS, 318, 17-38.
Palabras clave	Aconcagua River basin; El Niño events; ENSO; hydroclimatic variability; Mann-Kendall test; SOI; trend analysis
Resumen	<p>In this paper, trends in streamflow and precipitation at the annual, seasonal and monthly timescales for different periods of records are analysed for the Aconcagua River basin in central Chile. In this mountainous basin in the dry Andes, water resources originate mainly from glaciers and seasonal snowcovers. The Mann-Kendall nonparametric test is used, and statistically significant trends are identified for each station on an annual, seasonal and monthly basis. Trends in streamflow are examined together with changes in precipitation and temperature. Analysis of correlation of the hydroclimatic variables with large-scale atmospheric circulation patterns such as the Southern Oscillation is also carried out. The main identified trend is a decrease in streamflow in the upper section of the basin, which is consistent at both the annual and seasonal scale. Changes in precipitation are not sufficient to explain the observed trend in runoff. Precipitation patterns, however, seem to have changed in the last 30 years, and results of seasonal trend analysis seem to indicate that there has been a shift in precipitation seasonality. Temperature at one station in the basin shows increasing trends at all temporal resolution. We argue that the decreasing trend in runoff might be explained by a decrease in glaciers and snowcover contribution to the total streamflow in the upper basin. Analysis of correlation reveals that both streamflow and precipitation are affected by ENSO events, and in particular that warm ENSO events are associated with an increase in winter and autumn precipitation, and an increase in summer streamflow.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se analizan las tendencias de las precipitaciones anuales, estacionales y mensuales para la Cuenca del Aconcagua. Se utiliza el test no paramétrico de Mann-Kendall, y tendencias estadísticas significativas. Se concluye que la disminución en la escorrentía es completamente producto de la disminución en las precipitaciones. Plantean que la disminución de los glaciares y las coberturas de nieve influye en la escorrentía de la cuenca superior.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Balance de energía

**Nº:** 301  
**FECHA:** 2008

Título	A study of the energy balance and melt regime on Juncal Norte Glacier, semi-arid Andes of central Chile, using melt models of different complexity
Autor (es)	<b>Pellicciotti F., Helbing J., Rivera A., Favier V., Corripio J., Araos J., Sicart J.-E. and Carenzo M.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Hydrological Processes
Referencias	Volume 22. Pages 3980-3997.
Palabras clave	Glaciers; Chile; Juncal Norte Glacier; Valparaíso
Resumen	<p>We use meteorological data from two automatic weather stations (AWS) on Juncal Norte Glacier, central Chile, to investigate the glacier-climate interaction and to test ablation models of different complexity. The semi-arid Central Andes are characterized by dry summers, with precipitation close to zero, low relative humidity and intense solar radiation. We show that katabatic forcing is dominant both on the glacier tongue and in the fore field, and that low humidity and absence of clouds cause strong radiative cooling of the glacier surface. Surface albedo is basically constant for snow and ice, because of the scarcity of solid precipitation. The energy balance of the glacier is simulated for a 2-month period in austral summer using two models of different complexity, which differ in the inclusion of the heat conduction flux into the snowpack and in the parameterization of the incoming longwave radiation. Net shortwave radiation is the dominant component of the energy balance. The sensible heat flux is always positive, while both the net longwave radiation and latent heat flux are negative. Neglecting the subsurface heat flux and corresponding variations in surface temperature leads to an overestimation of ablation of 2% over a total of 3695 mm water equivalent (w.e.) at the end of the season. Correct modelling of incoming longwave radiation is crucial, and we suggest that parameterizations based on vapour pressure and air temperature should be used rather than on computed cloud amount. We also used an enhanced temperature-index model incorporating the shortwave radiation flux, which has two empirical parameters. We apply it both with values of parameters obtained for Alpine glaciers and recalibrated on Juncal Norte. The model recalibrated against the correct energy balance simulations performs very well. The model parameters respond to the meteorological conditions typical of this climatic setting.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se desarrollan modelos de ablación y balance de energía con distintos niveles de complejidad en el Glaciar Juncal Norte, Chile central. El forzamiento catabático es dominante en la parte baja del glaciar, y que la baja humedad y ausencia de nubes causa fuerte enfriamiento radiativo de la superficie del glaciar. El albedo de la superficie es constante para la nieve y el hielo, debido a la escasez de precipitaciones sólidas. La radiación de onda corta neta es el componente dominante del balance energético. Los parámetros del modelo responden bien a las condiciones meteorológicas típicas de esta configuración climática.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte

**Nº:** 302

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 1980

Título	Situación de los glaciares del estero Aparejo, río Yeso
Autor (es)	Peña, H.
Nombre completo de la revista o libro	Informe Interno, Dirección General de Aguas, Centro de Información Recursos Hídricos, Área de Documentación
Referencias	1980. GLA-4+4' c.1, 9 p.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**N°:** 303  
**FECHA:** 1983

Título	Análisis de las Crecidas del Río Paine, XII Región
Autor (es)	Peña, H. y F. Escobar
Nombre completo de la revista o libro	Estudios Hidrológicos, Departamento Hidrología, DGA, Santiago
Referencias	Publicación Interna N° 83/7
Palabras clave	Hidrología - Crecida
Resumen	Se analizan las crecidas del río Paine, ocurridas en los años 1982 y 1983, producto del vaciamiento de una represa de hielo que se formó en el glaciar Dickson. El vaciamiento se produce en un período de 17-23 días y alcanza un caudal máximo del orden de 350 m <sup>3</sup> /s.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 304

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 1985

Título	Estimación de tasas de derretimiento de nieve
Autor (es)	Peña H., Vidal F. & Escobar F.
Nombre completo de la revista o libro	Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, VII Congreso Nacional
Referencias	1985
Palabras clave	Andes Centrales – ablación - meteorología
Resumen	<p>Este estudio tiene por objetivo investigar métodos para la estimación de la tasa de derretimiento diaria de la nieve en los Andes Centrales de Chile. Para ello se utilizan 64 días de mediciones micro-meteorológicas y de ablación de la nieve realizadas en los meses de verano entre 3750 y 4600 m.s.n.m. En forma complementaria, se usan datos a nivel de grupos de días con mediciones de ablación de la nieve e información meteorológica de menor calidad, en un amplio rango de elevación y meses. El estudio concluye que la aplicación de las expresiones deducidas en otras regiones, resultan inadecuadas para las condiciones prevalecientes en esta zona y se proponen expresiones empíricas basadas en la evaluación de los flujos radiativos y la temperatura del aire.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 305  
**FECHA:** 1985

Título	Procedimiento para la estimación de crecidas en cuencas nivales
Autor (es)	Peña H., Escobar F. & Vidal F.
Nombre completo de la revista o libro	Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, VII Congreso Nacional
Referencias	1985.
Palabras clave	Crecidas - río Maipo
Resumen	<p>Se propone un método de evaluación de crecidas por derretimiento de nieves para la zona central del país, en cuencas que no dispongan de información fluviométrica. El método propuesto requiere para su uso de escasa información y su aplicación es sencilla, pudiendo ser de utilidad en la evaluación de crecidas para el diseño de obras menores donde no se justifica el empleo de procedimientos complejos, o como una primera aproximación en obras de mayor importancia. El presente estudio está basado en diversas investigaciones realizadas en la alta cordillera de la cuenca del río Maipo. Se propone un método que requiere poca input de información para evaluar las crecidas por fusión de la nieve en la zona central de Chile.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 306

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 1986

Título	Caracterización del manto nival y mediciones de ablación y balance de masa glaciar en glaciar Echaurren Norte. Jornadas de Hidrológica de Nieves y Hielos en América del Sur.
Autor (es)	Peña, H., Vidal, F., Escobar, F
Nombre completo de la revista o libro	Programa Hidrológico Internacional
Referencias	UNESCO
Palabras clave	Estudios glaciológicos – Glaciar Echaurren
Resumen	<p>En este trabajo se analiza la información de densidad, temperatura, acumulación de nieve y ablación obtenida en el glaciar Echaurren Norte (3.750 ms.n.m.) y su área adyacente. Se estudia la variación de la densidad de la nieve en función de su edad, de la elevación y del transcurso del período de función. Se entregan perfiles de temperatura obtenidos al inicio del período de ablación y se estiman valores del almacenamiento de frío en el manto. Con los antecedentes de ablación se determinan: la envolvente superior de las ablaciones diarias, y los valores mensuales medios de ablación con su correspondiente rango de variación. Finalmente se entregan los resultados de los balances de masa realizados en el glaciar entre los años 1975/76 y 1982/83.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 307  
**FECHA:** 1987

Título	Análisis del Aluvión de Mayo de 1985 del Río Manflas: Cuenca del Río Copiapó
Autor (es)	Peña, H. and Escobar F.
Nombre completo de la revista o libro	Dirección General de Aguas, Departamento de Hidrología
Referencias	Publicación Interna 87/3. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile. Santiago. 20 pp.
Palabras clave	Aluvión, glaciar; vaciamiento, lago, crecidas.
Resumen	<p>El día 14 de Mayo de 1985 ingresó sorpresivamente al embalse Lautaro, sobre el río Copiapó, un aluvión de gran magnitud, estimado en 5,0 Hm<sup>3</sup>, el cual arrastró considerables cantidades de piedras, lodo y restos de vegetación. Los daños fueron menores, debido a que el embalse Lautaro tenía en ese instante suficiente capacidad disponible para soportar dicho aluvión. El proceso de acumulación del agua que provocó el aluvión, debe haber tomado varios años ya que el rendimiento de la cuenca aportante (3 km<sup>2</sup> aprox.) es mínimo, sobretodo porque el caudal aforado en los meses de verano (diciembre y marzo) a la salida del glaciar, es escaso. Este mecanismo exige que la circulación del agua en el lago en formación no se haya interrumpido y, a su vez, el almacenamiento se haya efectuado aisladamente del medio exterior para evitar su congelamiento, mediante un lago subglacial. El volumen de este lago se estima que alcanzó un total de 4 Hm<sup>3</sup>, valor que resulta compatible con el registrado en el embalse Lautaro, si se considera la incorporación de sólidos y agua (almacenada en vegas existentes en el cauce del río) a lo largo del trayecto de 105 km entre ambos puntos. Mientras que la generación del aluvión, asociada al vaciamiento violento del lago, puede ser caracterizada desde tres importantes perspectivas hidrológicas: caudal, velocidad y tiempo del recorrido. La violencia de la crecida modificó en sectores el paisaje del valle del río Manflas, arrastrando grandes cantidades de arbustos, materiales de derrumbe y zonas enteras de vegas. El cambio de pendiente en el cauce, en la confluencia del río Seco de los Tronquitos con el río Manflas, produjo una desaceleración del escurrimiento y el depósito de grandes cantidades de bolones.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 308

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 1987

Título	Snowmelt-runoff Simulation Model of a Central Chile Andean Basin with Relevant Orographic Effects
Autor (es)	Peña, H. and N. Nazarala
Nombre completo de la revista o libro	In: Large Scale Effects of Seasonal Snow Cover. Proceedings of the Vancouver Symposium, IAHS Publications
Referencias	1987. No. 166, pp 161-172.
Palabras clave	Snowmelt - simulation model - Maipo River basin - Orographic Effects
Resumen	<p>A snowmelt-runoff simulation model of the upper Maipo River basin, located in the Andean highlands of Central Chile, is presented. Empirical relations developed for the area are used to compute the snow and ice melt. The influence of the spatial structure of the model and the redistribution of snow falling on high slope surfaces are discussed. The role of semi-perennial snow covered areas and the runoff from the glaciers are emphasized, the role of the latter being significant in dry years at the end of the summer period.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presenta un modelo de simulación de escorrentía/fusión nival para la parte de Chile central. Este modelo es utilizado para evaluar el derretimiento de la nieve y el hielo. Se discute acerca de la distribución de la nieve. Se enfatiza el rol de la cobertura de nieve semipermanente y la escorrentía de glaciares.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro - Sur  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 309  
**FECHA:** 1990

Título	Hidrología de desastres en Chile: crecidas catastróficas recientes de origen no meteorológico
Autor (es)	Peña, H. & W. Klohn.
Nombre completo de la revista o libro	Revista de la Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica
Referencias	Volume 5 (1), pages 21-38.
Palabras clave	Crecidas – Desastres naturales - Inundaciones - Hidrología
Resumen	Se exponen antecedentes disponibles sobre crecidas, donde se estudian según su origen: (a) crecidas por vaciamiento de represas glaciares; (b) crecidas generadas por actividad volcánica; (c) crecidas generadas por deslizamiento de tierra, como resultado de actividad sísmica; y, (d) crecidas generadas por el deslizamiento de una ladera seguida de un flujo de detritos.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 310  
**FECHA:** 2007

Título	Modèles hydrologiques du Génie Rural (GR)
Autor (es)	<b>Perrin, C., Michel, C. and V. Andréassian</b>
Nombre completo de la revista o libro	Paris, France, Cemagref, UR Hydrosystèmes et Bioprocédés
Referencias	2007. 16 p.
Palabras clave	Génie Rural – bassin - modèles hydrologiques
Resumen	<p>Ce document présente un récapitulatif des modèles de simulation du Génie Rural fonctionnant aux pas de temps annuel, mensuel et journalier. La simulation du débit à l'exutoire d'un bassin versant est nécessaire voire indispensable pour de nombreuses applications d'ingénierie et de gestion de la ressource en eau, telles que le dimensionnement et la gestion d'ouvrages, la prévision des crues ou des étiages, la détection d'impact, etc. C'est pour répondre à ces questions que le Cemagref a commencé à développer au début des années 1980 des modèles hydrologiques (du Génie Rural – GR) permettant de faire le lien entre la lame d'eau précipitée sur un bassin versant et son débit à l'exutoire. Au-delà de leur aspect pratique, ces modèles ont soulevé des questions essentielles sur la façon de représenter la transformation de la pluie en débit à l'échelle du bassin versant.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este documento presenta una recapitulación del modelo hidrológico Génie Rural, el cual es un trabajo de etapas anuales, mensuales y diarias. La simulación de descarga con una válvula en una piscina es importante para varias aplicaciones en ingeniería y el manejo del recurso agua.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro – Sur  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 311  
**FECHA:** 2003

Título	Recopilación y análisis de la variación de las temperaturas (período 1965 – 2001) y las precipitaciones (período 1931 – 2001) a partir de la información de estaciones meteorológicas de Chile entre los 33° y 53° de latitud Sur.
Autor (es)	<b>Pezoa L</b>
Nombre completo de la revista o libro	Tesis de Grado presentada como parte de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral, Chile
Referencias	Page 146
Palabras clave	Temperaturas – Precipitaciones – Meteorología
Resumen	<p>En Chile, los registros instrumentales raramente exceden los 100 años. La falta de una base de registros meteorológicos largos, completos, vigentes y geográficamente continuos constituye la mayor limitación para caracterizar apropiadamente la variabilidad climática natural en escala de décadas a siglos. En esta tesis se informa sobre la recopilación, validación, llenado y análisis de los patrones espaciales y temporales de 18 series de temperatura y 57 series de precipitación provenientes de registros instrumentales de estaciones ubicadas en Chile entre los 33° y 53° S. Se analizan 37 años en el caso de las temperaturas y hasta 71 años en el de precipitación. Los patrones espaciales de la temperatura media anual indican para el PC1 una gran homogeneidad en la variabilidad interanual de las estaciones ubicadas en las costas del Océano Pacífico al norte de los 43° S. Este patrón abarca la variabilidad en temperatura para el clima mediterráneo templado con invierno lluvioso a lo largo de la costa del Pacífico. El PC2, en cambio, muestra un gradiente norte-sur, empezando con valores negativos en la porción norte para aumentar y tornarse positivos y alcanzar valores significativos al Sur de los 45° S. Estos resultados coinciden plenamente con los encontrados por Villalba et al. (en prensa). Todas las estaciones meteorológicas ubicadas al norte de los 41°S indican una tendencia al calentamiento, los períodos más fríos ocurren entre los años 1965-1976. A partir del año 1977, las temperaturas suben sobre la media y aumentan ligeramente en el tiempo hasta alcanzar un máximo en el período 1997-1999. Por otro lado, al sur de los 45° y hasta los 53° S, la tendencia es al enfriamiento, con un período cálido, sobre la media, entre los años 1965-1982 y luego un período frío a partir del año 1983. A nivel estacional, mientras en verano y primavera las temperaturas medias muestran un fuerte incremento a partir del año 1976, en otoño e invierno se observan valores en torno a la media. Sin embargo, en otoño también se observa un fuerte incremento en la temperatura, pero a partir del año 1977. Esto daría señales, que posiblemente el cambio climático del año 1976, descrito por varios autores, ocurrió entre septiembre de 1976 (inicio del verano de 1976) y mayo de 1977 (término del otoño de 1977). En cuanto a las precipitaciones, los patrones espaciales indican para el PC1 que la precipitación anual en Chile está caracterizada por una gran homogeneidad en la variación interanual, entre las estaciones meteorológicas, con influencia oceánica, ubicadas en el norte y centro del área de estudio entre los 33° y 41° de latitud Sur. El segundo componente, reúne las estaciones transandinas, ubicadas alrededor de los 45° S e indican una diferencia entre la zona norte respecto al centro-sur con un límite a los 37° S con la carga positiva más alta sobre Punta Arenas (PARE). Respecto a los Patrones Temporales, el PC1 muestra valores significativos entre los 33° y 41° S y está indicando una oscilación de la precipitación anual en torno a la media. El PC2 y PC3 muestra una disminución en las precipitaciones anuales, caracterizados por las estaciones ubicadas al sur de los 45°S. En el contexto de 71 años, los promedios de precipitación del período 1931-2001 son, levemente superiores a los del período 1962-2001. Mientras que la estación La Rufina tiende al aumento, Concepción, Temuco Pichoy y Puerto Montt muestran una marcada disminución. El año con mayores precipitaciones anuales fue el año 1997 y el de mayor sequía 1998.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Historia

**Nº:** 312  
**FECHA:** 1863

Título	Exkursion nach den Bädern und dem Neuen Vulkan von Chillan in Chile, im Spätsommer 1862 gemacht.
Autor (es)	Philippi, R.
Nombre completo de la revista o libro	Petermann's Geographische Mittheilungen
Referencias	1863. pp 241-257.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Paleoglaciología

**Nº:** 313  
**FECHA:** 1978

Título	Establecimiento de <i>Nothofagus betuloides</i> (Mirb.) Blume (coigüe de Magallanes) en un valle en proceso de desglaciación
Autor (es)	<b>Pisano, E.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Anales Instituto Patagonia (Chile)
Referencias	1978. No. 9, pp 107-128.
Palabras clave	<i>Nothofagus betuloides</i> – glaciar Serrano – Patagonia
Resumen	<p>The chronological study of <i>Nothofagus betuloides</i> established on a moraine lying against the south wall of the Serrano glacial valley (51°26,6'S - 75°06,4'W) proved the irregularity of the progressive deglaciation process and the coincidence in their characteristics of its subperiods with those postulated by the author (1975).</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El estudio cronológico del establecimiento de <i>Nothofagus betuloides</i> en la morrena lateral sur adosada al valle glacial del glaciar Serrano (51° 26,6'S - 75°06,4'W) demostró la irregularidad del proceso progresivo de desglaciación y los postulados por el autor (1975).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 314**  
**FECHA: 1971**

Título	Geological aspects of the May 31, 1970, Perú earthquake
Autor (es)	Plafker, G., Ericksen, G.E. and J. Fernández Concha
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of the Seismological Society of America
Referencias	1971. Vol. 61, No. 3, pp 543-578.
Palabras clave	Earthquake - debris avalanche
Resumen	<p>Geological effects of the destructive May 31, 1970, Perú earthquake (<math>M_s = 7,7</math>) extended over roughly 65.000 km<sup>2</sup> of west-central Perú. Earthquake-triggered slope failures of all types that occurred throughout the mountainous parts of the region extensively damaged transportation routes and irrigation canals and temporarily dammed some rivers and lakes. The geologically most important and spectacular of these, a cataclysmic debris avalanche from between 5.500 and 6.400 m altitude on the north peak of Huascarán Mountain, buried the city of Yungay and part of Ranrahirca (elevation about 2.500 m) with a loss of more than about 18.000 lives. The debris avalanche involved 50-100 million m<sup>3</sup> of rock, ice, snow, and soil that traveled 14,5 km from the source to Yungay at an average velocity of between 280 and 335 km/hr. Exceptionally rapid movement of the avalanche is indicated by eyewitness accounts, by topographic irregularities as high as 140 m that were overridden, and locally by boulders weighing several tons that were hurled as much as 1.000 m beyond its margins. A pulse of muddy water from the debris avalanche that swept down the Río Santa 160 km to the sea inundated farms and small settlements, buried highway and railroad routes, and destroyed the diversion dam and access bridge to a major hydroelectric plant. The extensive destruction to communities and an additional estimated 20.000 casualties resulted primarily from failure of adobe and masonry structures which had little shear resistance to lateral forces imposed by seismic shaking. The degree of damage to buildings and to transportation routes was aggravated in some areas of saturated unconsolidated deposits by differential compaction, downslope slumping or sliding, lateral spreading of liquefied sediments toward free faces, and possibly amplification of seismic vibrations. The absence of surface tectonic displacements or of a significant tsunami and the spatial distribution of the main shock and aftershocks suggest that the earthquake originated by movement on a fault, or faults, beneath the continental shelf at depths between 45 and 65 km.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El terremoto de Perú del 31 de mayo de 1970 (<math>M_s = 7,7</math>), ocasionó una avalancha de detritos en la cumbre norte de la montaña Huascarán (5500 – 6400 m altitud) que arrasó con todo a su paso hasta llegar al mar. Las evidencias indican que el movimiento de falla(s) ocurrió bajo la plataforma continental (45 – 65 km).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro - Sur  
**TEMA:** Historia

**Nº:** 315  
**FECHA:** 1960

Título	Un testigo en la alborada de Chile (1826-1829).
Autor (es)	Poeppig, E.
Nombre completo de la revista o libro	Santiago: Zig-Zag, Versión castellana, notas e ilustraciones de Carlos Keller
Referencias	Pages 507
Palabras clave	Relato histórico – Expedición naturalista
Resumen	Su autor recorrió el territorio chileno de aquel entonces y anotó cuanto encontró: paisajes, plantas, animales, cordilleras, llanuras, dunas y costas; pero también pelucones, pipiols, pehuenches, araucanos, moluches, extranjeros, huasos, mineros, hacendados, arrieros, etc. Estableció también contactos entre el mundo inerte y el orgánico; entre el orgánico y el del espíritu, y estampó aquella frase memorable: “La historia política de un pueblo es la historia de su carácter”, y el carácter es un complejo en cuya formación participan muchos factores. Así, el estudio adquiere mayor profundidad.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Balance de masa

**Nº:** 316  
**FECHA:** 1999

Título	Pioneer mass balance estimate for a Patagonian glacier: Glaciar de los Tres, Argentina
Autor (es)	Popovnin, V., Danilova, T. and D. Petrakov
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	1999. No. 22, pp 255-267.
Palabras clave	glaciers; mass balance; Patagonia
Resumen	<p>Up to now, the database of World Glacier Monitoring Service does not contain mass balance for Patagonian glaciers. The first mass balance data from this region are now presented. In 1995/1996, an investigation including glaciological, meteorological and hydrological monitoring was carried out on Glaciar de los Tres in Mt. FitzRoy Region, Santa Cruz, Argentina. Mass balance calculations were based on direct estimates of its components — winter and summer balances, using the stratigraphic reporting system. Comparison of the glacier meteorology with those in the foothills reveals peculiarities in vertical temperature and precipitation gradients. Correlations with lowland meteorological records were used for correcting raw field data and for final calculation of mass balance parameters. Mass balance was slightly positive (+70 mm w.e.), with accumulation of 2320 mm and ablation of 2250 mm w.e. Three corresponding maps of these parameters are drawn. In spite of a positive 1995/1996 balance, the glacier front retreated 3 m, indicating the past glacier regime. Glacier retreat is the prevalent pattern of the Andes, but the contemporary state of alpine glaciers in the Argentine sector of Patagonia seems to be relatively more favourable.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presenta el primer balance de masa de hielos Patagónicos realizada entre 1995 y 1996. El cálculo se basó en estimaciones directas de los componentes. En general, el retroceso glaciar es el patrón prevaleciente en los Andes.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**N°:** 317  
**FECHA:** 2003

Título	Rapid 20th century retreat of ventisquero Marinelli in the Cordillera Darwin icefield
Autor (es)	Porter C. and Santana A.
Nombre completo de la revista o libro	Anales del Instituto de la Patagonia
Referencias	2003. Volume: 31 Pages: 17-26
Palabras clave	Glacier variations, recesion, Marinelli, Cordillera de Darwin, Patagonia, Chile, Glacier Retreat
Resumen	<p>Tidewater glaciers can reduce their glacier mass rapidly. This behaviour can be linked to climate variations as well as inherent dynamic instabilities. Ventisquero Marinelli, a calving glacier in a fjord environment located in the Cordillera Darwin Icefield, Tierra del Fuego, lost mass during the first half of the 20<sup>th</sup> century, while the terminus remained near its Neoglacial maximum position. Responding to mid 20<sup>th</sup> century warming, the ice front retreated from the grounding line into deepening waters. Between 1992 and 2000 the glacier changed length at a rate of <math>-787 \text{ m a}^{-1}</math> with an area change rate of <math>-2,75 \text{ km}^2 \text{ a}^{-1}</math>. This is the largest retreat rate yet documented in South America. While a warming climate triggered the recession, sustained rapid retreat is probably due to topographic and calving processes driving ice dynamics.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Análisis del Ventisquero Marinelli, un glaciar ubicado en la Cordillera Darwin, Tierra del Fuego. Este glaciar experimenta el retroceso en Sudamérica, debido al calentamiento climático en combinación con procesos topográficos y de calving afectando la glacio-dinámica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 318

**TEMA:** Inventario

**FECHA:** 1971

Título	Inventory of glaciers in the North Cascades, Washington
Autor (es)	Post, A., Richardson, D., Tangborn, W.V. and F.L. Rosselot
Nombre completo de la revista o libro	Geol. Surv. Prof. Paper
Referencias	1971. 705-A.
Palabras clave	Glaciers, *washington, *hydrolic data, data collections, surveys, glaciation, international hydrological decade, topography, water balance, movement, regimen, water sources, water yield, north cascade mountains(wash)
Resumen	<p>Perennial bodies of ice in the North Cascades, Washington, having areas of at least 0,1 square kilometer are tabulated and classified. The inventory, a contribution to the International Hydrological Decade, includes 756 glaciers, covering 267 square kilometer, about half of the glacier area in the United States south of Alaska. Listings include glacier's location, drainage basin, area, length, orientation, altitude, and classification as to form, source, surface, nature of terminus, and activity. These glaciers contribute annually about 800 million cubic meters of water to stream flow in the state of Washington.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los cuerpos perennes de hielo en North Cascades, Washington, son tabulados y clasificados, teniendo áreas de por lo menos 0,1 km<sup>2</sup>. El inventario, una contribución a International Hydrological Decade, incluye 756 glaciares, cubriendo 267 km<sup>2</sup>. Las listas incluyen la ubicación del glaciar, la cuenca hidrográfica, el área, la longitud, la orientación, la altitud y la clasificación sobre su formación, la fuente, la superficie, la naturaleza del término, y la actividad.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**

**Nº: 319**

**TEMA: Otros**

**FECHA: 2000**

Título	Glacier Ice in Association with the International Glaciological Society, Cambridge-England
Autor (es)	<b>Post, A. and E. Lachapelle</b>
Nombre completo de la revista o libro	University of Washington Press, Seattle.
Referencias	2000. pp. 108-110.
Palabras clave	Glaciers – mass balance – fluctuations – aerial photographs
Resumen	<p>The awesome beauty and majesty of glaciers, the world of ice which has shaped and reshaped large parts of the earth's surfaces, are presented here through more than one hundred photographs and a closely integrated, informed text. Austin Post's series of aerial photographs of glaciers along the North Pacific Coast of North America and into the interior ranges of Alaska is supplemented with ground based photographs from the Himalayas, Switzerland, Chile, and others parts of the world. The autors clearly explain the features illustred. Their discussion of the effects of glaciers on the landscape, formation and mass balance, flow and fluctuations, moraines, ogives, and surface details is fascinating for the general reader as well as the expert.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Laimpresionante belleza y majestad de los glaciares, la criósfera que ha formado y cambiado grandes partes de la superficie terrestre, son presentadas aquí con más de cien fotografías y un texto integrado e informado.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 320  
**FECHA:** 2005

Título	Avenir des ressources en eau glaciaire de la Cordillère Blanca.
Autor (es)	Pouyaud, B., M. Zapata, J. Yerren, J. Gómez, G. Rosas, W. Suarez & P. Ribstein.
Nombre completo de la revista o libro	Hydrological Sciences Journal
Referencias	Volume 50, pages 999-1022.
Palabras clave	Climate change; Cordillera Blanca; Depth of runoff; Glacial hydrology; Glacial meltwater; Glaciation rate; NOAA-NCEP re-analysis atmospheric temperature; Peru; Tropical glacial basins; Water resources
Resumen	<p>The hydrological data (since 1953) of the Llanganuco basin (87,0 km<sup>2</sup>, 39% glacierized) show an increase of the glacial melting during the last quarter of the 20<sup>th</sup> century. These results were supplemented (since the end of 2000) by the data of the small basin of Artesoncocha (8,4 km<sup>2</sup>, 79% glacierized). The basin runoff is well correlated to the atmospheric temperature derived from the NOAA-NCEP re-analysis above the Cordillera Blanca. At the monthly time scale, the temperature is a good proxy of the glacier melting. The retreat of several glaciers in the Cordillera Blanca has been well documented for 50 years, highlighting an acceleration of the deglaciation in the mid-1970s. The use of these data of various origins permits one to model the behaviour of glaciers, especially the meltwater production, and then to predict their future evolution. The model was calibrated over the 1950-2000 period, thus providing a possible optimistic evolution range (underestimation if the climate change becomes more intense). The forcing of the model by forecasts of the future temperature evolution above the Cordillera Blanca, derived from the regionalization of global climatic models, allows improvement of the estimations only based on past glacial behaviour.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Datos desde 1953 de la cuenca de Llanganuco muestran mayor derretimiento glaciar en el último cuarto del siglo XX. El caudal de la cuenca está muy correlacionado a la temperatura atmosférica de acuerdo a datos de re-análisis en la Cordillera Blanca. Se modela la producción de agua de deshielo y luego así predecir su evolución futura. El forzamiento del modelo por pronósticos de la futura evolución de la temperatura en la Cordillera Blanca, derivado de la regionalización de los modelos climáticos globales, permite mejorar las estimaciones basadas sólo en el comportamiento pasado de los glaciares.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero

Nº: 321

TEMA: Otros

FECHA: 1999

Título	EOS Global Land Validation Network.
Autor (es)	<b>Privette, J. L., J.T. Morrisette, C. Justice &amp; D. Starr</b>
Nombre completo de la revista o libro	Proc. Int. Geosci. Remote Sens., Symp. (IGARSS '99), Hamburg, Germany, 28 June- 2 July.
Referencias	1999
Palabras clave	the Earth Observing System (EOS)
Resumen	<p>Although many approaches will be used to validate land products from the Earth Observing System (EOS), we describe the system being developed for the collection and comparison of field-measured parameters with EOS products. The most unique component is EOS Land Validation Core Sites, a global network of 24 high-intensity field measurement sites. These sites will provide the user community with the most timely and comprehensive ground, aircraft and satellite data available under EOS. Furthermore, data protocols and World Wide Web sites are being developed to promote public participation and long-term validation data preservation. Results of these validation activities will be conveyed to the community through both published literature and metadata embedded within product data sets.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describe el sistema que se está desarrollando para comparar los parámetros obtenidos mediante mediciones en terreno con aquellos recogidos por EOS.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 322  
**FECHA:** 1977

Título	Estudio geomorfológico y glaciológico en la zona de la Laguna Negra
Autor (es)	<b>Puig, A. and P. Valdivia</b>
Nombre completo de la revista o libro	Universidad de Chile, Departamento de Geología, Taller de Título
Referencias	1977. GL 697-GL 698.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 323  
**FECHA:** 2005

Título	Optical remote sensing techniques in high-mountain environments: application to glacial hazards
Autor (es)	<b>D.J. Quincey, R.M. Lucas, S.D. Richardson, N.F. Glasser, M.J. Hambrey and J.M. Reynolds</b>
Nombre completo de la revista o libro	Progress in Physical Geography
Referencias	2005, Volume 29, No. 4, pp. 475–505
Palabras clave	Peligros glaciales – evaluación del riesgo – glaciares de montaña – sensores remotos
Resumen	<p>Remote sensing studies have shown that glaciers and their proximal environments exhibit unique temporal, spatial and spectral characteristics that can be analysed to better quantify glacial hazard potential. In this review, the optical remote sensing data sources available to glacial hazard assessors are considered and the range of information on glacial environments that can be derived is analysed. The review shows that the integration of a variety of data sources can provide geoscientists with information regarding glacial lakes and lake development, glacier dynamics, avalanche sources and ice-marginal fluctuations. Such data can be used to complement and, in many cases, improve field-based glacial hazard assessments. The review concludes that aerial photography still remains the main source of data for measuring a number of glacier characteristics, but that fine to moderate spatial resolution satellite sensors (e.g., ASTER, SPOT 5 HRVIR, Landsat ETM+) also provide useful information that can be used to support the assessment of hazards in high-mountain glacierized terrain.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La teledetección ha mostrado que los glaciares y sus ambientes cercanos exhiben características temporales, espaciales y espectrales únicas que pueden ser analizadas para cuantificar de mejor manera peligros potenciales asociados a glaciares.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro - Sur  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 324  
**FECHA:** 2004

Título	Estudio de los factores que explican la variabilidad de la precipitación en Chile en escalas de tiempo interdecadal.
Autor (es)	Quintana, J.
Nombre completo de la revista o libro	Tesis para optar al Grado de Magister en Ciencias. Departamento de Geofísica. Santiago, Universidad de Chile:
Referencias	93
Palabras clave	Meteorología – Regimen Pluviométrico
Resumen	<p>Se analiza la evolución del régimen pluviométrico en Chile (30°S-54°S) respecto de su tendencia y variabilidad interdecadal a partir de información anual y estacional definida para cuatro periodos: 1900-2000, 1930-2000, 1950-2000 y 1970-2000. El análisis de tendencia mediante regresión lineal en las series anuales y estacionales de precipitación entre 30°S-54°S, muestra en general tendencias negativas (disminución de la precipitación), siendo el período 1970-2000, entre 39°S y 47°S, el más significativo. La variabilidad interdecadal de las precipitación en Chile a través del análisis de terciles, encuentra que la frecuencia de años de ocurrencia con condiciones anormalmente secas (1<sup>er</sup> tercil) y lluviosas (3<sup>er</sup> tercil) en períodos móviles de 10 años aparece en períodos decadales alternados y en forma opuesta en dos regiones de Chile. Al norte de los 38°S, se destaca una frecuencia relativamente alta de años lluviosos en las décadas de los 40-50 y 80-90, mientras que en la década de los 60- 70 se observa lo contrario. Al sur, entre 39°S-47°S, se presenta una frecuencia de años secos significativamente alta (precipitación en el 1<sup>er</sup> tercil) en las tres décadas más recientes, precedido de 2 décadas con un mayor número de años lluviosos (3<sup>er</sup> tercil). El análisis de la precipitación a escala diaria, entre 1931-2000, establece una relación casi lineal entre el número de días con precipitación mayor o igual que 1 mm y el total de agua caída por año. Respecto de la intensidad de los días con lluvia, en la región entre 36°S y 53°S, se encuentra una disminución significativa en la frecuencia relativa de días con precipitación en el 3<sup>er</sup> tercil en las últimas 3 décadas, es decir, la intensidad de la precipitación diaria fue menor entre 1970-2000 y mayor en años precedentes. La relación que se presenta entre las variabilidad interdecadal de la precipitación en Chile durante el siglo XX y los mecanismos de circulación atmosférica tales como la Oscilación del Sur (IOS), influencia regional de la Oscilación Antártica, el Anticiclón Subtropical del Pacífico y la Oscilación interdecadal del Pacífico, sugieren la existencia de mecanismos de origen oceánico y atmosférico que modulan el comportamiento pluviométrico de escala interdecadal y secular en la región central y sur de Chile.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 325  
**FECHA:** in press

Título	Changes in the rainfall regime in Central Chile (30°S – 43°S).
Autor (es)	Quintana, J. and P. Aceituno
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Climate
Referencias	In press
Palabras clave	Rainfall - central Chile
Resumen	<p>Rainfall regime along the extratropical West coast of South America is characterized by a strong annual cycle with the wet season concentrated during the austral semester (Apr-Sep). Annual rainfall increases southward from around 100 mm at 30°S to nearly 2.000 mm at 40°S. The Andes cordillera isolates this region from the influence of continental air masses. Results from recent investigations about slow changes in the rainfall regime in this region are presented here, including the assessment of trends, interdecadal variability and associated changes in regional and largescale circulation. This investigation builds upon results from previous studies documenting a generally negative trend in annual rainfall in central Chile.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El régimen lluvioso a lo largo de la costa extratropical oeste de Sudamérica está caracterizado por un ciclo fuerte anual en temporada de invierno (Abril-Septiembre). La lluvia anual aumenta hacia el sur desde los 100 mm a los 30°S hasta casi 2.000 mm a los 40°S.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Vulcanismo

**Nº:** 326  
**FECHA:** 1991

Título	Estudio de los lahares del Volcán Llaima, IX Región de la Araucanía
Autor (es)	Quinteros, C.
Nombre completo de la revista o libro	Memoria para Optar al Título de Geólogo.
Referencias	Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. 103 pp.
Palabras clave	Lahares – volcán Llaima - geología
Resumen	Se estudian los distintos flujos laháricos presentes en el Volcán Llaima, donde se analizan sedimentológicamente a partir de las principales áreas por donde se desplazaron.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 327  
**FECHA:** 1981

Título	Moraine in-transit as parent material for soil development and the groth of valdivian rain forest on moving ice: Casa Pangué glacier, Mount Tronador (Lat. 41°10'S), Chile
Autor (es)	<b>Rabassa, J., Rubulis, S. and J. Suarez</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	1981. No. 2, pp 97-102
Palabras clave	Casa Pangué glacier – moraine - dendrochonology
Resumen	<p>Casa Pangué glacier is a regenerated valley glacier, covered by supraglacial moraine of variable thickness (1 to 3 m). Seven moraine in-transit arcs have originated from avalanches falling on the ice from the steep walls at the head of the valley. The debris has been relocated by glacier movement, and vegetation has become established on areas with sediment cover. Primitive soil has developed very rapidly, probably in less than 100 a. The plant communities established on the moraine has been dendrochronologically dated, and the analysis indicates a minimum age of 45 a-1 for the oldest tree. The tree's age in combination with aerial photographs indicate that the trees have moved an average distance of at least 1000 m between 1942 and 1978.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La datación de los árboles que han colonizado las morrenas del Glaciar Pangué indica una edad mínima de 45 años. Esta información junto con fotografías aéreas (1942 – 1978) que revelan información del avance del frente del glaciar durante este tiempo ha sido de 1000 m.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Balance de masa

**Nº:** 328  
**FECHA:** 2007

Título	Influence of upper air conditions on the Patagonia icefields
Autor (es)	Rasmussen L.A., Conway H.& Raymond C.F.
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007. Volume: 59 Pages: 203-216
Palabras clave	Patagonia; ice fields; glaciers; mass balance; upper-air
Resumen	<p>Upper-air conditions archived in the NCEP-NCAR Reanalysis have been used to investigate changes in precipitation and snowfall over the Patagonia icefields during 1960–99. Apparently, whereas total precipitation has not changed, warming has caused a decrease in the amount falling as snow. Precipitation at a site is taken to be proportional to the product of the relative humidity and the component of the wind in a particular critical direction, both at 850 hPa (<math>\approx 1.400</math> m) at a point over the ocean to the west of the icefields; whether it falls as rain or snow is assumed to depend on whether the temperature at the elevation of the site is above or below <math>+2^{\circ}\text{C}</math>. The critical direction is assumed to be <math>270^{\circ}</math>, which is perpendicular to the north–south trending Andes and is also the prevailing wind direction in this zone of strong westerlies. Because of the scarcity of precipitation records on or near the icefields, the constant of proportionality cannot be determined, so the investigation is limited to examining relative changes in those upper air variables. Warming at 850 hPa has been <math>\approx 0,5^{\circ}\text{C}</math> over the 40 years, both winter and summer, with the effects that it has: (1) shifted from snow to rain <math>\approx 5\%</math> of the precipitation, the total of which has changed little, and (2) increased annual melt in the ablation areas by <math>\approx 0,5</math> m w.e. The icefields have been losing mass since at least 1870, so this 40-year trend represents only an acceleration of the longer-term trend of adjusting to climate change since the Little Ice Age.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los registros de reanálisis NCEP-NCAR se han utilizado para investigar los cambios en las precipitaciones en Campos de Hielo durante 1960-99. El calentamiento atmosférico ha provocado una disminución en la precipitación en forma de nieve. La temperatura crítica para la precipitación en forma líquida o sólida es <math>2^{\circ}\text{C}</math>. La tasa de calentamiento a los 850 hPa se estima en <math>\approx 0,5^{\circ}\text{C}</math> en los últimos 40 años tanto en invierno como en verano, con los siguientes efectos: (1) cambio de precipitación de nieve a lluvia en un 5% y (2) aumento de <math>\approx 0,5</math> m agua eq. de fusión anual en las áreas de ablación. Esto representa sólo una aceleración de la tendencia de largo plazo de adaptación al cambio climático desde la Pequeña Edad de Hielo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones**

**Nº: 329**  
**FECHA: 2005**

Título	Retreat of Tyndall Glacier, Patagonia, over the last half century.
Autor (es)	<b>Raymond, C., T. Neumann, E. Rignot, K. Echelmeyer, A. Rivera and G. Casassa</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	Volume 51(173), pages 239-247.
Palabras clave	glacier retreat; Tyndall Glacier
Resumen	<p>We report measurements of ice surface elevation, ice thickness and surface area for Glaciar Tyndall, Patagonia, made in 1999-2002. The measurements, together with previously published observations, show acceleration over the last few decades of the rates of thinning and retreat of the main calving front. The acceleration of shrinkage appears to be driven by a combination of climate and feedback processes, the dominant feedback being increased melting associated with lowering of the glacier surface (elevation feedback). The melting capacity in the main terminus lake is now too small to be a major factor accelerating the retreat. The glacier bed has low slope and remains below the elevation of the lake spillway for &gt;14 km upstream from the 2000 calving front, indicating the potential for extensive retreat under the influence of strong elevation feedback and increasing interaction with the lake as it enlarges.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se reporta la aceleración en las últimas décadas de las tasas de adelgazamiento y el retroceso del glaciar Tyndall. La aceleración del retroceso está impulsada por una combinación de clima y con mecanismo de retroalimentación, siendo el principal el aumento de la fusión asociado al adelgazamiento.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 330**  
**FECHA: 1999**

Título	Glacial hazard assessment at Tsho Rolpa, Rolwaling, Central Nepal
Autor (es)	<b>Reynolds, J.M.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology
Referencias	1999. Vol. 32, No. 3, pp 209-214.
Palabras clave	Climatic change – glaciers hazards – natural resources
Resumen	<p>Recession of glaciers throughout the Himalayas is resulting in the development of a growing number of high-altitude proglacial lakes that are retained behind natural moraine dams. Some of these have failed catastrophically and the consequential Glacier Lake Outburst Floods (GLOFs) have resulted in substantial damage and loss of life downstream. With growing populations in remote valleys coupled with the demand for substantial growth in the capacity for hydro-electric power for export, the risk of further disasters is increasing. Accordingly, His Majesty's Government of Nepal has undertaken a series of studies since 1985 to investigate the risks associated with such glacial lakes. This photofeature encapsulates aspects of the work undertaken between 1994 and 1997 at Tsho Rolpa, which is thought generally to be the largest and most dangerous glacial lake in Nepal. The present project at Tsho Rolpa is the first of its kind in Nepal and represents the first time that such detailed glacial hazard assessment has been undertaken through to the development of a full remediation scheme in Nepal.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El retroceso de los glaciares en el Himalaya es evidenciado por el aumento de los lagos proglaciares, algunos de los cuales se han vaciado repentinamente. En el presente informe se estudia el lago Tsho Rolpa, considerado el más peligroso.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 331**  
**FECHA: 2003**

Título	Development of glacial hazard and risk management protocols in rural environments – Guidelines for the management of glacial hazards and risks
Autor (es)	<b>Reynolds Geo-Sciences Ltd. (RGSL)</b>
Nombre completo de la revista o libro	RGSL, Mold, United Kingdom.
Referencias	62 pp.
Palabras clave	Peligros glaciales – evaluación del riesgo – guía de manejo – cambio climático
Resumen	<p>Glacial hazards, such as ice avalanches and floods from glacial lakes, threaten communities and commercial activities in many mountain ranges of the world. The threat to economic development of some of the world's poorest countries has already been highlighted by several catastrophic events in recent decades. Furthermore, within the current and predicted scenario of a warming climate it is expected that the frequency, and in some cases the magnitude, of glacial hazards will increase. Despite the damages and associated costs experienced from past events, there remains little guidance on procedures of hazard and vulnerability assessment. It is clear that guidance is required given that donors, project financiers and/or insurers increasingly require a risk assessment for new development projects. A structured approach to the management of glacial hazards and their associated risks is set out within this document. The work is an output from a project funded by the UK Department for International Development (DFID) for the benefit of developing countries. It draws upon three years of research into techniques of glacial hazard assessment and socio-economic vulnerability analysis and is aimed at assisting governments in the planning and implementation of risk reduction strategies. The guidance notes are aimed at increasing the objectivity and independence of the risk assessment process. Intended users of the notes include both technical personnel and non-specialists involved in the assessment or management of glacial hazards.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Peligros glaciales, tales como avalanchas de hielo e inundaciones desde lagos glaciales, amenazan comunidades y actividades comerciales en varias montañas del mundo. La amenaza para el desarrollo económico de algunas pobres ciudades es muy alta, debido a eventos catastróficos en recientes décadas. Por ello es necesario contar con una guía para la evaluación y el manejo del riesgo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 332**  
**FECHA: 2000**

Título	An overview of glacial hazards in the Himalayas
Autor (es)	<b>Richardson, S. and Reynolds, J.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Quaternary International
Referencias	2000, Volume 65/66, pages 31-47
Palabras clave	Himalayas – glacial hazards – GLOFs – ice/snow avalanche – glacial floods
Resumen	<p>Glaciers and snowfields can form potential hazards in the Himalayas, and in similarly glacierised regions of the world. Some glaciological phenomena can have significant impacts upon society over a short time scale (minutes-days), such as ice/snow avalanches and glacial floods. Other related hazards can be equally serious but less obvious when considered on a much longer time scale (months-years-decades), such as glacier volume fluctuations leading to water resource problems. Only when humans and their activities become vulnerable to glacier-related processes is there considered to be a hazard risk. As glaciers recede in response to climatic warming, the number and volume of potentially hazardous moraine-dammed lakes in the Himalayas is increasing. These lakes develop behind unstable ice-cored moraines, and have the potential to burst catastrophically, producing devastating Glacial Lake Outburst Floods (GLOFs). Discharge rates of 30,000 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> and run-out distances in excess of 200 km have been recorded. Despite the scale of the risk, it is possible to assess and mitigate hazardous lakes successfully. Hazard assessment using satellite images has been effective for remote areas of Bhutan, and remediation techniques successfully developed in the Peruvian Andes are now being deployed for the first time in Nepal.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los glaciares y campos nevados pueden formar potenciales peligros en los Himalayas, y en otras regiones englaciadas del mundo. Algunos fenómenos glaciológicos pueden tener impactos significativos sobre la sociedad a corto plazo (minutos-días) como avalanchas de hielo/nieve e inundaciones glaciales. Otros peligros asociados pueden ser igualmente graves pero menos obvios cuando se consideran a largo plazo (meses-años-décadas), como fluctuaciones en el volumen del glaciar que llevan a problemas de disponibilidad de agua.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujo de hielo

**Nº:** 333  
**FECHA:** 1996

Título	Interferometric radar observations of Glaciar San Rafael, Chile
Autor (es)	<b>Rignot E., Foster R. &amp; Isacks B.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	1996. Volume: 42 (141), Pages: 279-291
Palabras clave	glacier; Chile, Patagonia, Glaciar San Rafael
Resumen	<p>Interferometric radar observations of Glaciar San Rafael, Chile, were collected in October 1994 by NASA's Spaceborne Imaging Radar C (SIR-C) at both L- (24 cm) and C-band frequency (5,6 cm), with vertical transmit and receive polarization. The C-band data did not yield good geophysical products, because the temporal coherence of the signal was significantly reduced after 24 h. The L-band data were, however, successfully employed to map the surface topography of the icefield with a 10 m uncertainty in height, and measure ice velocity with a precision of 4 mm d<sup>-1</sup> or 1,4 m a<sup>-1</sup>. The corresponding error in strain rates is 0,05 a<sup>-1</sup> at a 30 m horizontal spacing. The one-dimensional interferometric velocities were subsequently converted to horizontal displacements by assuming a flow direction and complemented by feature-tracking results near the calving front. The results provide a comprehensive view of the ice-flow dynamics of Glaciar San Rafael. The glacier has a core of rapid flow, 4,5 km in width and 3,5° in average slope, surrounded by slower-moving ice, not by rock. Ice velocity is 2,6 m d<sup>-1</sup> or 0,95 km a<sup>-1</sup> near the equilibrium-line altitude (1.200 m), increasing rapidly before the glacier enters the narrower terminal valley, to reach 17,5 m d<sup>-1</sup> or 6,4 km a<sup>-1</sup> at the calving front. Strain rates are dominated by lateral shearing at the glacier margins (0,4-0,7 a<sup>-1</sup>), except for the terminal-valley section, where longitudinal strain rates average close to 1 a<sup>-1</sup>. This spectacular longitudinal increase in ice velocity in the last few kilometers may be a fundamental feature of tidewater glaciers.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Interferometría de radar aerotransportado en el Glaciar San Rafael, Chile, en octubre de 1994 por NASA en diferentes frecuencias. La banda L dio buenos resultados para mapear la topografía superficial con precisión de 10 m, la velocidad del hielo con precisión de 4 mm d<sup>-1</sup>. Los resultados proporcionan una visión global de la glaciodinámica. El glaciar se desplaza más rápido en el centro y a menor velocidad alrededor. La velocidad del hielo es de 2,6 m d<sup>-1</sup> cerca de la línea de equilibrio (1.200 m), aumentando rápidamente en dirección al valle terminal. Las tasas de deformación están dominadas por el roce en los márgenes. El aumento en la velocidad en los últimos kilómetros es característico de los glaciares desprendentes en lagos y fiordos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujo de hielo

**Nº:** 334  
**FECHA:** 1996

Título	Mapping of glacial motion and surface topography of Hielo Patagónico Norte, Chile, using satellite SAR L-band interferometry data
Autor (es)	<b>Rignot E., Forster R. &amp; Isacks B.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	1996. Volume: 23, Pages: 209-216
Palabras clave	glacier; Chile, Patagonia
Resumen	<p>The first topographic and ice-motion maps of the northwestern flank of Hielo Patagónico Norte (HPN, northern Patagonia Icefield), in Chile, were produced using satellite synthetic-aperture interferometric radar data acquired by NASA's Spaceborne Imaging Radar C instrument in October 1994. The topographic map has a 10 m vertical precision with a 30 m horizontal spacing, which should be sufficient to serve as a reference for monitoring future mass changes of the icefield. The ice-motion map is accurate to within 4 mm d<sup>-1</sup> (or 1 m a<sup>-1</sup>). The radar-derived surface topography and ice velocity are used to estimate the ice discharge from the accumulation area of four outlet glaciers, and the calving flux and mass balance of Glaciar San Rafael. The results demonstrate the use of SAR interferometry for monitoring glaciological parameters on a spatial and temporal scale unattainable by any other means.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los primeros mapas topográficos y de velocidades de la parte nor-occidental de Campo de Hielo Norte mediante interferometría de radar de apertura sintética por NASA en octubre de 1994. La precisión del mapa topográfico es de 10 m, lo que es suficiente como referencia en el seguimiento futuro del Campo de Hielo. La velocidad tiene una precisión de 4 mm d<sup>-1</sup>. Los resultados demuestran la utilidad de la interferometría SAR para monitorear parámetros glaciológicos en una escala espacial y temporal inalcanzable por otros métodos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 335  
**FECHA:** 2003

Título	Contribution of the Patagonia icefields of South America to global sea level rise
Autor (es)	Rignot E., Rivera A.& Casassa G.
Nombre completo de la revista o libro	Science
Referencias	2003. Volume: 302 Pages: 434–437
Palabras clave	Patagonia Icefields, sea level rise, DEMs, SRTM
Resumen	<p>Digital elevation models of the Northern and Southern Patagonia Icefields of South America generated from the 2000 Shuttle Radar Topography Mission were compared with earlier cartography to estimate the volume change of the largest 63 glaciers. During the period 1968/1975–2000, these glaciers lost ice at a rate equivalent to a sea level rise of <math>0,042 \pm 0,002</math> millimeters per year. In the more recent years 1995–2000, average ice thinning rates have more than doubled to an equivalent sea level rise of <math>0,105 \pm 0,011</math> millimeters per year. The glaciers are thinning more quickly than can be explained by warmer air temperatures and decreased precipitation, and their contribution to sea level per unit area is larger than that of Alaska glaciers.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se comparan modelos de elevación SRTM (2000) con mapas topográficos para determinar cambios de volumen de 63 glaciares de Campos de Hielo Norte y Sur. La pérdida de hielo se traduce en una contribución anual al nivel del mar de <math>0,042 \pm 0,002</math> mm en el período 1968/1975–2000, sin embargo esta aumenta a más del doble en los últimos años del siglo XX. Esta contribución es desproporcionadamente alta y supera la de los glaciares de Alaska.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Flujos de hielo

**Nº:** 336  
**FECHA:** 2008

Título	Recent Antarctic ice mass loss from radar interferometry and regional climate modeling
Autor (es)	Rignot, E., J.L. Bamber, M.R. van den Broeke, C. Davis, Y. Li, W.J. van de Berg & E. van Meijgaard
Nombre completo de la revista o libro	Nature Geoscience
Referencias	1, 106-110, doi:10.1038/ngeo102
Palabras clave	Antarctica, mass fluxes, outlet glaciers, ice sheet, mass balance
Resumen	<p>Large uncertainties remain in the current and future contribution to sea level rise from Antarctica. Climate warming may increase snowfall in the continent's interior, but enhance glacier discharge at the coast where warmer air and ocean temperatures erode the buttressing ice shelves. Here, we use satellite interferometric synthetic-aperture radar observations from 1992 to 2006 covering 85% of Antarctica's coastline to estimate the total mass flux into the ocean. We compare the mass fluxes from large drainage basin units with interior snow accumulation calculated from a regional atmospheric climate model for 1980 to 2004. In East Antarctica, small glacier losses in Wilkes Land and glacier gains at the mouths of the Filchner and Ross ice shelves combine to a near-zero loss of <math>4 \pm 61 \text{ Gt yr}^{-1}</math>. In West Antarctica, widespread losses along the Bellingshausen and Amundsen seas increased the ice sheet loss by 59% in 10 years to reach <math>132 \pm 60 \text{ Gt yr}^{-1}</math> in 2006. In the Peninsula, losses increased by 140% to reach <math>60 \pm 46 \text{ Gt yr}^{-1}</math> in 2006. Losses are concentrated along narrow channels occupied by outlet glaciers and are caused by ongoing and past glacier acceleration. Changes in glacier flow therefore have a significant, if not dominant impact on ice sheet mass balance.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se emplean observaciones de interferometría de radar de 1992 a 2006 para estimar el flujo total de hielo en dirección al océano. Se comparan los flujos de grandes cuencas con la acumulación en el interior a partir de un modelo climático atmosférico regional de 1980 a 2004. Las grandes pérdidas de masa están localizadas en los sectores de los mares de Bellingshausen y Amundsen, aumentando a un 59% la pérdida de hielo del casquete antártico en 10 años (<math>132 \pm 60 \text{ Gt a}^{-1}</math> en el año 2006). En la Península, las pérdidas aumentaron un 140% (<math>60 \pm 46 \text{ Gt a}^{-1}</math> en 2006), concentrándose a lo largo de estrechos canales ocupados por glaciares y siendo causadas por la aceleración actual y pasada de glaciares. Los cambios en el flujo de los glaciares es el factor clave en el balance de masa.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur

**Nº:** 337

**TEMA:** Inventario

**FECHA:** 1989

Título	Inventario de glaciares entre las cuencas de los ríos Bio Bio y Petrohué. Su relación con el volcanismo activo: Caso del volcán Lonquimay
Autor (es)	Rivera, A
Nombre completo de la revista o libro	Memoria para optar al título de Geógrafo, Universidad de Chile, Santiago
Referencias	201 pp.
Palabras clave	Inventario – Glaciología – Mediciones – Volcanismo
Resumen	Inventario de glaciares entre las cuencas de los ríos Bio-Bío y Petrohué, donde se determinó la distribución y características de los glaciares de dicha zona. Además se estudia la relación glacio-volcanismo presente en el sector por el volcán Loquimay (en ese tiempo, se presenta con un ciclo eruptivo del cono Navidad).

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales

**Nº:** 338  
**FECHA:** 1992

Título	El Glaciar Pío XI: avances y retrocesos, el impacto sobre su entorno durante el presente siglo
Autor (es)	Rivera, A.
Nombre completo de la revista o libro	Revista Geográfica de Chile Terra Australis
Referencias	36, 33 - 62.
Palabras clave	Surge – Pío XI
Resumen	<p>El glaciar Pío XI se caracteriza por ser temperado, de gran dinámica y rodeado de un ecotono de gran biodiversidad. Al evaluar las fluctuaciones de su lengua terminal a nivel histórico se constata que tuvo un fuerte y repentino avance entre 1926 y 1928, embalsando el valle del río Greve. Posteriormente retrocedió unos 2,45 km a 1945. Desde dicha fecha y hasta 1976 ha avanzado continuamente, destacan fuertes movimientos de empuje poco antes de 1976. A dicha fecha volvió a embalsar el río Greve, formando un lago de 240,875 km<sup>2</sup>, avanzando alrededor de 9 km desde su posición de 1945. Desde 1976 a 1985 se estabilizó registrando escasas fluctuaciones, en especial en su lengua norte (avance) y un leve retroceso de la sur. En 1992 se detectó un fuerte avance sobre el bosue, destruyéndolo inundando un "Trin Line" formado desde 1976. Los vectores de flujo y sus intensidades explican las tendencias de desplazamiento, todo lo cual fue analizado a partir de los patrones de sus morrenas centrales. Es poco probable que su dinámica responda a una tendencia climática general. Más bien parece ser onsecuencia de factores tectónicos provenientes del volcán Lautaro y/o factores locales de acumulación y consiguientes reacomodos de su perfil de equilibrio, similar aun "Surge". (Surge: movimiento de gran envergadura y velocidad de sobreacumulación y búsqueda del perfil de equilibrio del glaciar).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral

**Nº:** 339

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 2004

Título	Mass balance investigations at Glaciar Chico, Southern Patagonia Icefield, Chile
Autor (es)	Rivera, A.
Nombre completo de la revista o libro	PhD thesis, University of Bristol, UK
Referencias	303 pp
Palabras clave	Mass balance – glaciar Chico – Southern Patagonia Icefield
Resumen	<p>The Southern Patagonia Icefield (SPI) is the largest temperate ice mass at mid-latitudes in the Southern Hemisphere, and an area where most glaciers have been retreating during the last 50 years. Based on field data, vertical aerial photographs and satellite images, the changes experienced by Glaciar Chico, are presented. These glacier variations are compared to climatic changes recorded in Patagonia during recent decades through modeling of the glacier mass balance, using a degree.day factor model forced with climatic and field data. The main aim of this work is to analyse the mass balance of Glaciar Chico, in order to distinguish climatically driven glacier behavior from that which could be related to ice dynamics.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Campo de Hielo Sur (CHS) es una gran zona de hielo temperado y donde la mayoría de los glaciares han estado retrocediendo durante los últimos 50 años. Basado en datos de terreno, fotografías aéreas e imágenes satelitales, los cambios experimentados por el Glaciar Chico son presentados.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**N°:** 340  
**FECHA:** 1997

Título	Recent fluctuations of glacier Pio XI, Patagonia: Discussion of a glacial surge hypothesis
Autor (es)	Rivera A., Aravena J.C. and Casassa G.
Nombre completo de la revista o libro	Mountain research and development
Referencias	1997. Volume: 17, N°4 pages: 309-322
Palabras clave	Patagonia Icefields, Pio XI glacier, Brüggen Glacier, Lautaro Volcano, glacial surge, Chile
Resumen	<p>The Southern Patagonia Icefield remains one of the least studied glacial areas in the world, although it is one of the largest mid-latitude ice bodies. The largest glacier, Glaciar Pío XI, located on the western maritime side, has been advancing during the last 50 years. In 1993 the tidewater front of the glacier was overriding trees at least 300 years old. In a worldwide context of rapid deglaciation and retreat, which is particularly affecting Patagonia, there is no simple explanation for the exceptional advance of Glaciar Pío IX. Careful examination of the fluctuations of the glacier front shows that there have been periods of enhanced movement, separated by retreat periods. Due to the magnitude and characteristics of the advance of periods, they are postulated to correspond to glacial surges. Four explanations are presented to account for the surging behavior: increased sliding due to enhanced basal water pressure, as is typical in surging glaciers; increased sliding resulting from periods of increased geothermal activity associated with Volcán Lautaro; increased precipitation during periods before the surges; and reduction of the rate calving as the depth of water decreased due to proglacial sedimentation. Dendrochronological, geomorphological, and glaciological data, collected during 1992, 1993 and 1995, have been interpreted in combination with satellite imagery, air photographs, and historical maps. It is concluded that the data available are insufficient to permit selection of any one of the proposed models.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describe el gran avance del glaciar Pío XI en el siglo XX, parte occidental de Campo de Hielo Sur, el que es considerado un fenómeno excepcional. Cuatro explicaciones se presentan: mayor deslizamiento debido a mayor presión hidráulica basal, mayor deslizamiento por aumento en geotermal asociada con el Volcán Lautaro; aumento de las precipitaciones durante los períodos anteriores a los "surge" y reducción de la tasa de calving dado que la profundidad del agua disminuye debido a sedimentación por glacial.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 341  
**FECHA:** 1997

Título	The 20th Century Advance of Glaciar Pío XI, Southern Patagonia Icefield
Autor (es)	Rivera, A., Lange, H., Aravena, J. and G. Casassa
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	1997, No. 24, pages 66-71.
Palabras clave	Glaciar Pío XI – Ice speed – climatological records – topographic survey
Resumen	<p>Glaciar Pío XI, the largest glacier in South America, has experienced an advance during the 20th century, unlike virtually all other glaciers in Patagonia, which are retreating rapidly. Climatological records of the last 80 years are analyzed together with ice-velocity and meteorological measurements collected during November 1995 near the tidewater front of Glaciar Pío XI. Ice speeds of up to 50 m d<sup>-1</sup> were measured, the maximum occurring during a period when air temperatures were high.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El glaciar Pío XI, el más grande en Sudamérica, ha experimentado un avance durante el siglo XX, que a diferencia de los demás glaciares de Patagonia, los cuales han estado retrocediendo. Registros climatológicos de los últimos 80 años son analizados en conjunto con la velocidad del hielo y mediciones meteorológicas recogidas en noviembre 1995 cerca del frente del Glaciar.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**N°: 342**  
**FECHA: 1999**

Título	Volume changes on Pio XI glacier, Patagonia: 1975–1995
Autor (es)	Rivera A. and Casassa G.
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	1999, Volume: 22 pages: 233–244
Palabras clave	glaciers; volume change; ELA; hypsometry; Patagonia
Resumen	<p>Pio XI glacier, with an area of 1.263 km<sup>2</sup> and a length of 65,7 km, is the largest of the Southern Patagonia Icefield (SPI). During the period 1945–1995 it experienced a net advance of ca. 10 km., a unique behavior considering that virtually all neighboring glaciers are retreating. Two maps at 1:50.000 scale, produced from 1975 and 1995 aerial photography, are used to compute volume changes for this glacier. This is done by digitizing the maps and creating digital terrain models at 200-m resolution. Volume changes for a reduced sample area, in combination with the hypsometric curve of the glacier, are analyzed in terms of the recent advance experienced by the glacier. The sample area (4,5% of the glacier area) for the volume change analysis shows an average thickening on the glacier for the period 1975–1995 of 44,1 m. which represents 2,2 m a<sup>-1</sup>. The corresponding volume change was 2,52 km<sup>-3</sup>, with a larger thickening in the lower part of the ablation area. The hypsometric curve of the glacier shows a low sensitivity of the glacier to ELA variations. Nevertheless, the increase in temperature has shifted the ELA upwards, reaching close to a threshold, from where the glacier would begin to retreat in the future if the ELA elevation trend continues.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Cambios de espesor del Glaciar Pío XI, el más grande glaciar de Campos de Hielo Sur. El glaciar avanzó durante el período 1945-1995 aprox. 10 km. Mapas y fotografías aéreas se utilizan para calcular los cambios de volumen de este glaciar. El área de la muestra (4,5% de la superficie glaciar) muestra un engrosamiento para el período 1975-1995 de 44,1 m. de 2,2 m a<sup>-1</sup>. El cambio de volumen correspondiente fue de 2,52 km<sup>-3</sup>, con un mayor engrosamiento en la parte inferior de la zona de ablación.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur – Austral  
**TEMA:** Variaciones

**N°:** 343  
**FECHA:** 2000

Título	Variaciones recientes de glaciares en Chile
Autor (es)	Rivera A., Casassa G., Acuña C. and Lange H.
Nombre completo de la revista o libro	Revista investigaciones geográficas
Referencias	2000, Volume: 34 Pages: 29-60
Palabras clave	Variaciones glaciares, chile
Resumen	<p>Se presenta una síntesis de la investigación glaciológica realizada en Chile durante las últimas décadas, incluyendo los inventarios existentes, los balances de masa y las variaciones de glaciares, todo lo cual se analiza con relación a los cambios climáticos que han afectado el país. En Chile se han medido variaciones frontales históricas para casi 100 glaciares, que representan el 5,6% del total de glaciares inventariados hasta ahora en el país. De ellos, sólo el 6% ha presentado un estado neto de avance en los períodos estudiados, destacando el del glaciar Pío XI con un promedio de +206 m a<sup>-1</sup> para el periodo 1945-1997. Un 7% de los glaciares estudiados no han experimentado un cambio significativo, mientras que cerca de un 87% han tenido tasas de variación negativas, desde pocos metros por año, hasta un máximo de -278 m a<sup>-1</sup> en el glaciar Amalia para el período 1945-1986. No obstante existir comportamientos de glaciares que obedecen a factores no climáticos, se confirma que la mayoría de las fluctuaciones de los glaciares son generadas por los aumentos de temperatura detectados en numerosas estaciones de Chile, algunas de las cuales muestran para la últimas tres décadas, aumentos de casi el doble de la tendencia secular. También ha incidido significativamente en las variaciones de los glaciares, los ciclos interanuales con anomalías pluviométricas extremas y la tendencia de algunas estaciones que han experimentado un descenso de los montos totales anuales de precipitación. Finalmente, la mayor frecuencia de fenómenos El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), han tenido un rol significativo en la variabilidad interanual de las precipitaciones y temperaturas, generando respuestas distintas a nivel regional. Frente a dichas tendencias climáticas, se espera que el retroceso de glaciares continúe, que los balances de masa mantengan sus tendencias negativas y que los adelgazamientos aumenten todo lo cual impactará la dotación y disponibilidad de recursos hídricos en el país.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro**  
**TEMA: Espesores de hielo**

**Nº: 344**  
**FECHA: 2001**

Título	Mediciones de espesor en glaciares de Chile centro-sur
Autor (es)	Rivera A., Acuña C. and Casassa G.
Nombre completo de la revista o libro	Investigaciones Geográficas
Referencias	2001. Volume 35 Pages 67-100
Palabras clave	Glaciares, radar, Chile Central, espesor de hielo
Resumen	<p>Se presentan resultados de mediciones de espesor de hielo realizadas en Chile centro-sur (30°-41°S) durante los últimos años. La información fue obtenida mediante radar en cinco glaciares. En todos los casos, las señales de radar fueron levemente acentuadas permitiendo la penetración de la totalidad del hielo, lo que implica que la presencia de agua supra, intra y subglacial no afectó significativamente las señales. El sistema se probó tanto en glaciares descubiertos, así como en glaciares con cubierta detrítica, la que si bien generó cierto nivel de ruido en los registros no impidió la penetración de las señales hasta el fondo subglacial, obteniéndose espesores de máximos de 230 m en la zona de ablación del glaciar Juncal Norte. El análisis de la potencia de reflexión interna y de fondo, permitió caracterizar una condición fría para el glaciar Tapado (sin deslizamiento basal), mientras que para el glaciar Juncal Norte, se corroboró su condición temperada. Las mediciones de espesor de hielo realizadas con este sistema de radar tienen una precisión bastante mejor que otros métodos de prospección geofísica empleados en Chile (1-6%), permitiendo un cálculo más confiable y preciso de volumen equivalente en agua existente en estado sólido en la cordillera. Un programa de medición de espesores en glaciares representativos de las distintas cuencas del país, podría mejorar la evaluación del recurso hídrico, permitiendo un seguimiento en el tiempo de las variaciones y respuestas glaciales frente a los cambios climáticos que están afectando actualmente al país.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Norte – Centro – Sur – Austral**  
**TEMA: Variaciones**

**Nº: 345**  
**FECHA: 2002**

Título	Use of remotely sensed and field data to estimate the contribution of Chilean glaciers to eustatic sea-level rise
Autor (es)	Rivera, A., Acuña, C., Casassa, G. and F. Bown
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2002, Volume 34, pages 367-372
Palabras clave	glacier variations – eustatic sea-level rise – climate change
Resumen	<p>A synthesis of glaciological studies carried out in Chile during recent decades is presented, including inventories and records of glacier variations, fluctuations of which are related to regional climate change and their contribution to eustatic sea-level rise. Based upon satellite imagery, aerial photographs and historical records, new data for 20 glaciers are presented. These new data are combined with previous records to cover the historical variations of 95 Chilean glaciers. Of these glaciers, only 6% show a net advance during the study period, 6% show no significant change, while 88% have retreated. The contribution of Chilean glaciers to eustatic sea-level rise has been estimated to be approximately 8,2% of the worldwide contribution of small glaciers on Earth during the last 51 years. Most of the glacier variations are thought to have been driven by a temperature increase, which has been documented by several stations in Chile. Anomalies in rainfall, and the decreasing trend in annual precipitation shown at a few stations, have probably also contributed to glacier recession. Based on observed climatic trends, it is expected that the glacier retreat will continue, that the mass balance will continue to show a negative trend and that thinning rates will increase. All of these changes will ultimately affect the availability of water resources in Chile that depend on glacierized basins.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Una síntesis de los estudios glaciológicos llevados a cabo en Chile durante décadas recientes es presentada, incluyendo inventarios y registros de variaciones glaciares, las fluctuaciones asociadas al cambio climático regional y su contribución al aumento del nivel del mar. En base a imágenes satelitales, fotos aéreas y registros históricos, se presentan nuevos datos para 20 glaciares. Estos nuevos datos son combinados con registros anteriores para cubrir las variaciones históricas de 95 glaciares chilenos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Espesor de hielo

**Nº:** 346  
**FECHA:** 2002

Título	Detection of Ice Thickness using radio echo sounding on the Southern Patagonia Icefield
Autor (es)	Rivera, A. and G. Casassa
Nombre completo de la revista o libro	In: G. Casassa, F. Sepúlveda and R. Sinclair (Eds.) The Patagonian Icefields. A unique natural laboratory for environmental and climate change studies. Kluwer Academic/Plenum Publishers
Referencias	2002. pp 101-115.
Palabras clave	thickness measurements, Southern Patagonia Icefield, radio-echo sounding system, GPS receivers
Resumen	<p>The first detailed ice thickness measurements in the accumulation area of the Southern Patagonia Icefield have been obtained with a radio-echo sounding system, revealing a complex subglacial topography and internal reflection pattern. A ground-based digital impulse radar system at 2,5 MHz was used to obtain continuous profiles of the subglacial topography. The system was mounted on sledges that were pulled by a snowmobile, allowing for coverage of extensive areas in short periods of time. Two GPS receivers were used simultaneously and a differential correction method were applied for obtaining a precise geographic position at each thickness measurement.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Mediciones detalladas del espesor de hielo en el área de acumulación de Campo de Hielo Sur fueron obtenidas con un sistema de radio-eco sondaje, revelando una compleja topografía subglacial y un patrón de reflexión interno.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**N°: 347**  
**FECHA: 2004**

Título	Ice Elevation, Areal, and Frontal Changes of Glaciers from National Park Torres del Paine, Southern Patagonia Icefield
Autor (es)	Rivera A. and Casassa G.
Nombre completo de la revista o libro	Arctic, Antarctic, and Alpine Research
Referencias	2004. Volume: 36, N° 4 Pages: 379-389
Palabras clave	Southern Patagonia Icefield, Glacier Variations, Volumetric changes, Torres del Paine, Chile
Resumen	<p>Ice elevation changes since 1975 and ice areal changes since 1945 of glaciers in the southeastern part of the Southern Patagonia Icefield (SPI) are presented. Comparison of digital elevation models, GPS, and optical survey data revealed high thinning rates for all the ablation areas of the glaciers, with average values between 1,4 and 3,4 m a<sup>-1</sup> and maximum ice thinning of 7,6 m a<sup>-1</sup>. Ice elevation changes for the glacier accumulation areas were smaller than the estimated errors, and no significant trends could be detected. All the glaciers are retreating and shrinking considerably, with a total areal loss of 62,2 km<sup>2</sup>, which represents 8% of the total ice area of 1945. This trend is in agreement with other similar measurements carried out during recent decades for several glaciers of the SPI. The high thinning rates for the ablation areas of the SPI have been primarily interpreted as a result of the increase in temperature observed in the region, however, this warming trend is not large enough to account for all the ice thinning, indicating that dynamic factors could be important, especially in glaciers which have been thinning dramatically, allowing frontal calving fronts to reach nearly floating conditions. More measurements are needed to test and validate dynamic hypotheses related to glacier behavior in Patagonia.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presentan los cambios de elevación desde 1975 y los cambios de áreas desde 1945 para los glaciares en la parte sureste del Campo de Hielo Sur. Se observan altas tasas de adelgazamiento para todas las áreas de ablación de los glaciares, con un valor promedio entre 1,4 y 3,4 m a<sup>-1</sup> y un valor máximo de 7,6 m a<sup>-1</sup>. Los cambios de elevación en las zonas de acumulación son más pequeños que los errores estimados, por lo tanto no significativos. Todos los glaciares se están reduciendo, con una pérdida de área total de 62,2 km<sup>2</sup>, que representa el 8% de la superficie total de hielo de 1945. Las altas tasas de adelgazamiento de las áreas de ablación del CHS se han interpretado como resultado del aumento de la temperatura observada en la región, sin embargo, hay factores dinámicos que también pueden ser importantes, especialmente en los glaciares que han adelgazado drásticamente.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 348  
**FECHA:** 2008

Título	Historical Fluctuations and geophysical airborne survey of western glaciers, Chilean Patagonia (48-54°S)"
Autor (es)	Rivera A. and J. Wendt
Nombre completo de la revista o libro	Fourth EGU Alexander von Humboldt International Conference "The Andes: Challenge for Geosciences". Chile, Santiago, November 24-28, 2008.
Referencias	2008
Palabras clave	
Resumen	<p>The majority of glaciers in western Patagonian, southern Chile, are calving into fjords, channels or lakes, surrounded by rough mountainous terrain receiving high annual precipitation, ranging from more than 3,500 mm (Isla San Pedro, 47.72°S at sea level) to more than 10,000 mm at the upper plateau of the Southern Patagonian Icefield. Precipitation series measured at low altitude stations of western Patagonia have shown a secular decreasing trend, however, since the 1980s at least one of the southernmost stations (Evangelistas, 52.4°S, at sea level) has registered a sharp increase in precipitation. The temperatures on the western side of Patagonia (Isla San Pedro and Evangelistas) have experienced a warming trend in the records (Rosenblüth <i>et al.</i>, 1995). Using NCEP-NCAR 40 years reanalysis data obtained at grid points equally spaced between 42.5°S and 55°S and between 70°W and 77.5°W, Rasmussen <i>et al.</i> (2007) detected a warming trend at 850 hPa of ~0.5°C over 40 years between 1960 and 1999 at both, winter and summer months. As a result to these climatic changes, glaciers have experienced a generalized retreat and thinning, especially in the north-western side of the Southern Patagonia Icefield (Glaciares Jorge Montt, Bernardo and Témpanos) and in the South western side (Amalia). In spite of these retreats, the glacier with longest historical record in Chile (Pío XI, 49°S), is still at a maximum holocenic position. The southernmost glaciers in western Patagonia have also been retreating, being remarkable the glaciers at Monte Sarmiento (54°27'S) firstly described by King (1839), which compared to more recent satellite data is yielding an overall retreat of 1.5 km. In order to study these changes, a FONDECYT project (1080320) was funded, with the main aim of reconstructing late Holocene glacier fluctuations in southern Chile. A summary of the project will be presented, including the first results based upon remotely sensed imagery analysis compared to historical data, as well as the airborne surveys of western glaciers, including the area surrounding the ice-dammed lake outburst flood that took place in the Southern Patagonia Icefield in June 2007, and the glaciers at Isla Santa Inés, Monte Sarmiento and Isla Riesco measured in 2008. These airborne campaigns included among other sensors, one scanner laser for measuring the surface topography and a simultaneous vertical photographic digital camera.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describen las tendencias de los glaciares y el clima en la región patagónica occidental, caracterizada por glaciares que se desprenden en fiordos y lagos que muestran significativos retrocesos y adelgazamientos en respuesta al calentamiento atmosférico en superficie y altura. Un proyecto de investigación (FONDECYT 1080320) tiene como objetivo estudiar fluctuaciones glaciares durante el Holoceno tardío mediante análisis de imágenes, data histórica y levantamientos aerotransportados, incluyendo el área de vaciamiento rápido de un lago represado en Campo de Hielo Sur y varias superficies de hielo en la zona austral de Chile.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Balance de masa

**Nº:** 349  
**FECHA:** 2005

Título	Glacier shrinkage and negative mass balance in the Chilean Lake District (40°S)
Autor (es)	Rivera, A., Bown, F., Casassa, G., Acuña, C. and J. Clavero
Nombre completo de la revista o libro	Hydrological Sciences–Journal–des Sciences Hydrologiques
Referencias	2005, Volume 50, No. 6, pages 963-974
Palabras clave	Cambios climáticos – Chilean Lake District – variaciones glaciares – volcanes – balance de masa
Resumen	<p>Ice-capped volcanoes of the Chilean Lake District have shown significant glacier retreat during recent decades, probably in response to tropospheric warming and precipitation decrease. Volcán Mocho-Choshuenco (39°55'S, 72°02'W) is one of the main active volcanoes in this part of the country. A mass balance programme was initiated on its southeastern glacier in 2003, in view of its representative conditions as an ice body that is presumably not affected by current volcanic activity. The glaciers of this volcano have been retreating and shrinking in recent decades; by 2003 there had been a reduction of 40% of the original area of 28,4 km<sup>2</sup> in 1976. A maximum decrease of area was observed in the most recently analysed period, a rate of 0,45 km<sup>2</sup> year<sup>-1</sup> between 1987 and 2003. The glacier average net mass balance of 2003/04 yielded -0,88 m w.e. (water equivalent) per year (<math>\pm 0,18</math>), with an average net accumulation and ablation of 2,59 and -3,47 m w.e. per year, respectively. This is the first direct measurement of glacier mass balance in southern Chile, where very little is known about glacier variations and glacier–volcano interactions.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Glaciares ubicados sobre volcanes en el Chilean Lake District han presentado importantes retrocesos durante décadas recientes, probablemente en respuesta al calentamiento troposférico y la disminución de las precipitaciones. Volcán Mocho-Choshuenco (39°55'S, 72°02'W) es uno de los principales volcanes activos en esta parte del país. Un programa de balance de masa fue iniciado en este sureste del glaciar en el 2003, en consideración de sus condiciones representativas como un cuerpo de hielo que presumiblemente no es afectado por la actual actividad volcánica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro – Sur**

**Nº: 350**

**TEMA: Variaciones**

**FECHA: 2006**

Título	Glacier variations in central Chile (32°S–41°S)
Autor (es)	<b>Rivera, A., Acuña, C. and G. Casassa</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Knight, P.G. (ed.), Glacier Science and Environmental Change. Blackwell, Oxford, UK
Referencias	Pages 246–247.
Palabras clave	Fluctuaciones glaciares – Andes Centrales – Glaciar Cipreses – Glaciar Juncal - Volcanes
Resumen	<p>Glaciers in the Chilean central Andes (32°S–41°S) have shown significant frontal retreat, area shrinkage and ice thinning in an accelerating trend during recent decades, presumably in response to atmospheric warming and reduction of precipitation.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los glaciares de Chile en los Andes centrales (32°S–41°S) han mostrado un importante retroceso frontal, pérdida de área y adelgazamiento del hielo en una tendencia acelerada durante las recientes décadas, presumiblemente en respuesta al calentamiento atmosférico y la reducción de la precipitación.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 351  
**FECHA:** 2006

Título	Ice volumetric changes on active volcanoes in southern Chile
Autor (es)	Rivera, A., F. Bown, R. Mella, J. Wendt, G. Casassa, C. Acuña, E. Rignot, J. Clavero and B. Brock
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2006, Volume 43, pages 111–122.
Palabras clave	Volcán Villarrica – Glaciar Mocho – volcanic activity – climate change
Resumen	<p>Most of the glaciers in southern Chile have been retreating and shrinking during recent decades in response to atmospheric warming and decrease in precipitation. However, some glacier fluctuations are directly associated with the effusive and geothermal activity of ice-covered active volcanoes widely distributed in the region. The aim of this paper is to study the ice volumetric changes by comparing several topographic datasets. A maximum mean ice thinning rate of <math>0,81 \pm 0,45 \text{ m a}^{-1}</math> was observed on the ash/debris-covered ablation area of Volcán Villarrica between 1961 and 2004, whilst on Volcán Mocho the signal-to-noise ratio was too small to yield any conclusion. An area reduction of <math>0,036 \pm 0,019 \text{ km}^2 \text{ a}^{-1}</math> since 1976 was obtained on Glaciar Mocho, while on Volcán Villarrica the area change was <math>-0,090 \pm 0,034 \text{ km}^2 \text{ a}^{-1}</math> between 1976 and 2005. Glaciers on active volcanoes are therefore shrinking, mainly in response to climatic driving factors. However, volcanic activity is affecting glaciers in two opposite ways: ash/debris advection is helping to reduce surface ablation at lower reaches by insulating the ice from solar radiation, while geothermal activity is probably enhancing melting and water production at the bedrock, resulting in negative ice-elevation changes.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La mayor parte de los glaciares en el sur de Chile han estado retrocediendo y adelgazando durante décadas recientes como respuesta al calentamiento atmosférico y la disminución de las precipitaciones. Sin embargo, algunas fluctuaciones glaciares están asociadas directamente con la actividad efusiva y geotérmica de volcanes activos cubiertos de hielo distribuidos extensamente en la región. El objetivo de este documento es estudiar los cambios volumétricos del hielo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 352  
**FECHA:** 2006

Título	Volcán Hudson glacier responses after recent plinian eruptions, Southern Chile.
Autor (es)	Rivera, A., Bown, F., Wendt, J., Acuña, C., Clavero, J., Naranjo J.A. and E. Rignot
Nombre completo de la revista o libro	IGS International Symposium on Earth and Planetary ice - volcano interactions. 19-23 June, Reykiavik, Iceland.
Referencias	2006
Palabras clave	Volcano – glacier interactions - Volcanic risk
Resumen	<p>Most of the Patagonian glaciers are retreating and shrinking in response to the regional warming and reduction in precipitations. High thinning rates have been measured in Northern and Southern Patagonian Icefields. Very little is known about glaciers-volcano interactions, especially about glacier responses to volcanic activity such as ash deposition, geothermal flux or small-to- large eruptive events. The volcano Hudson ( 45°54'S 75°58"W, 1905 asl), is an active volcano with a 10 km diameter nested caldera complex. It is one of the most explosive volcanoes of South America. The caldera is partially filled by approximately 2.5 km<sup>3</sup> of ice, presenting several outlet tongues, being glacier Huemules the main one flowing to the west. However, after the recent eruptions, a large volume of ice was destroyed and important lahars were generated. This paper aims to determine ice volumetric changes experienced by Volcán Hudson in recent decades, by comparing Aerial Photographs, satellite images (Landsat, ASTER, and ENVISAT) and DEMs based upon different data sets (aerial photographs, SRTM and AirSAR) with the geological record, especially of the 1971 and 1991 eruptive cycles. In order to understand the effects of regional climatic changes on glacier behavior independently of the volcanic activity, nearby Glacier Erasmo (46°07'S 73°05'W, 1854 m asl) located on a non volcanic mountain is analyzed with similar methods and data sets. The results will improve volcanic risk assessment estimations, especially related to lahar generation.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El presente trabajo busca determinar los cambios volumétricos experimentados por los glaciares emplazados sobre el volcán Hudson en las décadas recientes. Para comprender los efectos de los cambios climáticos regionales, se estudio el comportamiento del glaciar Erasmo, emplazado sobre una cubierta sin volcán que se encuentra muy cerca al volcán</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Inventarios y variaciones areales**

**Nº: 353**  
**FECHA: 2007**

Título	Ice elevation and areal changes of glaciers from the Northern Patagonia icefield, Chile
Autor (es)	Rivera A., Benham T., Casassa G., J. Bamber J. & Dowdeswell J.
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007. Volume: 59 Pages: 126-137
Palabras clave	Patagonia; glacier mapping; ASTER; DEM generation; remote sensing
Resumen	<p>High thinning rates (up to <math>4,0 \pm 0,97 \text{ m a}^{-1}</math>) have been measured at Campo de Hielo Norte (CHN) or Northern Patagonia Icefield, Chile between 1975 and 2001. Results have been obtained by comparing a Digital Elevation Model (DEM) derived from regular cartography compiled by Instituto Geográfico Militar of Chile (IGM) based upon 1974/1975 aerial photographs and a DEM generated from Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) satellite images acquired in September 2001. A complete cloud-free Landsat ETM+ satellite image mosaic acquired in March 2001 was used to update the available glacier inventory of the CHN, including all glaciers larger than <math>0,5 \text{ km}^2</math> (48 new glaciers). A new delineation of ice divides was also performed over the accumulation areas of glaciers sharing the high plateau where the existing regular cartography exhibits poor coverage of topographic information. This updated glacier inventory produced a total ice area for 2001 of <math>3.953 \text{ km}^2</math>, which represents a decrease of <math>3,4 \pm 1,5\%</math> (<math>140 \pm 61 \text{ km}^2</math> of ice) with respect to the total ice area of the CHN in 1979 calculated from a Landsat MSS satellite image. Almost 62% of the total area change between 1979 and 2001 took place in glaciers located at the western margin of the CHN, where the maximum area loss was experienced by Glaciar San Quintín with <math>33 \text{ km}^2</math>. At the southern margin, Glaciar Steffen underwent the largest ice-area loss (<math>12 \text{ km}^2</math> or 2,6% of the 1979 area), whilst at the eastern margin the greatest area loss took place in Glaciares Nef (<math>7,9 \text{ km}^2</math>, 5,7% of the 1979 area) and Colonia (<math>9,1 \text{ km}^2</math>, 2,7% of the 1979 area). At the northern margin of the CHN the lower debris-covered ablation area of Glaciar Grosse collapsed into a new freshwater lake formed during the late 1990s. The areal changes measured at the CHN are much larger than previously estimated due to the inclusion of changes experienced in the accumulation areas. The CHN as a whole is contributing melt water to global sea level rise at rates <math>\approx 25\%</math> higher than previous estimates.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se comparan modelos de elevación (DEM) derivados de la cartografía IGM e imágenes ASTER recientes y se obtienen altas tasas de adelgazamiento en el Campo de Hielo Norte (CHN) en las últimas décadas del siglo XX. Se actualizó el inventario de CHN mediante un mosaico satelital Landsat ETM+ totalmente libre de nubosidad. El área cubierta por hielo es de <math>3.953 \text{ km}^2</math>, 3,4% inferior al dato de 1979 con imágenes Landsat MSS. Este nuevo trabajo incorpora la delimitación de las divisorias de hielo en las áreas de acumulación, donde la cartografía exhibía pobre cobertura topográfica. La pérdida de área está explicada fundamentalmente por los cambios en los glaciares occidentales de CHN. CHN ha aumentado su contribución al aumento del nivel del mar en un 25% respecto de estimaciones anteriores.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 354  
**FECHA:** 2008

Título	Chilean glaciers as indicators of climate change
Autor (es)	Rivera, A., Bown, F., Acuña, C. and F. Ordenes
Nombre completo de la revista o libro	Terra Glacialis
Referencias	2008. No. 11, pp 193-207.
Palabras clave	Glaciar summary – shrinkage – climatic change
Resumen	<p>This work presents a summary of Chile's present glacial environment and its most significant recent variations. Though the behaviour of some glaciers may be driven by non-climatic factors, the majority of them experienced a linear shrinkage and a generalized thinning as a result of both an increase of temperatures and a lower precipitations regime, as recorded by several meteo stations. The reduction of the area covered by glaciers has affected water availability in Chile's North-Central region, where 70 % of river-flows originates from snow and ice melting, particularly in the driest summers. The continuation of the present trend is bound to produce a dramatic reduction of ice throughout the whole Country, the disappearance of Central Chile's small glaciers and significantly increase the contribution of Patagonian glaciers to the global sea-level rise.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La mayoría de los glaciares en Chile presentan retrocesos lineales y un adelgazamiento generalizado como resultado de un incremento en temperaturas y un descenso en las precipitaciones. En Chile, el 70% de los ríos se origina a partir de la fusión de hielo y nieve, particularmente en los veranos secos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Balance de energia y variaciones**

**Nº: 355**  
**FECHA: 2008**

Título	Monitoring ice capped active Volcán Villarrica in Southern Chile by means of terrestrial photography combined with automatic weather stations and GPS
Autor (es)	Rivera, A., Corripio, J. G., Brock, B., Clavero, J. and J. Wendt
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	Vol. 54, No. 188, pages 920–930.
Palabras clave	Volcan Villarrica – weather stations – GPS
Resumen	<p>Volcán Villarrica (39° 25' 12" S, 71° 56' 27" W; 2.847m a.s.l.) is an active ice-capped volcano located in the Chilean lake district. The surface energy balance and glacier frontal variations have been monitored for several years, using automatic weather stations and satellite imagery. In recent field campaigns, surface topography was measured using Javad GPS receivers. Daily changes in snow-, ice- and tephra-covered areas were recorded using an automatic digital camera installed on a rock outcrop. In spite of frequently damaging weather conditions, two series of consecutive images were obtained, in 2006 and 2007. These photographs were georeferenced to a resampled 90m pixel size SRTM digital elevation model and the reflectance values normalized according to several geometric and atmospheric parameters. The resulting daily maps of surface albedo are used as input to a distributed glacier-melt model during a 12 day mid-summer period. The spatial pattern of cumulative melt is complex and controlled by the distribution of airfall and wind-blown tephra, with extremely high melt rates occurring downwind of the crater and exposed ash banks. The camera images are also used to visualize the pattern of glacier crevassing. The results demonstrate the value of terrestrial photography in understanding the energy and mass balance of the glacier, including the generation of meltwater, and the potential value of the technique for monitoring volcanic activity and potential hazards associated with ice–volcano interactions during eruptive activity.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El volcán Villarrica (39° 25' 12" S, 71° 56' 27" W; 2.847m s.n.m.) es un volcán activo cubierto de hielo localizado en Chile. El balance energético y las variaciones frontales del glaciar han sido monitoreados por varios años, usando estaciones meteorológicas automáticas e imágenes satelitales.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 356  
**FECHA:** 2008

Título	Historical fluctuations and geophysical airborne survey of western glaciers, Chilean Patagonia (48°-54°S).
Autor (es)	Rivera, A., Aravena, J. C. and J. Wendt
Nombre completo de la revista o libro	En: 4th Alexander von Humboldt International Conference handbook, Santiago, Chile, 24-28 Noviembre 2008
Referencias	2008
Palabras clave	Precipitation - western glaciers - Chilean Patagonia
Resumen	<p>The majority of glaciers in western Patagonian, southern Chile, are calving into fjords, channels or lakes, surrounded by rough mountainous terrain receiving high annual precipitation, ranging from more than 3.500 mm (Isla San Pedro, 47,72°S at sea level) to more than 10.000 mm at the upper plateau of the Southern Patagonian Icefield. Precipitation series measured at low altitude stations of western Patagonia have shown a secular decreasing trend, however, since the 1980s at least one of the southernmost stations (Evangelistas, 52,4°S, at sea level) has registered a sharp increase in precipitation.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La mayoría de los glaciares en el lado occidental de Patagonia, sur de Chile, presenta frente desprendente en fiordos, canales o lagos, rodeado de terrenos montañosos que reciben alta precipitación anual, sobre 3.500 (Isla San Pedro, 47,72° S a nivel del mar) a más de 10.000 mm en la meseta superior de Campo de Hielo Sur.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 357  
**FECHA:** 2005

Título	Jökulhlaups: a reassessment of floodwater flow through glaciers
Autor (es)	Roberts, M.
Nombre completo de la revista o libro	Reviews of Geophysics
Referencias	2005, volume 43, pages 1-21.
Palabras clave	Jökulhlaup – inundaciones glaciales – riesgo – procesos glaciológicos
Resumen	<p>In glaciated catchments, glacier-generated floods (jökulhlaups) put human activity at risk with large, sporadic jökulhlaups accounting for most flood-related fatalities and damage to infrastructure. In studies of jökulhlaup hydrodynamics the view predominates that floodwater travels within a distinct conduit eroded into the underside of a glacier. However, some jökulhlaups produce subglacial responses wholly inconsistent with the conventional theory of drainage. By focusing on Icelandic jökulhlaups this article reassesses how floodwater flows through glaciers. It is argued that two physically separable classes of jökulhlaup exist and that not all jökulhlaups are an upward extrapolation of processes inherent in events of lesser magnitude and smaller scale. The hydraulic coupling of multiple, nonlinear components to the flood circuit of a glacier can induce extreme responses, including pressure impulses in subglacial drainage. Representing such complexity in mathematical form should be the basis for upcoming research, as future modeling results may help to determine the glaciological processes behind Heinrich events. Moreover, such an approach would lead to more accurate, predictive models of jökulhlaup timing and intensity.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En zonas con glaciares, las inundaciones generadas por un glaciar (jökulhlaups) ponen a la actividad humana en un gran riesgo, esporádicos jökulhlaups han causado serios daños infraestructurales y pérdidas de vidas. Estudios sobre hidrodinámica de un jökulhlaup señalan que el flujo de agua viaja dentro de un característico conducto erosionado en la parte inferior de un glaciar. Sin embargo, algunos jökulhlaups producen respuestas subglaciales contradictorias con la teoría convencional de desagüe. Por centrarse en jökulhlaups de Islandia, este artículo reevalúa cómo el flujo de agua fluye por los glaciares.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 358**  
**FECHA: 1995**

Título	Recent climate changes in Western Patagonia
Autor (es)	Rosenblüth, B., Casassa, G. and H. Fuenzalida
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glacier Research
Referencias	Vol. 13, pages 127-132.
Palabras clave	Patagonia – climatic changes
Resumen	<p>Climatological data of long, reliable records between Puerto Montt (41° S) and Ushuaia (55° S) have been analyzed for detecting climatic trends, with special emphasis on western Patagonia. The data consist of mean annual values of temperature at 15 stations and precipitation at 5 stations collected since the beginning of this century. Temperature data show surface cooling at 41° and 42° S between the 1950's and 1970's on both sides of the Andes. However, the troposphere shows warming above the 2 km level at the same latitude. Between 43° and 45° S the surface temperature data show no significant trend during the last 100 years. South of 46° S a surface warming of 0,4 to 1,4°C since the beginning of the century can be observed. An important precipitation decrease of up to 1.400 mm in the last 70 years has been observed at 52° -53°S on the Pacific side of the Andes. The generalized glacier retreat observed during this century in Patagonia is thought to be a response both to tropospheric warming and precipitation decrease.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Registros climaticos entre Puerto Montt (41° S) y Ushuaia (55° S) han sido analizados para detectar tendencias climaticas, con especial enfasis en el sector occidental de Patagonia.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 359**  
**FECHA: 1997**

Título	Recent Temperature Variations in South America
Autor (es)	Rosenblüth, B., Fuenzalida, H. and P. Aceituno
Nombre completo de la revista o libro	International Journal of Climatology
Referencias	Vol. 17, pages 67-85.
Palabras clave	ENSO – air temperature – long term variations – South American region – Chile – Argentina
Resumen	<p>Results from a critical appraisal of surface mean air temperature in Chile and Argentina and extreme air temperature in Chile during the present century are presented. Observations were homogenized to produce a set of time series as reliable as possible. Linear trends computed for the period 1933-1992 resulted in warming rates from 1-3 to 2-0°C 100 years<sup>-1</sup>; during the last three decades warming rates are twice as large. The generalized warming is not present around 41°S, where a cooling period from the 1950s to the 1970s prevails. Both positive and negative trends are due mostly to changes in minimum temperatures. The influence of El Niño-Southern Oscillation on surface temperature along the Pacific South American coast from 18°S to 53°S was estimated and found to decrease southward. When its effect is extracted, warming trends become more uniform through time. In particular, the Southern Oscillation Index change around 1976 is felt in minimum temperatures at almost all stations, starting a period with higher values along the Chilean Pacific coast. Trend corrections for autocorrelation in the series introduce only small local changes.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presentan los resultados obtenidos de una evaluación sobre temperatura superficial promedio en Chile y Argentina y temperatura extrema en Chile durante el presente siglo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Medioambiente

**Nº:** 360  
**FECHA:** 2007

Título	Assessment of Observed Changes and Responses in Natural and Managed Systems
Autor (es)	Rosenzweig, C., Casassa, G., Karoly, D.J., Imeson, A., Liu, C., Menzel, A., Rawlins, S., Root, T.L., Seguin, B. and P. Tryjanowski.
Nombre completo de la revista o libro	Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK
Referencias	2007. pp 79-131.
Palabras clave	climate change – temperature - climatic effects
Resumen	<p>Physical and biological systems on all continents and in most oceans are already being affected by recent climate changes, particularly regional temperature increases (very high confidence). Climatic effects on human systems, although more difficult to discern due to adaptation and non-climatic drivers, are emerging (medium confidence). Global-scale assessment of observed changes shows that it is likely that anthropogenic warming over the last three decades has had a discernible influence on many physical and biological systems.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los sistemas físicos y biológicos en todos continentes y en la mayoría de los océanos están siendo afectados por los cambios recientes del clima, especialmente el incremento de las temperaturas regionales. Surgen los efectos climáticos en sistemas humanos, aunque son más difíciles de encontrar debido a la adaptación.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 361  
**FECHA:** 2008

Título	Attributing physical and biological impacts to anthropogenic climate change
Autor (es)	Rosenzweig, C., Karoly, D.,Vicarelli, M.,Neofotis, P.,Wu, Q.,Casassa, G.,Menzel, A.,Root, T.L., Estrella, N., Seguin, B.,Tryjanowski, P.,Liu, C.,Rawlins, S.and A. Imeson
Nombre completo de la revista o libro	Nature
Referencias	2008. No. 453, pp 353-358.
Palabras clave	Climatic change – global warming - greenhouse gas
Resumen	<p>Significant changes in physical and biological systems are occurring on all continents and in most oceans, with a concentration of available data in Europe and North America. Most of these changes are in the direction expected with warming temperature. Here we show that these changes in natural systems since at least 1970 are occurring in regions of observed temperature increases, and that these temperature increases at continental scales cannot be explained by natural climate variations alone. Given the conclusions from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report that most of the observed increase in global average temperatures since the mid-twentieth century is very likely to be due to the observed increase in anthropogenic greenhouse gas concentrations, and furthermore that it is likely that there has been significant anthropogenic warming over the past 50 years averaged over each continent except Antarctica, we conclude that anthropogenic climate change is having a significant impact on physical and biological systems globally and in some continents.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Muestran los cambios en los sistemas naturales desde los '70 en regiones donde se ha observado un aumento de temperatura. El cambio del clima antropogénico tiene un significativo impacto en los sistemas físicos y biológicos en general, y en algunos continentes.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujos de hielo

**Nº:** 362  
**FECHA:** 1998

Título	Mass fluxes and dynamics of Moreno Glacier, Southern Patagonia Icefield
Autor (es)	Rott, H., Stuefer, M., Siegel, A., Skvarca, P. and A. Eckstaller
Nombre completo de la revista o libro	Geophysical Research Letters
Referencias	1998. Vol. 25, No. 9, pp 1407-1410.
Palabras clave	Moreno Glacier – topography - calving
Resumen	<p>Accumulation, ablation, calving, and flow dynamics of Moreno Glacier, one of the main outlet glaciers of the Southern Patagonia Icefield, were studied based on field campaigns and on spaceborne radar imagery acquired by SIR-C/X-SAR. Ice velocities and ablation were measured through two summers and one winter. The ice depth was sounded seismically at a transect 8 km above the calving front, showing a maximum depth of 720 m. The velocity field of the terminus was derived from SIR-C/X-SAR data by means of interferometry and amplitude correlation. The average specific annual net accumulation is <math>5540 \pm 500</math> mm water equivalent. The bottom topography of the lake and the high ratio of calving flux to net accumulation explain the remarkable stability of Moreno Glacier throughout this century which is in contrast to the retreat of other glaciers in this region.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La acumulación, la ablación, el calving y la dinámica del flujo del glaciar Moreno, uno de los principales glaciares de Campo de Hielo Sur, fueron estudiados en base a campañas de terreno e imágenes de radar adquiridas por SIR-C/X-SAR.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Centro - Sur**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 363**  
**FECHA: 1991**

Título	Synoptic aspects of the Central Chile rainfall variability associated with the Southern Oscillation
Autor (es)	Rutllant, J. and H. Fuenzalida
Nombre completo de la revista o libro	International Journal of Climatology
Referencias	1991. No. 11, pp 63-76.
Palabras clave	Circulation patterns, blocking, Southern Oscillation, Central Chile rainfall
Resumen	<p>Central Chile Winter (June, July, August (JJA)) rainfall shows positive anomalies during the developing stage of warm events of the Southern Oscillation. Conversely, cold events correspond quite closely to dry conditions. A synoptic characterization of major storms during the most recent warm events is presented. Dry months during cold-event years are described in terms of average 500-hPa contour anomaly fields. Significant departures from this general behavior are also discussed. It is found that major winter storms associated with warm events are related to blocking highs frequently located around the Bellingshausen Sea (90°W) within hemispheric circulation anomaly patterns where zonal wave numbers 4 and 3 dominate. This phenomenon seems consistent with observed teleconnection wave trains stemming from the anomalous atmospherically heat source above the equatorial Pacific during ENSO events. Cold years, often immediately preceding or following a warm event, bring dry conditions in the study area owing to a well-developed south-east subtropical anticyclone with enhanced zonal westerly flow at middle latitudes. Frequency distributions of 500-hPa daily blocking indices (BI) at 90°W, derived from 1980 to 1978 European Centre for Medium Range Weather Forecasts hemispheric analyses, show a significant departure towards positive BI values for the available warm-event winters; the opposite being also true. However, the JJA rainfall variability at Santiago (33,5°S) also seems to be related to the regional strength of the south-east Pacific anticyclone, as represented by seasonal 500-hPa geopotential anomalies at Puerto Montt, Chile (41,5°S).</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se estudian algunos aspectos sinópticos de la variabilidad pluvial de Chile Central.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 364  
**FECHA:** 1985

Título	Hydrological observations at Soler Glacier
Autor (es)	<b>Saito T. &amp; Kobayashi S.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciological Research
Referencias	1985. Volume: 3, Pages: 57-63
Palabras clave	Soler glacier, Cacho river, hidrology
Resumen	<p>Hydrological characteristics at Soler Glacier were studied by measuring the amount of runoff, water temperature, the concentrations of dissolved substances and of suspended substance in Cacho River, Patagonia Northern Icefield, CHILE during the period from December 17, 1983 to January 2, 1984. The whole observation period can be divided into two periods, that is, a large runoff period after rainfall and a rainless period during which diurnal variation in runoff were observed. The water temperature tends to be high in the former period and low in the latter period, and seems to show daily variation corresponding to the variation of the runoff. Among the dissolved substances, the concentration of soluble-SiO<sub>2</sub> was low in the former period and high in the latter period. These variations of runoff, water temperature and dissolved substances can be considered to be caused from the change of mixing ratio between the amount of direct runoff of melt-water from the glacier and the amount of ground-water or direct runoff of rain-water. It is indicated that the runoff of the ground-water or the direct runoff of rain-water has a large role in the hydrological characteristics in this glaciated region.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Estudio hidrológico en el glaciar Soler, mediciones de escorrentía, temperatura del agua, concentraciones de sustancias disueltas y en suspensión en el río Cacho, Campo de Hielo Norte, Chile, entre diciembre de 1983 y enero de 1984. La temperatura del agua fue mayor en el período de gran caudal posterior a la abundancia de lluvias y varía diariamente con la variación del caudal. La concentración de SiO<sub>2</sub> soluble es menor luego de las lluvias y aumenta cuando éstas disminuyen. Estas variaciones de escorrentía, la temperatura del agua y las sustancias disueltas se debería al cambio en la proporción entre la escorrentía proveniente del glaciar y la que proviene de aguas subterráneas o de las lluvias, ésta última con un importante rol en la hidrología de esta zona.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 365**  
**FECHA: 1994**

Título	Anomalías térmicas: su relación con la pluviometría regional y con el efecto invernadero en Chile
Autor (es)	Sanguinetti, R.
Nombre completo de la revista o libro	Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias mención Geofísica. Universidad de Chile.
Referencias	1994. 103 p.
Palabras clave	
Resumen	<p>Durante el último siglo, el uso de combustibles fósiles y la creciente actividad agrícola e industrial han dado lugar a un aumento de las concentraciones atmosféricas de gases traza. De acuerdo a la teoría de los procesos radiativos, tal aumento debe conducir a un incremento del efecto invernadero, con calentamiento troposférico y enfriamiento estratosférico. No obstante, las consecuencias ambientales finales son de estimación más compleja debido a las múltiples interacciones que un calentamiento inicial puede provocar. Dentro de este marco, es de sumo interés saber como será afectada la precipitación, en particular en Chile, y a la fecha las mejores herramientas de investigación son incapaces de dar una respuesta satisfactoria. En este sentido, el presente estudio intenta hacer un aporte usando la variabilidad del clima disponible en el registro instrumental dentro del territorio nacional. El objetivo principal es verificar la existencia de variaciones regionales en la pluviometría chilena asociadas a la ocurrencia de años cálidos fríos, y en caso de ser significativas, contar con un elemento de escala regional que permita inferencias para un posible cambio de temperatura futuro. Un objetivo secundario que aprovecha de la información que debe recolectarse, es revisar las evidencias de un acentuamiento del efecto invernadero en Chile. Para definir años térmicamente extremos se revisaron las temperaturas superficiales de Chile, las cuales exhiben diferencias regionales, con calentamiento en el Extremo Sur y un profundo enfriamiento en el Centro Sur entre las décadas 1950 y 1970. Así mismo, se realizó un análisis de las temperaturas medias mensuales en siete niveles atmosféricos en altura, en Antofagasta, Quintero y Puerto Montt. De éste se desprende que en las tres estaciones existe calentamiento en la tropósfera media y superior, el cual sería más pronunciado hacia el sur. En la estratósfera baja existe una tendencia al enfriamiento, con cierta estacionalidad, probablemente relacionada con la disminución primaveral del ozono austral en el caso de Puerto Montt. Las tendencias de temperatura halladas se presentan en estrecha correspondencia con la evolución esperada según efecto invernadero intensificado. Adicionalmente, este análisis pone de manifiesto la limitada extensión espacial del enfriamiento registrado en la zona Centro Sur, el cual se restringe a niveles cercanos a la superficie y habría tenido su origen en la presencia más frecuente del anticiclón subtropical en la región, según antecedentes de nubosidad y presión recolectados. En cuanto a las variaciones pluviométricas, los criterios discriminantes basados en las temperaturas del Extremo Sur y de la atmósfera libre del Centro Sur coinciden en señalar que durante los años cálidos las precipitaciones presentan una disminución importante entre Valparaíso y Puerto Montt, principalmente en otoño, mientras que un aumento en los años fríos es menos evidente. Esta relación se presenta en períodos con tendencia nula de temperatura y no se origina en calentamientos recientes. La alta coincidencia de eventos El Niño con años fríos en el Extremo Sur, como así también la relación existente entre años cálidos con posiciones más australes que lo usual del anticiclón subtropical, y viceversa, lleva a concluir que años cálidos en la zona se deben al desplazamiento del anticiclón subtropical y de los vientos Oestes hacia el sur, con lo cual las precipitaciones en la Zona Centro Sur disminuyen en virtud del predominio de altas presiones. En cambio durante años fríos que coinciden con eventos El Niño, la advección de aire frío hacia el Extremo sur del continente americano se veía favorecida por la presencia del anticiclón de bloqueo situado en el mar de Bellinghausen, que se observa frecuentemente en relación a tormentas en la zona central del país y cuyo efecto es desviar las trayectorias ciclónicas más al norte de su curso habitual.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Riesgos**

**Nº: 366**  
**FECHA: 2004**

Título	Assessment of the hazard potential of ice avalanches using remote sensing and GIS-modelling
Autor (es)	<b>Salzmann, N., Käab, A., Huggel, C., Allgöwer, B. &amp; Haerberli, W.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Norsk Geografisk Tidsskrift–Norwegian Journal of Geography
Referencias	Vol. 58, pages 74–84. Oslo.
Palabras clave	DTM, GIS-modelling, hazard potential, ice avalanche, remote sensing
Resumen	<p>Ice avalanches typically occur when a large mass of ice breaks off from steep glaciers. Since the reach of ice avalanches is usually low, their hazard potential is generally restricted to high mountain areas that are densely populated or frequently visited by tourists. However, far-reaching disasters are possible in combination with other processes such as rockfalls or snow avalanches. In addition, the hazard potential of ice avalanches is presently increasing as a consequence of climatic and socio-economic changes in mountain areas. Dealing with ice-avalanche hazards requires robust tools for systematic area-wide detection of hazard potentials. Corresponding techniques have not been developed so far. To bridge this methodological gap, a three-level downscaling approach was developed. This method chain is based on statistical parameters, geographic information system (GIS) modelling techniques and remote sensing. The procedure permits to perform a fast and systematic first-order mapping of potentially dangerous steep glaciers and their runout paths for an entire region. To validate the approach, a case study was carried out in the Bernese Alps, Switzerland. The results correspond well with local studies using dynamic avalanche models. Improvements can be obtained by expanding the method chain by including basic data of higher spatial resolution as satellite data and digital terrain models (DTM).</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las avalanchas de hielo ocurren típicamente cuando una gran masa de hielo se quiebra desde glaciares colgantes, siendo potencialmente peligrosas para áreas de alta montaña pobladas densamente o frecuentemente visitadas por turistas. Sin embargo, estos fenómenos son de gran alcance cuando se combinan con otros procesos como avalanchas de rocas o nieve. Además, el peligro potencial de las avalanchas de hielo actualmente aumenta como resultado del cambio climático y los cambios socioeconómicos en áreas de montaña. Por eso, es necesario contar con técnicas y métodos para descubrir potenciales peligros, los cuales no han sido desarrollados hasta ahora.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 367**  
**FECHA: 1984**

Título	Variación de las precipitaciones de 97 años en Punta Arenas como índice de posibles cambios climáticos
Autor (es)	<b>Santana A</b>
Nombre completo de la revista o libro	Anales del Instituto de la Patagonia, Ser. Cs. Nat
Referencias	15, 51-60.
Palabras clave	Cambio climatico – Precipitaciones – Punta Arenas
Resumen	<p>Se hace un análisis estadístico de los montos anuales de precipitación para Punta Arenas en el período 1888-1984, del cual se deducen los principales parámetros estadísticos, los que son utilizados para estudiar en detalle este régimen interanual. Se concluye que las lluvias anuales de Punta Arenas, se distribuyen según una ley Normal y se clasifican los años de acuerdo con su monto anual, quedando la serie de 97 años dividida en 5 grupos. Basándose en esta clasificación, se hace un análisis de las variaciones que ha tenido este parámetro a través del período, con lo que se plantea la interrogante si estas variaciones son o no consecuencias de cambios climáticos. Se utilizan algunas pruebas estadísticas con el objeto de comprobar estos cambios, para lo cual, siguiendo las recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial, se ha dividido esta vez la serie en períodos internacionales (1901-1930 y 1931-1960). Finalmente se comparan éstos entre sí y con otros dos períodos deducidos de los años restantes (1888-1900 y 1961-1984), concluyéndose que no existen diferencias significativas entre los períodos, a excepción del treintenio 1931-1969 el que es considerado por Mason (1976) como uno de los períodos de treinta años más anormales del último milenio.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Balance de masa

**Nº:** 368  
**FECHA:** 2008

Título	Glacier mass balance interpreted from biological analysis of firn cores in the Chilean lake district
Autor (es)	<b>Santibañez, P.; Kohshima, S.; Scheihing, R.; Jaramillo, J.; Shiraiwa, T.; Matoba, S.; Kanda, D.; Labarca, P. and G. Casassa</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	2008, Volume 54, Number 186, pp. 452-462(11)
Palabras clave	Campo de hielo sur – testigo de hielo – algas – polen - paleoclimatología
Resumen	<p>The first analyses of biological components in glaciers of the Chilean lake district are presented based on microalgae biovolume, pollen and other microorganisms detected in shallow (~10 m) firn/ice cores. Three cores were retrieved, two at Volcán Mocho-Choshuenco (39°55' S, 72°02' W; summit at 2422 m a.s.l.; east glacier at 2000 m a.s.l.), and one at the summit of Volcán Osorno (41°06' S, 72°30' W; 2652 m a.s.l.). Microalgae, protozoa and pollen quantified in the samples obtained from the two summit cores show clear fluctuations interpreted as seasonal signs. In contrast, <math>\delta D</math> and many chemical species from the summit cores show strong dampening at depth, probably due to water percolation. The limited information provided by isotopic and chemical analyses is used to support the seasonal interpretation of biological parameters from the summit cores, with microorganism maxima inferred to occur in summer and pollen maxima in spring. A good comparison is found between mass-balance estimations from the Volcán Mocho-Choshuenco summit core and values obtained near that site by means of the stake method. It is concluded that biological analyses of firn/ice cores provide reliable estimations of annual and seasonal markers from these temperate glaciers.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presenta el primer análisis de componentes biológicos en glaciares del Chilean Lake District en base al biovolumen de microalgas, el polen y otros microorganismos detectados en la superficie (~10 m) de los testigos de nieve/hielo. Tres testigos fueron recuperados, dos en el volcán Mocho-Choshuenco (39°55' S, 72°02' W; cumbre a 2.422 m s.n.m.; glaciar oriental a 2.000 m s.n.m.), y uno en la cumbre de Volcán Osorno (41°06' S, 72°30' W; 2.652 m s.n.m.l.).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 369

**TEMA:** Modelación hidrológica y balance de masa

**FECHA:** 2005

Título	A conceptual glacio-hydrological model for high mountainous catchments
Autor (es)	<b>Schaefli, B., Hingray, B., Niggli, M. &amp; Musy, A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Hydrology and Earth System Sciences
Referencias	2005. No. 9, pp 95-109.
Palabras clave	mass balance - glaciohydrological model - water balance
Resumen	<p>In high mountainous catchments, the spatial precipitation and therefore the overall water balance is generally difficult to estimate. The present paper describes the structure and calibration of a semi-lumped conceptual glaciohydrological model for the joint simulation of daily discharge and annual glacier mass balance that represents a better integrator of the water balance. The model has been developed for climate change impact studies and has therefore a parsimonious structure; it requires three input times series – precipitation, temperature and potential evapotranspiration – and has 7 parameters to calibrate. A multi-signal approach considering daily discharge and – if available – annual glacier mass balance has been developed for the calibration of these parameters. The model has been calibrated for three different catchments in the Swiss Alps having glaciations rates between 37% and 52%. It simulates well the observed daily discharge, the hydrological regime and some basic glaciological features, such as the annual mass balance.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En las cuencas de alta montaña, la precipitación espacial y el balance de agua son difíciles de estimar. Este artículo describe la estructura y calibración de un modelo glaciohidrológico conceptual para simular la descarga diaria y el balance de masa que representa un mejor integrador del balance de agua.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Testigo de hielo

**Nº:** 370  
**FECHA:** 2008

Título	First results of the ice core from Pío XI, Southern Patagonian Ice Fields
Autor (es)	Schläppi, M., Casassa, G., Rivera, A., Grauel, A. And M.Schwikowski
Nombre completo de la revista o libro	Paul Scherrer Institut, Annual Report
Referencias	2008.
Palabras clave	Pío XI - Southern Patagonian Icefields - ice core
Resumen	<p>Ice core records from polar and tropical regions have largely contributed to the understanding of past climate variability. However, little information is available from mid-latitude regions, especially in the Southern Hemisphere. In this regards, the Patagonian icefields appear as excellent candidates to fill the gap. In this study, a 50 m ice core drilled in the accumulation area of Pío XI glacier (49°16'S, 73°21'W, 2600 m a.s.l) in August 2006 is investigated. Effects of melt water formation are assumed to be small at this location because of its high altitude in relation to the 0°C isotherm and the equilibrium line which lies at ~1100 m a.s.l. Major ion concentration show a dominance of sea-spray constituents sodium and chloride. Ions with anthropogenic or continental origin such as nitrate and ammonium or calcium and magnesium reveal low concentrations compared to the Gorra Blanca site located ~25 km to the northeast, at an altitude of 2300m a.s.l. Further evidence for a clear oceanic signal with minor continental influence is the relationship between the stable isotope ratios delta 18O and delta 2H, which is in good agreement with the Global Meteoric Water Line. Previous studies at the Antarctic Peninsula have shown that non sea salt (nss) sulfate and chloride have a seasonal cycle at marine sites with a maximum in summer, as a result of varying distances to open seawater due to the presence of sea ice in winter and spring. In contrast in the PíoXI core nss sulfate (proxy for marine productivity) and chloride concentrations (proxy for wind speed) show large seasonal variations with a maximum in autumn. The delta18O varies between -13,6 permil and -14,8 permil, which is assumed to reflect seasonal variations and can therefore be used to identify annual layers. Preliminary interpretation suggests that the record contains six years, indicating a very high accumulation rate of about 5,5 m water equivalent per year. Fluctuations are also observed in algal biovolume and Nothogaus pollen amount, which tend to agree with the delta18O values. The high accumulation rate is consistent with instrumental data of this region. Future work will include obtaining benchmark data on concentration of various trace elements and carbonaceous particles, as well as analysis of microalgae and pollen from this unique site in the Southern Hemisphere.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los registros de testigos de hielo de regiones polares y tropicales han contribuido en gran parte a la comprensión de la variabilidad climática pasada. Sin embargo, poca información se encuentra disponible en regiones de latitudes media, especialmente en el hemisferio sur. Por ello, Campos de Hielo aparece como un excelente candidato para llenar dicho vacío.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 371  
**FECHA:** 2007

Título	Effects of El Niño-Southern Oscillation on southernmost South America precipitation at 53°S revealed from NCEP-NCAR reanalysis and weather station data
Autor (es)	<b>Schneider, C., and D. Gies</b>
Nombre completo de la revista o libro	International Journal of Climatology
Referencias	2007. No. 24, pp 1057–1076.
Palabras clave	ENSO – precipitation
Resumen	<p>Monthly mean records of climate data over southern South America from the National Centers for Environmental Prediction (NCEP)–National Center for Atmospheric Research (NCAR) reanalysis project (NNR) were processed to determine possible teleconnections of El Niño–southern oscillation with precipitation at 53°S in the southernmost Andes. The NNR data used include precipitation rate, zonal wind speed and sea-level pressure (SLP). All data were correlated to the southern oscillation index (SOI) allowing for time leads/time lags of up to 8 months. Significant positive correlation at the 99% level between SOI and SLP is obtained north of 40°S (<math>r = 0,4</math>). SLP south of 58°S negatively correlates with SOI (<math>r = -0,3</math>). In consequence, during El Niño events the SLP gradient over Patagonia decreases, leading to lower wind speeds. Precipitation on the west coast of Patagonia depends greatly on the strength of the west winds due to orographically induced precipitation. According to this, positive correlation (<math>r = 0,4</math>) between SOI and precipitation rate anomalies is found west of the Patagonian coastline between 45 and 55°S based on annually averaged data. Precipitation decreases by about 15% during strong El Niños. The correlation decreases to insignificant values east of the Andes mountain range. Correlation between SLP gradient and SOI along the west coast of southern Patagonia is largest from austral spring to summer in year 0 of an El Niño event and in April of year +1. Correlations are particularly strong at a time lag of +1 and +2 months, with SOI leading the SLP gradient. Correlation was found to vary in time, with weak correlations during the 1970s and early 1980s and enhancing teleconnection towards the turn of the century. The generally weak positive correlation between precipitation and SOI was also found by comparing precipitation data from weather stations at 53°S on the west coast of South America with SOI.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los registros promedios mensuales de datos climáticos en el sur de Sudamérica de National Centers for Environmental Prediction (NCEP) – National Center for Atmospheric Research (NCAR) fueron procesados para determinar posible relaciones entre el fenómeno del El Niño y las precipitaciones en los 53° S de los Andes del extremo sur.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Inventario

**Nº:** 372  
**FECHA:** 2007

Título	Glacier inventory of the Gran Campo Nevado Ice Cap in the Southern Andes and glacier changes observed during recent decades.
Autor (es)	<b>Schneider C., Schnirch M., Acuña C., Casassa G., &amp; Kilian R.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007. Volume: 59 Pages: 87-100
Palabras clave	digital photogrammetry; geographical information systems (GIS); glacier change; glacier inventory; Patagonia
Resumen	<p>The Gran Campo Nevado (GCN) forms an isolated ice cap on the Península Muñoz Gamero (PMG) located 200 km to the south of the Southern Patagonia Icefield (SPI). We present a glacier inventory of the GCN made up by 27 drainage basins (in total 199,5 km<sup>2</sup>) and other small cirque and valley glaciers of the southern part of PMG (in total 53 km<sup>2</sup>). The glacier inventory is based on a digital elevation model (DEM) and ortho-photos. Contour lines from maps, relief information derived from Landsat TM satellite imagery from 1986 and 2002 and stereoscopic data from aerial photos were combined in a knowledge-based scheme to obtain a DEM of the area. A digital ortho-photo map based on aerial photos from 1998 and several ortho-photos based on aerial photos from 1942 and 1984 could be produced from the initial DEM. A geographical information system (GIS) served to outline the extent of the present glaciation. All major glaciers of the GCN show a significant glacier retreat during the last 60 yr. Some of the outlet glaciers lost more than 20% of their total area during this period. Overall glacier retreat amounts to 2,8% of glacier length per decade and the glacier area loss is 2,4% per decade in the period from 1942 to 2002. We hypothesise that GCN glaciers may have reacted faster and more synchronously with the observed warming trend during recent decades when compared with the SPI.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presenta el inventario glaciar del Gran Campo Nevado (Península Muñoz Gamero), 200 km al sur del Campo de Hielo Sur, el que está compuesto de 27 cuencas principales (199,5 km<sup>2</sup>) y otros glaciares menores en la parte sur de la Península con 53 km<sup>2</sup>. El trabajo se basa en un modelo digital de elevaciones (DEM) construido en base a diferentes fuentes topográficas (mapas, imágenes Landsat TM y fotografías aéreas). Fuertes retrocesos glaciares se han observado particularmente durante los últimos 60 años, en una respuesta más acelerada y sincrónica al calentamiento atmosférico en comparación con Campo de Hielo Sur.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Balance de energía**

**Nº: 373**  
**FECHA: 2007**

Título	Energy balance in the ablation zone during the summer season at the Gran Campo Nevado Ice Cap in the Southern Andes
Autor (es)	<b>Schneider C., Kilian R. &amp; Glaser M</b>
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007. Volume: 59, Pages: 175-788
Palabras clave	energy balance; bulk approach; turbulent heat fluxes; ice ablation; degree-day factor; Chile; Patagonia
Resumen	<p>The energy balance and ablation of Glaciar Lengua were investigated during the austral summer of 1999/2000. Glaciar Lengua is located in Patagonia, in the southernmost Andes of Chile (53°S), within an extremely maritime climate. The aim of this study was to gain insight into current energy fluxes at this location and to evaluate how the energy fluxes depend on meteorological variables. From February to April 2000 an automated weather station was operated on Glaciar Lengua. Ablation was measured repeatedly at stakes during the same period. The point energy balance was calculated using the bulk approach formulation. The effective roughness length was adjusted in order to calibrate the model to the measured ablation. It was revealed that sensible heat transfer is the major contribution to the energy balance adding 54% of the energy available for melt. Net radiation contributes only 35% to the overall energy balance. Minor contributors are the latent heat flux (7%) and the heat flux by precipitation (4%). The net radiation shows little variance from day to day. Cross-correlations of the daily mean values of the energy fluxes derived from the energy balance model and meteorological variables reveal that air temperature and wind speed are the key factors controlling the summer energy balance in the ablation area. Melt derived from a multiple regression model based on these two variables correlates with computed melt with a correlation coefficient of 0,92. From the measured ablation, a summer-time degree-day factor of 7,6 mm °C<sup>-1</sup> was derived for the ablation area.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El balance de energía y la ablación del Glaciar Lengua fueron investigados durante el verano austral de 1999/2000. El glaciar está ubicado en Patagonia, Andes australes de Chile (53°S), dentro de un clima extremadamente marítimo. Se estudian los flujos energéticos y su relación con variables meteorológicas mediante una estación automática operada de febrero a abril de 2000. Se mide la ablación en varias balizas en forma simultánea. El principal aporte energético a la fusión proviene de la transferencia de calor sensible con un 54% del total, mientras que la radiación neta aporta sólo el 35%, el flujo de calor latente un 7% y el flujo de calor por la precipitación el restante 4%. Análisis de correlación demuestran que la temperatura del aire y velocidad del viento son los factores claves para el control del balance energético de verano en la zona de ablación. La fusión predicha por regresión en base a estos dos parámetros y la fusión calculada tiene una correlación de 0,92. Un factor grado día de 7,6 mm °C<sup>-1</sup> se obtuvo para la zona de ablación.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte

**Nº:** 374

**TEMA:** Glaciares rocosos y variaciones

**FECHA:** 1999

Título	Vergleichende Periglazialmorphologie im Sommerregengebiet der Atacama
Autor (es)	Schröder, H.
Nombre completo de la revista o libro	Erdkunde
Referencias	1999. No. 53, pp 119-135.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Glaciares rocosos y variaciones

**Nº:** 375  
**FECHA:** 2001

Título	Vergleichende Periglazialmorphologie im Winterregengebiet der Atacama
Autor (es)	Schröder, H.
Nombre completo de la revista o libro	Erdkunde
Referencias	2001. No. 55, pp 311-326.
Palabras clave	Periglaziale – Lullailaco - Cerro Las Tetas - Temperaturverhältnisse
Resumen	<p>Die periglaziale Oberflächenformung und der sich daraus ergebende periglaziale Formenschatz werden im Bereich des Winterregengebietes der Hochanden in Chile vom Lullailaco 24°43's.Br. bis zum Cerro Las Tetas 30°09's.Br. vorgestellt. Die Formungsprozesse spiegeln das subrezent und rezent extrem trockene Klima wider. Aus den neigungsdifferenzierten Wechselbeziehungen mit Klima und Gestein ergeben sich eine Vielzahl von Periglazialformen, deren höhenwärtige Verteilung und Vergesellschaftung beschrieben werden. Die periglazialen Höhengrenzen sind die höchsten unserer Erde. Die extreme Trockenheit führt dazu, dass sich nördlich von 26°30's.Br. keine Gletscher und 27°00's.Br. keine Blockgletscher mehr bilden können. Die fehlende Gletscher- und Blockgletscherbildung ist also nicht Folge der Temperaturverhältnisse, sondern Folge von nicht ausreichender Feuchtigkeit.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presentan los procesos periglaciales en invierno en Los Andes de Chile entre Lullailaco 24°43'S y el Monte Las Tetas 30°09'S son presentados aquí. Los procesos geomorfológicos reflejan la extrema aridez del sector.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Testigos de hielo

**Nº:** 376  
**FECHA:** 2003

Título	Glaciers and climate in the Andes between the Equator and 30°S: What is recorded under extreme environmental conditions?
Autor (es)	<b>Schotterer U., Grosjean W., Stihler P., Ginot C., Kull H., Bonnaveira B., Francou H., Gäggeler W., Gallaire R., Hoffmann G., Pouyaud B., Ramírez E., Schwikowski M. and Taupin J.D.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Climatic Change
Referencias	2003. Volume: 56 Pages: 157-175
Palabras clave	Ice core; sublimation; accumulation; melting; mass balance
Resumen	<p>Sublimation and melt disturb the environmental information obtained from ice core records in the Andes. In two case studies we demonstrate to what extent these post-depositional processes may remove major parts of the accumulated snow cover. Dark ash layers from the Tungurahua eruption changed the albedo of surface snow on Chimborazo glacier (6.268 m, 1°30' S, 78°36' W, Ecuador) between two ice core drilling campaigns and forced substantial melt. Redistribution and washout of the chemical constituents shifted the concentration profiles obtained in December 1999 as compared to an equivalent core drilled in December 2000. The stable isotope records showed that approximately the water equivalent (weq) of an annual layer had melted, and that the percolating melt water penetrated within the firn layer to a depth of at least 16,5 m without refreezing. In the second example, from a site on the dry axis between the tropical and extra-tropical precipitation belts, significant loss of accumulated snow layers occurred by sublimation. A surface experiment at Cerro Tapado glacier (5.536 m, 30°08' S, 69°55' W, Chile) revealed that losses of ≈2 mm weq (≈5 mm snow) per day occurred during the dry period following the 1997/98 El Niño. This loss generally included the entire surface layer enriched in stable isotopes, and thus caused minimal disturbance of the isotopic signature (and hence climatic information) of the net accumulation, yet chemical constituents again experienced considerable changes in concentration. From annual layer counting and direct dating it is obvious that the major part of the accumulated ice on both glaciers is younger than 100 years; however, isotopic and chemical variations at least in the basal ice from Cerro Tapado clearly point to climate conditions different from the recent centuries. This evidence is supported by mass balance considerations derived from a glacier-climate model. The possibility of a third type of disturbance aside from sublimation and melting – in this case a significant hiatus in the environmental chronology – also deserves consideration for other ice core records from this region. Potential disruptions or discontinuities need to be carefully evaluated given the profound changes in climatic and glaciological conditions since the Last Glacial Maximum throughout Holocene times.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La sublimación y la fusión perturban la información que se obtiene de testigos de hielo en los Andes. Se exponen diferentes ejemplos, Destaca el caso del efecto de la erupción del Tungurahua en el albedo del glaciar del Chimborazo (6.268 m, 1°30' S, 78°36' W, Ecuador) entre dos campañas de perforación del hielo que condujo a una gran fusión, redistribuyendo los componentes químicos del perfil obtenido en 1999 respecto a uno similar obtenido en el año 2000.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 377  
**FECHA:** 2002

Título	Investigation of water drainage through an alpine glacier by tracer experiments and numerical modelling
Autor (es)	Schuler, T.
Nombre completo de la revista o libro	PhD thesis, University of Freiburg, Germany
Referencias	2002. 140 pp.
Palabras clave	drainage system - internal plumbing - alpine glacier
Resumen	<p>In this thesis, the water flow through and from Unteraargletscher, an alpine glacier in the Bernese Alps, Switzerland, is investigated with particular emphasis on the internal plumbing and its behavior in time. To quantify water input to the glacial hydrological system during the ablation season 1999, a distributed temperature index melt model including potential clear-sky solar radiation was applied to Unteraargletscher. Model parameters were determined by calibrating calculated melt with ablation measurements. Discharge was measured in the proglacial stream for 18 days until the station was destroyed by an outburst flood. Comparison of modeled melt and measured discharge reveals an imbalance which suggests that water was stored in or beneath the glacier during this period. The culminating outburst flood presumably released this en- or subglacially stored water and may be related to a change in the configuration of the glacial drainage system as inferred from measurements of subglacial water pressure. The morphology of the drainage system and its diurnal variability were investigated by conducting series of tracer tests over a number of discharge cycles during the ablation season 2000. Dye injections into a moulin were repeated at intervals of a few hours and were accompanied by simultaneous measurements of discharge of supraglacial meltwater draining into the Moulin and bulk runoff in the proglacial stream. Records of dye concentration were analyzed using an appropriate transport model. Results of this analysis reveal a large diurnal variability in terms of transit velocity and dispersion coefficients. Furthermore, the obtained velocity-discharge and velocity-dispersion relationships display pronounced hystereses, thereby inhibiting the use of conventional evaluation techniques. A time-dependent and physically-based model of subglacial water flow is used to investigate the observed variations of transit velocity. It is found that the ability of a Röthlisberger-channel to adjust its size to the prevailing hydraulic conditions contributes to hysteresis of the velocity-discharge relationship. Additionally, the model results further suggest that such hysteresis can be caused also by retardation of water due to inflow modulation at the junction of a tributary moulin and a main conduit. Further, we studied the relation between conduit cross-section and tracer dispersion with numerical tracer experiments. The velocity field for steady flow through a given conduit geometry is calculated using a commercial flow solver. Tracer transport is represented by a scalar volume which is advected by the velocity field. Experiments were conducted for several scenarios by varying flow velocity and conduit geometry. Results show that a functional dependence of dispersion on the hydraulic radius of the conduit exists but it is weak. Further, it is found that the dispersion coefficient is strongly affected by changes in roughness. This suggests, that a dynamical conduit geometry can account for the observed velocity-dispersion hysteresis, especially, if the evolution of the conduit involves also roughness changes. Additionally, the effect of inflow modulation on tracer dispersion is found to provide an equivalent explanation of the observed hysteretic behavior.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En esta tesis, se investiga el flujo de agua de Unteraargletscher, un glaciar alpino en Bernese Alps, Suiza.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Testigo de hielo

**Nº:** 378  
**FECHA:** 2003

Título	First shallow firn core record from Gorra Blanca, Patagonia
Autor (es)	<b>Schwikowski, M., Brütsch, S., Saurer, M., Casassa, G. and A. Rivera</b>
Nombre completo de la revista o libro	EAE03-A-01427;CR8-1TU1P-1594; Poster, EGS-AGU-EUG Joint Assembly, Nice, France, 6-11 April 2003, CD-ROM.
Referencias	2003
Palabras clave	Firn core - Gorra Blanca – Patagonia - stratigraphy
Resumen	<p>In order to explore the suitability of high-elevated glacier sites at the Southern Patagonian Icefield as paleoclimate archives, a 5-m core was collected from the Plateau of Gorra Blanca Norte (49°07'52' ' S, 73°03'11' ' W, 2300 m asl) in September 2001. The core was sub-sampled with 5 cm resolution, and concentrations of major ionic species were analysed by ion chromatography and the stable isotope ratios by isotope ratio mass spectrometry. The glacio-chemical records show variations in all parameters, indicating that no significant melting occurred. This is supported by the visual stratigraphy, where only thin ice layers of less than 1 cm were seen. Accumulation is less than 1 m water per year, which is consistent with measurements at a tower located at Paso Marconi. Thus, the higher elevation glaciers of the Southern Patagonia Icefield might be suitable as paleoclimate ice archives.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En Septiembre de 2001, se extrae un testigo de hielo de 5 m desde el Plateau Gorra Blanca Norte (49°07'52"S, 73°03'11"W, 2.300 m s.n.m.), para ser usado como archivo paleoclimático, siendo analizado por distintos métodos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Testigos de hielo

**Nº:** 379  
**FECHA:** 2006

Título	A potential high-elevation ice-core site at Hielo Patagónico Sur
Autor (es)	<b>Schwikowski M., Brutsch S., Casassa G. &amp; Rivera A.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2006. Volume: 43, Pages: 8-13
Palabras clave	Hielo Patagónico Sur, ice core, paleoclimate
Resumen	<p>The Patagonia icefields constitute a unique location in the Southern Hemisphere for obtaining non-polar paleo-records from ice cores south of 45°S. Nevertheless, no ice-core record with meaningful paleoclimate information has yet been obtained from Patagonia. This deficiency is due to extremely harsh field conditions, and to the fact that the main plateaus of both Hielo Patagónico Norte (HPN; northern Patagonia icefield) and Hielo Patagónico Sur (HPS; southern Patagonia icefield) are strongly affected by meltwater percolation. In order to explore the suitability of high-elevation glacier sites at HPS as paleoclimate archives, three shallow firn cores were retrieved covering the altitude range 1.543 –2.300 m a.s.l. The glaciochemical records from the two lower sites confirm the presence of superimposed ice, a clear sign of meltwater formation and percolation. In the core from 2.300 m, the glaciochemical signature appears to be preserved, indicating that no significant melting occurred. Although there might be problems associated with wind erosion and extreme melt events, there is good potential for well-preserved paleo-records within glaciers in the Patagonia icefields located higher than 2.300 m.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Campos de Hielo son un lugar único en el hemisferio sur para la obtención de testigos de hielo al sur de los 45°S, sin embargo esto aún no se lograba debido a desfavorables condiciones de campo y la ocurrencia de percolación. Se recuperan tres testigos de neviza en el rango de altitud 1.543-2.300 m s.n. m. En los dos sitios más bajos se detecta hielo sobreimpuesto, una clara señal de fusión y percolación. En el testigo más alto no hay fusión importante; se estima que presenta ciertos inconvenientes relacionados con la erosión eólica y eventos de fusión extremos pero son un buen potencial de paleo-registros en altura.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Testigo de hielo

**Nº:** 380  
**FECHA:** 2007

Título	A new 50 m long ice core from the Southern Patagonian Icefield
Autor (es)	<b>Schwikowski, M., Jenk, T., Rufibach, B., Casassa, G., Rivera, A., Rodriguez, M., and J. Wendt</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annual Report of the Paul Scherrer Institute, Villigen.
Referencias	2007
Palabras clave	Ice core - Southern Patagonian Icefield – Cordón Mariano Moreno
Resumen	<p>In August 2006 an ice core was recovered from a glacier flowing to the northwest from the summit of Cordón Mariano Merno, reaching a depth of 50 m which is a new record for ice core drilling in Patagonia. The core is assumed to contain information about paleo climatic and environmental conditions for at least several decades.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En agosto de 2006 un testigo de hielo fue recuperado de un glaciar que fluye al noroeste de la cumbre del Cordón Mariano Merno, alcanzando una profundidad de 50 m siendo un nuevo registro para la perforación de testigos de hielo en Patagonia.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Flujos de hielo

**Nº:** 381  
**FECHA:** 1999

Título	Report on Glacier Benito
Autor (es)	<b>Session, M.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Joint Services expedition Chilean Patagonia 1972-1973.
Referencias	1999
Palabras clave	Glaciar Benito – Balance de Masa
Resumen	<p>The choice of Glacier Benito for study into the glacier physics was sound albeit ambitious because of its size. Useful glacier parameters such as ablation rates, flow rates and snow depths were measured at isolated points on the glacier which will be of benefit for any future study on this glacier. Two levels were measured near the end of season firn line and surface heights measured at seven points with reference to a fix grid in the lower ablation area of the glacier. This data will assist in determining variations in the glacier surface in any future survey of the glacier. Numerous panoramas were photographed from marked sites around the glacier which will be of use for any analysis of glacier variations in future years.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El glaciar Benito es escogido por su tamaño, donde se estudia las tasas de ablación, las tasas de flujos y la profundidad de la nieve, lo que puede contribuir a futuros estudios en este glaciar.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 382  
**FECHA:** 1959

Título	Explorations in Patagonia
Autor (es)	<b>Shipton, E.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Geographical Journal
Referencias	1959. No. 125, pp 312-325.
Palabras clave	Expedition - glaciers - Patagonia
Resumen	<p>The chief objects of the small expedition which i took to the Patagonian Andes during the 1958/59 season were glaciological and botanical. Geoffrey Bratt, who had been with me in the Karakoram the previous year, shared both the initiative and the organization. He planned to make large-scale surveys of various glacier fronts which would serve as a basis for later observers. We invited John Mercer, who had already been twice to the area in which we proposed to operate, to join the party. He was anxious to continue a line of study on the trees bordering the glaciers, designed to ascertain the dates of successive glacial advances.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los objetivos principales de la pequeña expedición realizada por los Andes de Patagonia durante 1958/59, fueron glaciológicos y botánico. Geoffrey Bratt, compartió la iniciativa y la organización. Él planeó hacer inspecciones a gran escala de varios frentes de glaciares que servirían para observaciones posteriores.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Historia

**Nº:** 383  
**FECHA:** 1962

Título	Across the Patagonian Icecap. (O'Higgins)
Autor (es)	<b>Shipton, E.</b>
Nombre completo de la revista o libro	American Alpine Journal
Referencias	1962. No.13, pp 119-128.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral

**Nº:** 384

**TEMA:** Historia

**FECHA:** 1963

Título	Land of Tempest: Travels in Patagonia 1958-1962.
Autor (es)	<b>Shipton, E.</b>
Nombre completo de la revista o libro	London: Hodder and Stoughton
Referencias	1963. 224 pp.
Palabras clave	Mount Burney – Mount Bové – Patagonia – Tierra del Fuego
Resumen	Shipton describe detalladamente sus viajes por Patagonia y Tierra del Fuego, siendo especialmente tratado los viajes al Mount Burney y al Mount Bové.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

ZONA GLACIOLÓGICA: Austral

Nº: 385

TEMA: Historia

FECHA: 1964

Título	Crossing the North Patagonian ice cap
Autor (es)	<b>Shipton, E.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Alpine Journal
Referencias	1964. Vol. 69, No. 309, pp 183-190.
Palabras clave	Campo de Hielo Norte – Darwin Range - journey
Resumen	<p>The crossing of the Hielo Patagonico del Norte was a natural sequel to our journey over the southern Ice-cap in 1960-61. I knew that it would have to be done some time, but for two summers it was shelved in favour of the Fuegan mountains. We somethings used to discuss it on that first journey and, on the few days that we were confined to our tent in the Darwin Range, Garcia used to pass time by drawing us maps of the general layout of the region and discussing the problems of access and egress.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describen los detalles del cruce de Campo de Hielo Norte, el cual fue la continuación natural al viaje por el sur del campo de hielo en 1960-61, realizado por Shipton.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Testigo de hielo

**Nº:** 386  
**FECHA:** 2002

Título	High net accumulation rates at the Campo de Hielo Patagonico Sur, South America, revealed by analyses of a 45,97 m long ice core
Autor (es)	Shiraiwa, T., Kohshima, S., Uemura, R., Yoshida, N., Matoba, S., Uetake, J. and M. Godoi
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2002. No. 35, pp 84-90.
Palabras clave	ice core - snow algal biomass – Patagonia
Resumen	<p>A 45,97 m long ice core was recovered in the accumulation area of Glaciar Tyndall (50°59'05" S, 73°31'12" W; 1.756 m a.s.l.), Campo de Hielo Sur (southern Patagonia icefield), during December 1999. The firm core was subjected to visual stratigraphic observation and bulk density measurements in the field, and later to analyses of water isotopes (<math>\delta^{18}\text{O}</math>, <math>\delta\text{D}</math>), major dissolved ions and snow algal biomass. The drillhole remained dry down to about 43 m depth, where a water-soaked layer appeared. Seasonal cycles were found for <math>\delta^{18}\text{O}</math>, <math>\delta\text{D}</math> and the D-excess, although the amplitudes of the cycles decreased with depth. Major dissolved ions (<math>\text{Na}^+</math>, <math>\text{K}^+</math>, <math>\text{Mg}^{2+}</math>, <math>\text{Ca}^{2+}</math>, <math>\text{Cl}^-</math>, <math>\text{SO}_4^{2-}</math>) and algal biomass exhibit rapid decreases in the upper 3 m, probably due to meltwater elution. Annual increments defined by the <math>\delta^{18}\text{O}</math> and D-excess peaks suggest that the minimum net accumulation rates at this location were <math>17,8 \text{ m a}^{-1}</math> in 1997/98-1998/99 and <math>&gt;11,0 \text{ m a}^{-1}</math> in 1998/99-1999/2000. These are much higher values than those previously obtained from past ice-core studies in Patagonia, but are of the same order of magnitude as those predicted from various observations in ablation areas of Patagonian glaciers.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Un testigo de hielo del glaciar Tyndall (50°59'05" S, 73°31'12" W; 1.756 m s.n.m.), Campo de Hielo Sur, durante Diciembre de 1999. El testigo fue analizado estratigráficamente y se midió la densidad, y posteriormente se analizó mediante isótopos (<math>\delta^{18}\text{O}</math>, <math>\delta\text{D}</math>).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**

**Nº: 387**

**TEMA: Balance de masa**

**FECHA: 1996**

Título	Determination of snowmelt factor in the Himalayan region
Autor (es)	<b>Singh, P., Kumar, N.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Hydrological Sciences Journal
Referencias	1996. Vol. 41, No. 3, pp 301–310.
Palabras clave	Temperature - glacier melt runoff - Garhwal Himalayas
Resumen	<p>Information on the snowmelt factor (SMF) is required for the estimation of snow and glacier melt runoff. In the present study, SMF is computed for a normal snowpack over a glacier at an altitude of about 4000 m in the Garhwal Himalayas. The effect of natural dusting on SMF is also examined. For this purpose, natural dust available at the site of the experiment was uniformly spread over the snow surface to form a 2 mm thick layer. The melt runoff from the snow blocks and air temperature at 2 m above the snow surface were observed. Mean daily SMF values for normal and dusted snow blocks were computed to be 5,94 and 6,62 mm °C<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, respectively. Mean daily SMF for the dusted snow block was found to be always higher than that of the dust free snow block. Maximum hourly values of SMF for the normal and dusted snow blocks were obtained in the range of 0,583-0,632 and 0,785- 0,824 mm °C<sup>4</sup> h<sup>-1</sup>, respectively, while the minimum value was zero for all cases. Maximum hourly value of SMF occurred at about 1400 h for both blocks. A comparison of the daily SMF with information already available in the literature is presented.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Información sobre el factor de derretimiento de nieve se requiere para la estimación del derretimiento de la nieve y hielo. En este trabajo, dicho factor es calculado para un glaciar sobre los 4.000 m en los Garhwal Himalayas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 388

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 2000

Título	Degree-day factors for snow and ice for Dokriani Glacier, Garhwal Himalayas
Autor (es)	<b>Singh, P., Kumar, N., Arora, M.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Hydrology
Referencias	2000. No. 235, pp 1–11.
Palabras clave	Degree–day factor; Effect of dust; Melt runoff
Resumen	<p>In the present study, degree–day factors for snow and ice were determined over Dokriani Glacier located in the Garhwal Himalayas. The field experiments were made at an altitude of about 4000 m. Effect of a thin fine dust layer on both degree–day factors was also examined. Average values of degree–day factor for clean and dusted snow were computed to be 5,7 and 6,4 mm °C<sup>d</sup> day<sup>d</sup>, respectively, whereas for clean ice and dusted ice the value of this factor was found 7,4 and 8,0 mm °C<sup>d</sup> day<sup>d</sup>. The degree–day factor for clean ice was about 30% higher than that for clean snow. The presence of dust increased the degree–day factor for snow by about 12%, whereas for ice this factor was increased by about 9%. These observations suggest that the effect of dust on degree–day factor for snow is more pronounced than that for ice.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En este trabajo, los factores días/grado para nieve y hielo son determinado para el glaciar Dokriani localizado en los Garhwal Himalayas. Los experimentos de campo fueron realizados a una altitud superior a los 4.000 m.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 389  
**FECHA:** 2000

Título	Influence of a fine debris layer on the melting of snow and ice on a Himalayan glacier
Autor (es)	<b>Singh, P., Kumar, N., Ramasastry, K.S., Singh, Y</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Nakawo, M., Raymond, C.F., Fountain, A. (Eds.), Debris-covered Glaciers, Proceedings of the Workshop on Debris-covered Glaciers, Seattle, 2000
Referencias	2000. IAHS Publ. 264, pp 63–69.
Palabras clave	Environmental Engineering, Degree-day factors, Melt runoff, Snow, Ice, Runoff, Dust
Resumen	<p>In the present study, degree-day factors for snow and ice were determined over Dokriani Glacier located in the Garhwal Himalayas. The field experiments were made at an altitude of about 4000 m. Effect of a thin fine dust layer on both degree-day factors was also examined. Average values of degree-day factor for clean and dusted snow were computed to be 5,7 and 6,4 mm degree C super(-1) day super(-1), respectively, whereas for clean ice and dusted ice the value of this factor was found 7,4 and 8,0 mm degree C super(-1) day super(-1). The degree-day factor for clean ice was about 30% higher than that for clean snow. The presence of dust increased the degree-day factor for snow by about 12%, whereas for ice this factor was increased by about 9%. These observations suggest that the effect of dust on degree-day factor for snow is more pronounced than that for ice.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En este trabajo, los factores días/grado para nieve y hielo son determinado para el glaciar Dokriani localizado en los Garhwal Himalayas. Los experimentos de campo fueron realizados a una altitud superior a los 4.000 m.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 390  
**FECHA:** 1995

Título	Drastic retreat of Upsala Glacier, Southern Patagonia, revealed by ERS-1 images and field survey
Autor (es)	Skvarca, P., Rott, H. and T. Nagler
Nombre completo de la revista o libro	SELPER
Referencias	1995. Vol. 11, No. 1-2, pp 51-55.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 391  
**FECHA:** 1995

Título	Sinergy of ERS-1 SAR, Landsat TM imagery and aerial photography for glaciological studies of Viedma Glacier, Southern Patagonia
Autor (es)	<b>Skvarca, P., Rott, H. and M. Stuefer</b>
Nombre completo de la revista o libro	Actas, VII Simposio Latinoamericano de Percepción Remota, SELPER, Puerto Vallarta, México, 7-11 Noviembre 1995
Referencias	1995. pp 674-682.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujo de hielo

**Nº:** 392  
**FECHA:** 1997

Título	Dynamic behaviour of Glaciar Perito Moreno, Southern Patagonia.
Autor (es)	<b>Skvarca, P. and R. Naruse</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	1997, No. 24, pages 268-271.
Palabras clave	Glaciar Perito Moreno – basal sliding – temperate glacier – calving rate
Resumen	<p>Frontal oscillations since the beginning of the 20th century are known at Glaciar Perito Moreno, an eastward outlet glacier of Hielo Patagónico Sur (Southern Patagonia ice field). In 1900, the calving front was located about 1 km from the opposite bank. From 1935 to 1988, ruptures of ice-dams occurred at intervals of 1-5 years. Although this glacier has thus oscillated, it can be regarded as having been in a rather stable condition during the last half-century. Ice thickness in the ablation area has also remained unchanged from 1990 to 1996. The near-steady behavior of Glaciar Perito Moreno may be attributed to a regulating effect of the calving rate, namely, a decrease in the ablation amount due to calving with a retreat of the glacier. Using 12 m long ablation poles, ice-flow velocities at the ablation area were measured several times in 1993 and 1994. The velocity in the early summer (November) was found to be slightly larger than the annual mean. It is concluded that basal sliding is significant throughout the year at this temperate glacier, with large fluctuations within a short period.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Oscilaciones frontales desde principios del siglo XX son conocidas para el Glaciar Perito Moreno, un glaciar al este de Campo de Hielo Sur. Aunque este glaciar presentó ciertas oscilaciones, puede ser considerado con una condición estable durante la última mitad del siglo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Medioambiente**

**Nº: 393**  
**FECHA: 2002**

Título	Importancia de los glaciares del hielo patagónico sur para el desarrollo regional
Autor (es)	<b>Skvarca, P.</b>
Nombre completo de la revista o libro	XV Congreso Geológico Argentino (El Calafate, 2002) Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz - M.J. Haller (Editor), Relatorio
Referencias	V-1:1-14
Palabras clave	Glaciares patagónicos – desarrollo regional – recursos naturales - geología
Resumen	<p>Los glaciares que fluyen del CHS y desprenden sus témpanos en los extensos y profundos lagos piedemontes Viedma y Argentino, revisten gran importancia porque:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a) son grandes reservorios de agua fresca, recurso natural utilizable para riego, energía hidroeléctrica, etc., esenciales para el desarrollo económico de las regiones semiáridas de la provincia de Santa Cruz, donde la precipitación media anual es de sólo 200 mm/año.</li><li>b) representan una fuente de ingresos cada vez mayor por el creciente desarrollo turístico en la región.</li><li>c) aportan datos novedosos para estudios de cambio global y contribuyen al conocimiento sobre dinámica y procesos de desprendimiento de glaciares en agua dulce, etc.</li><li>d) contribuyen al aumento global del nivel del mar.</li></ul>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 394  
**FECHA:** 2002

Título	Fifteen Year Changes of Southern Patagonia Icefield Glaciers, Argentina-Chile, Detected from Landsat TM Mosaics
Autor (es)	<b>Skvarka, P. and H. De Angelis</b>
Nombre completo de la revista o libro	Proceedings 29th International Symposium on Remote Sensing of Environment (29th ISRSE), 8-12 April 2002, Buenos Aires, Argentina (on CD-ROM)
Referencias	2002
Palabras clave	Remote sensing – Patagonia – fluctuation
Resumen	<p>Since the initiation of Landsat satellite series in 1972 only two mosaics of the Southern Patagonia Icefield, located in southwestern Patagonia, could be assembled: the 1986 and 2001 TM mosaics. However, only the latter shows for the first time the entire icefield totally free of clouds. Both mosaics and TM images of 1997 are used to analyse the contrasting behaviour of five glaciers, e.g. Pío XI, O'Higgins, Viedma, Upsala and Perito Moreno. In addition, fluctuations of 34 glaciers with termini on land, directly linked to climatic change, were investigated. They show a consistent and substantial retreat during the period 1986-2001: all but one have receded during the 15,2 year time interval.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Desde el comienzo de la serie satelital Landsat en 1972 sólo dos mosaicos de Campo de Hielo Sur, ubicado en el suroeste de Patagonia, pudo ser reunido: los mosaicos TM de 1986 y 2001. Tanto los mosaicos como las imágenes TM de 1997 son utilizados para analizar el comportamiento contrastante de cinco glaciares: Pío XI, O'Higgins, Viedma, Upsala y Perito Moreno. Además, las fluctuaciones de 34 glaciares asociados directamente cambio climático son investigados..</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Espesor de hielo

**Nº:** 395  
**FECHA:** 2004

Título	Recent thickening trend of Glaciar Perito Moreno, southern Patagonia
Autor (es)	Skvarca, P., Naruse, R. and H. Angelis
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin Glaciological Research
Referencias	2004. No. 21, pp 45-48.
Palabras clave	Ablation, Elevation, Equilibrium, Fluctuations, Glacier Mass Balance, Glacier thickness, Glaciers, Mass balance of glaciers, Structure, Surges, Water Level, Argentina, Patagonia
Resumen	<p>Surface elevations were measured five times at the ablation area of Glaciar Perito Moreno, southern Patagonia, i.e. in austral summers 1990,1993,1996,1999 and 2002. The mean ice-thickness along a transverse line slightly decreased from 1990 to 1996, but increased by about 5 m from 1996 to 2002. Whereas, the ice-thickness along a longitudinal line increased about 1.5 m from 1990 to 1993, remained almost unchanged between 1993 and 1999, and increased significantly (more than 6 m) from 1999 to 2002. The average thickening rates at eight points along both lines in the mid-reaches were +0,2 m a-1 in 1990-93, -0,1 m a super(-1)-1 in 1993-96, +0,5 m a super(-1) in 1996-99, and +1,4 m a super(1) in 1999-2002. Thus, while the glacier was almost in equilibrium in the early half of the 1990s, it has been thickening recently at accelerating rates. Based on field observations of surface structures and on information of terminus fluctuations, this current thickening trend is unlikely related to a surge. Though it may be due to dynamic causes of the glacier or positive mass-balance, the detailed mechanisms are not yet clear. As a probable result of detected glacier thickening, an ice-dam has formed in 2003 and the water level in Brazo Rico started to rise from November, indicating that a possible rupture may occur again in the near future.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Las elevaciones superficiales fueron medidas cinco veces en el área de ablación del glaciar Perito Moreno, Campo de Hielo Sur, es decir, en los veranos de 1990, 1993, 1996, 1999 y 2002. El espesor del hielo disminuyó ligeramente entre 1990 y 1996, pero aumentó cerca de 5 m entre 1996 y 2002.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro - Sur  
**TEMA:** Volcanismo

**Nº:** 396  
**FECHA:** 1962

Título	Lahares glaciovolcánicos recientes y depósitos comparables del pleistoceno chileno
Autor (es)	Stieffel, J.
Nombre completo de la revista o libro	Revista Geológica de Chile
Referencias	1962. 1-II. Santiago, Chile. pp. 8 – 15.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 397  
**FECHA:** 1986

Título	Crecidas de deshielo.
Autor (es)	Stowhas, L.
Nombre completo de la revista o libro	Jornadas de Hidrológica de Nieves y Hielos en América del Sur. Programa Hidrológico Internacional
Referencias	UNESCO
Palabras clave	Deshielo - Crecidas
Resumen	<p>En el presente trabajo se da una síntesis de diversas metodologías para maximizar crecidas de deshielo basadas en correlaciones estadísticas, variables, índices y métodos indirectos en base a la maximización de las variables meteorológicas que participan en el derretimiento de nieves. La metodología se aplica a la Sección Río Aconcagua en Chacabuquito y se comparan los resultados con un análisis de frecuencia de las estadísticas de caudales máximos instantáneos de deshielo.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Climatología

**Nº:** 398  
**FECHA:** 2007

Título	The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cabinet Office - HM Treasury
Autor (es)	Stern, N.
Nombre completo de la revista o libro	Cambridge University Press, Cambridge
Referencias	2007
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Paleoclimatología

**Nº:** 399  
**FECHA:** 2008

Título	Holocene glaciations in the Ema Glacier valley, Monte Sarmiento Massif, Tierra del Fuego
Autor (es)	<b>Strelin, J., G. Casassa, G. Rosqvist and P. Holmlund</b>
Nombre completo de la revista o libro	Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology
Referencias	2008 Volume 260(3-4), pages 299-314.
Palabras clave	Glacier; Stratigraphy; Chronology; Neoglacial; Holocene; Tierra del Fuego
Resumen	<p>Investigations carried out in the Ema Glacier valley, Tierra del Fuego, on the eastern side of Monte Sarmiento Massif, enable the recognition of five Holocene glacial events. The oldest glacial advance deposited the so-called external moraines of Ema Glacier, with a probable occurrence between 6.000 and 5.000 <sup>14</sup>C y BP without discarding the potential for these deposits to be from Lateglacial time. The remaining four readvances built up a complex inner moraine system named informally internal moraines of Ema Glacier. The oldest recognized till unit that constitutes this proximal moraine system was deposited shortly before 3.135 <sup>14</sup>C y BP, when glaciolacustrine sedimentation took place during glacier recession. Subsequent glacial advances accumulated till at about 1.288 <sup>14</sup>C y, shortly after 695 <sup>14</sup>C y, and between 379 <sup>14</sup>C y and 60 <sup>14</sup>C y BP. This chronology of Holocene glacier events coincides with and is well complemented by the one established by other authors for Fiordo Pía at Cordillera Darwin, 75 km to the east. The Ema-Pía chronology is used to calibrate tentatively a series of moraine belts previously identified in the mountain ranges adjacent to Ushuaia, 150 km SE of the surveyed region. A comparative chart shows that the chronological data obtained for the neoglacial readvances in Tierra del Fuego are in accordance with those for the southern Patagonian Andes further north. It follows that the Holocene behavior of the glaciers in the Andean region of Tierra del Fuego and southern Patagonia is essentially a response to the same regional climate change.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Estudio de eventos glaciales holocénicos en el glaciar Ema, Tierra del Fuego. El avance más antiguo es responsable de las morrenas externas datadas en 6.000 y 5.000 AP, sin descartar que correspondan al período glacial tardío. Los restantes 4 reavances constituyen un complejo sistema morrénico llamadas "morrenas internas". De mayor a menor antigüedad estos depósitos se han datado en 3.135 AP, 1.288 AP, 695 AP y entre 379 y 60 AP. Estas cronologías están bien correlacionadas al estudio de otros autores en el Fiordo Pía en Cordillera Darwin, también en Tierra del Fuego a unos 75 km al este.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Balance de masa

**Nº:** 400  
**FECHA:** 2007

Título	Recent evolution and mass balance of Cordón Martial glaciers, Cordillera Fueguina Oriental
Autor (es)	Strelin, J., Iturraspe, R.
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	2007. Vol. 59, No. 1-4, pp 17-26.
Palabras clave	glacier monitoring; mass balance; glacier recession; climate change; Little Ice Age
Resumen	<p>Past and present glacier changes have been studied at Cordón Martial, Cordillera Fueguina Oriental, Tierra del Fuego, providing novel data for the Holocene deglaciation history of southern South America and extrapolating as well its future behavior based on predicted climatic changes. Regional geomorphologic and stratigraphic correlations indicate that the last glacier advance deposited the ice-proximal ("internal") moraines of Cordón Martial, around 330 <sup>14</sup>C yr BP, during the Late Little Ice Age (LLIA). Since then glaciers have receded slowly, until 60 years ago, when major glacier retreat started. There is a good correspondence for the past 100 years between the surface area variation of four small cirque glaciers at Cordón Martial and the annual temperature and precipitation data of Ushuaia. Between 1984 and 1998, Martial Este Glacier lost <math>0,64 \pm 0,02 \times 10^6</math> m<sup>3</sup> of ice mass (<math>0,59 \pm 0,02 \times 10^6</math> m<sup>3</sup> w.e.), corresponding to an average ice thinning of <math>7,0 \pm 0,2</math> m (<math>6,4 \pm 0,2</math> m w.e), according to repeated topographic mapping. More detailed climatic data have been obtained since 1998 at the Martial Este Glacier, including air temperature, humidity and solar radiation. These records, together with the monthly mass balance measured since March 2000, document the annual response of the Martial Este Glacier to the climate variation. Mass balances during hydrological years were positive in 2000, negative in 2001 and near equilibrium in 2002. Finally, using these data and the regional temperature trend projections, modeled for different future scenarios by the Atmosphere-Ocean Model (GISS-NASA/GSFC), potential climatic-change effects on this mountain glacier were extrapolated. The analysis shows that only the Martial Este Glacier may survive this century.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los cambios pasados y presentes de glaciares han sido estudiados en el Cordón Marcial, Cordillera Fueguina Oriental, Tierra del Fuego, proporcionando datos novedosos para la historia de deglaciación del Holoceno en Sudamérica y extrapolando también su futura conducta frente al cambio climático.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 401  
**FECHA:** 1999

Título	Investigations on Mass Balance and Dynamics of Moreno Glacier based on Field Measurements and Satellite Imagery
Autor (es)	Stuefer, M.
Nombre completo de la revista o libro	PhD dissertation, Leopold-Franzens-Universität, Innsbruck
Referencias	1999. 173 p.
Palabras clave	Perito Moreno Glacier – Mass balance – Satellite Imagery - Southern Patagonian Icefield
Resumen	<p>The mass fluxes and dynamics of Perito Moreno Glacier have been investigated by means of field measurements and remote sensing techniques. Moreno Glacier, covering an area of 257,3 km<sup>2</sup>, is one of the main eastern outlet glaciers of the Southern Patagonian Icefield (SPI). The climate in Patagonia is characterized by westerly winds and wet air from the Pacific Ocean, which cause abundant precipitation at the SPI; the formidable topographic barrier of the Andes produce sharp local contrasts of climate. High resolution optical images from Landsat and SPOT, as well as SAR images from ERS and RADARSAT satellites were used together with the cartographic maps to analyze the glacier boundaries and to estimate the position of the equilibrium line. The motion field over the glacier terminus was derived from SIR-C data acquired during a shuttle flight in October 1994, applying radar interferometry and amplitude cross-correlation. The field work was carried out on Moreno Glacier in several campaigns between November 1995 and March 1999. It included ablation and ice motion measurements at three profiles using stakes, the installation and maintenance of climate station, reflection method the ice thickness was measured along two transverse profiles of the glacier terminus. The measurements along the upper profile, about 7,5 kilometers distant from the calving front, revealed a subglacial trough with an approximately parabolic shape. The annual transport of mass through this profile is about <math>707 \cdot 10^9 \text{ kga}^{-1}</math>. The maximum ice depth of 84 m indicated a glacier bed rising from 200 m below sea level towards the calving front. The majority of SPI glaciers have been subject to glacier retreat during the last 40 years. The climate records in Patagonia do not reveal a clear long-term climatic trend. The climate stations in the vicinity of the SPI are sparse, and the few icefields long term records of air temperature and precipitation are partly inhomogeneous. The few temperature records suggest a warming trend for the region east of the continuous meteorological measurements, which are available since November 1995 temperatures of the year 1996m 1997 and 1998 ranged from 0,7°C to 10,1° C. The total ablation of Moreno Glacier is estimated by calculating the mass flux through a glacier cross-section and by spatial melting extrapolations. Assuming of <math>5220 \pm 474 \text{ kgm}^{-2}</math> is obtained. Small inter-annual variations of ice velocity, a comparatively steep surface in the region of the equilibrium line, and the high ratio of 0,36 of calving flux to net accumulation are probably the reasons for the remarkable stability of Moreno Glacier, which is in contrast to other glaciers in this region.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El flujo y dinámica del glaciar Perito Moreno es investigado por medio de mediciones en terreno y técnicas con sensores remotos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 402  
**FECHA:** 2007

Título	Le bassin versant du fleuve Santa (Andes du Pérou): dynamique des écoulements en contexte glacio-pluvio-nival
Autor (es)	<b>Suarez, W.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Thèse, Université Montpellier 2, Terre Solide, Géodynamique des Enveloppes Supérieures, Paléobiosphère
Referencias	2007. 285 p
Palabras clave	Bassin versant Geodynamique Glaciologie Pluviométrie Ecoulement Ressources naturelles Eau Hydrologie Pérou, Ancash
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 403  
**FECHA:** 2008

Título	Modelling the water balance in the glacierized Parón Lake basin. (White Cordillera, Peru)
Autor (es)	Suarez, W., Chevallier, P., Pouyaud, B. and P. Lopez
Nombre completo de la revista o libro	Hydrological Sciences Journal
Referencias	2008. Vol. 53, No. 1, pp 266-277.
Palabras clave	water balance; glacial lake; Peru; snow melting line; tropical glacier; water resource
Resumen	<p>The White Cordillera (northern Peru), with a glacial surface of 631 km<sup>2</sup>, is the largest glacierized mountain range in the Tropics. Due to the lack of physical data from most of its sub-basins, it is difficult to build a physical model to estimate the water resource flowing from the glaciers at the present time and <i>a fortiori</i> for the future. The most recent GCM simulations indicate a significant increase in the temperature and an accelerated shrinking of the glaciers. Consequently, we sought a model that would be based on the data available within instrumented sub-basins. A theoretical/conceptual water model makes it possible to quantify the local glacier contribution, which could then be applied to the other non-instrumented sub-basins. A total of 43,6% of Parón Lake's instrumented sub-basin area (47,4 km<sup>2</sup>) corresponds to glacial surfaces. Within this sub-basin, a smaller watershed (8,8 km<sup>2</sup>), called Artesón, with 72,9% glacierized area, has been accurately observed over a 5-year hydrological period (September 2000–August 2005). This information allowed us to calibrate the model over the Artesón sub-basin. The parameters obtained were applied to the entire Parón basin using the same modelling approach.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Cordillera Blanca (norte de Perú), con una superficie glacial de 631 km<sup>2</sup>, es la cordillera englacada más grande de los trópicos. Debido a la falta de datos físicos de la mayor parte de sus sub-cuencas, es difícil construir un modelo hidrológico. Las recientes simulaciones de GCM indican un aumento significativo en la temperatura y un acelerado adelgazamiento de los glaciares. Consecuentemente, se buscó un modelo que pudiese estar basado en datos disponibles dentro de sub-cuencas medidas.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Balance de energía y de masa

**Nº:** 404  
**FECHA:** 1995

Título	Características del balance calórico y la ablación en los glaciares Moreno y Tyndall, Patagonia, en el verano 1993/94
Autor (es)	Takeuchi Y., Naruse R. & Satow K.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glaciar Research
Referencias	1995. Volume: 13, Pages: 45-56
Palabras clave	Tyndall glacier, heat balance, ablation, stakes
Resumen	<p>In order to better understand heat balance characteristics, meteorological conditions were measured at Moreno Glacier from November 12 to 27, 1993 and at Tyndall Glacier from December 9 to 17, southern Patagonia. With seven ablation stakes at each glacier, the mean daily ablation rate measured during the period ranged from 4,9 to 7,3 cm/day at Moreno Glacier and from 6,0 to 6,9 cm/day at Tyndall Glacier. The heat source for ice melting consisted mostly of net radiation and sensible heat flux on both glaciers. In spite of the difference in meteorological conditions during the observation periods between the two glaciers, there was little difference in the mean daily ablation except for the days when a Föhn-like phenomenon occurred at Moreno Glacier. There was also little difference between the mean values of net radiation at the two glaciers. The mean sensible heat flux on Moreno Glacier was a little larger than that on Tyndall Glacier, and evaporation predominated on Moreno Glacier, while condensation on Tyndall Glacier. When Föhn-like air temperature rise and wind speed increase were observed at Moreno Glacier, all heat balance components, especially sensible heat flux, increased and the amount of ablation increased almost twice as much as the ordinary mean value.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se miden variables meteorológicas relacionadas al balance de energía en noviembre y diciembre de 1993 en los glaciares Perito Moreno y Tyndall, Patagonia. Se instalan balizas para determinar una tasa media de la ablación diaria de 4,9 a 7,3 cm/día en el Glaciar Perito Moreno y de 6,0 a 6,9 cm/día en el Glaciar Tyndall. Las principales fuentes energéticas son la radiación neta y el flujo de calor sensible. Las tasas de ablación de ambos glaciares son similares a excepción de los días cuando se produjo efecto Föhn en el Perito Moreno. La radiación neta también es similar, pero el flujo de calor sensible y la evaporación resultó mayor en el Perito Moreno, mientras que la condensación predomina en el Glaciar Tyndall. Con el aumento de las temperaturas por efecto Föhn y el de la velocidad del viento en el Perito Moreno, hay un incremento en los componentes del balance de energía, especialmente en el flujo de calor sensible, al igual que en la ablación, la que aumentó casi dos veces más que el valor promedio.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Balance de masa

**Nº:** 405  
**FECHA:** 1996

Título	Annual air-temperature measurement and ablation estimate at Moreno Glacier, Patagonia
Autor (es)	Takeuchi, Y., Naruse, R. and P. Skvarca
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glacier Research
Referencias	1996. No. 14, pp 23-28.
Palabras clave	Glacier ; Ablation ; Atmospheric temperature ; Measurement method ; South America ; America ;
Resumen	<p>Continuous, annual records of air temperature were successfully obtained at two sites around the lower reach of Moreno Glacier, Patagonia, from November 1993 to December 1994. Monthly mean air temperatures near the glacier front (180 m a.s.l.) in the warmest month (January) and the coldest month (June) were 11,3°C and 0,3°C, respectively. The lapse rate of air temperature was about 0,8°C/100 m throughout the year. Annual ablation at a point of 330 m a.s.l. was estimated at 12,8 m-water in 1993/94 using a degree-day method with the measured air temperatures at two sites. Year-to-year variation in ablation caused by a change in annual mean air temperature was estimated at <math>\pm</math> 1-2 m -water based on 10-years air temperature data at the nearest Meteorological Station Lago Argentino.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los registros anuales de temperatura aérea fueron obtenidos exitosamente en dos sitios alrededor del sector más bajo del Glaciar Moreno, Patagonia, desde noviembre 1993 a diciembre 1994.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 406  
**FECHA:** 1961

Título	Geographical Contribution to a Periglacial Study of the Hielo Patagónico Norte with Special Reference to the Glacial Outburst Originated from Glacier-Dammed Lago Arco, Chilean Patagonia
Autor (es)	<b>Tanaka, K.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Faculty of Economics, Kobe University. Japan
Referencias	1961. 109 p.
Palabras clave	río Baker – río Colonia – Campo de Hielo Norte – glacial outburst
Resumen	<p>This comprises a part of the periglacial study in the “Expedición Chileno Japonesa Andes Patagónicos 1958” of the period January to March 1958, of which the writer was the leader of the Japanese team, and the chief of the scientific study. Concretely, most of this paper is based on the author’s personal observations of the glacial ecology of the area around our base camp at the end of the Colonia Glacier, as well as of the glacial morphology encountered during our exploration along the valley of the río Baker and the río Colonia.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este artículo comprende parte del estudio periglacial en la “Expedición Chileno Japonesa Andes Patagónicos 1958” entre enero a marzo de 1958, donde Tanaka fue el líder del equipo japonés, y el jefe del estudio científico. Concretamente, la mayor parte del artículo está basado en observaciones personales del autor sobre ecología glacial del sector cercano al campo base en el Glaciar Colonia, así como de morfología glacial encontrada durante la exploración por el valle del río Baker y el río Colonia.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur

**Nº:** 407

**TEMA:** Inventario

**FECHA:** 2004

Título	Inventario de Glaciares del Río Maule.
Autor (es)	Tapia, G
Nombre completo de la revista o libro	Unpublished report, DGA/MOP, Santiago
Referencias	41 pp.
Palabras clave	Inventario – Glaciología – Mediciones
Resumen	Inventario de glaciares en la cuenca del río Maule, donde se determinó la distribución y características de los glaciares de dicha zona.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 408  
**FECHA:** 2005

Título	An overview of glaciers, glacier retreat, and subsequent impacts in Nepal, India and China
Autor (es)	Thomas, J. and Chamling, S. (eds.).
Nombre completo de la revista o libro	WWF Nepal Program.
Referencias	79 pp.
Palabras clave	Glacier retreat – Nepal – India – China – global warming
Resumen	<p>Climatic changes and its impacts on the fluctuation of glaciers are a natural phenomenon that has been occurring in the Earth's five billion-year-old history. In the past few decades, global climate change has had a significant impact on the high mountain environment: snow, glaciers and permafrost are especially sensitive to changes in atmospheric conditions because of their proximity to melting conditions. In fact, changes in ice occurrences and corresponding impacts on physical high-mountain systems could be among the most directly visible signals of global warming. This is also one of the primary reasons why glacier observations have been used for climate system monitoring for many years.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El cambio climático y sus impactos en la fluctuación de glaciares son un fenómeno natural que ha estado ocurriendo en la historia de la Tierra hace 5.000 millones años. Sin embargo, en décadas pasadas, el cambio global del clima ha tenido un impacto significativo en el área de alta montaña: la nieve, los glaciares y el permafrost son especialmente sensibles a cambios en condiciones atmosféricas. Por ello, es necesario observar los glaciares como sistema de vigilancia climática.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 409

**TEMA:** Otros

**FECHA:** 1989

Título	Applied glacier research for planning hydro-electric power, Ilulissat/Jakobshavn, West Greenland
Autor (es)	Thomsen, H.H., Thorning, L. and Olesen O.B
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	1989. No. 13, pp 257-261.
Palabras clave	
Resumen	<p>Glaciological investigations were carried out on the Greenland ice sheet to help develop plans for a hydro-electric power station to supply energy to Ilulissat/Jakobshavn. The investigations required research on supraglacial and subglacial melt-water drainage in order to delineate water-drainage basins. This involved repeated detailed photogrammetric mapping, radio echo-sounding, hot-water drilling, and mathematical modeling of subglacial drainage. Repeated mappings combine to show an overall stability in the supraglacial drainage pattern, while model calculations for the subglacial conditions show a limited sensitivity in the predicted drainage areas to changes in hydraulic conditions. The investigations provide the basis for setting safer limits for planning hydro-electric power in the area, and give a general understanding of glacier hydrology for a continuous ice cover such as the Greenland ice sheet.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Investigaciones glaciológicas en Groenlandia para colaborar en planes de generación hidroeléctrica para abastecer a Ilulissat/Jakobshavn. Diversas mediciones, incluyendo fotogrametría, radio ecosondaje, perforación de aguas y modelamiento matemático, con el objetivo de proveer información robusta sobre la hidrología supraglacial y subglaciar de Groenlandia, lo que será útil para determinar límites seguros de la planificación de abastecimiento eléctrico en el área.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 410  
**FECHA:** 1939

Título	The ice-dammed lakes of Iceland, with particular reference to their value as indicators of glacier oscillations
Autor (es)	Thorarinsson, S.
Nombre completo de la revista o libro	Geografiska Annaler
Referencias	1939. 21A, pp 216-242.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 411  
**FECHA:** 2007

Título	Volcano–glacier interactions on composite cones and lahar generation: Nevado del Ruiz, Colombia, case study
Autor (es)	Thouret, J., Ramírez, J., Gibert-Malengraeu, B., Vargas, C., Naranjo, J., Vandemeulebrouck, J., Valla A, F. and M. Funk
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	No. 45, pages 115-127.
Palabras clave	Nevado del Ruiz – lahar – volcanic activity – avalanches – pyroclastic flows
Resumen	<p>The catastrophic lahars triggered by the 13 November 1985 eruption of the ice-clad Nevado del Ruiz volcano, Colombia, demonstrate that the interaction of hot pyroclasts with snow and ice can release 30–50 million m<sup>3</sup> of meltwater in 30–90 minutes. The 1985 eruption caused a 16% loss in area and a 9% loss in volume of snow, firn and ice. Turbulent pyroclastic density currents mechanically mixed with snow and produced meltwater at a rate of 0,5–1,6 mm s<sup>-1</sup>. Laboratory experiments suggest that turbulent, fluidized pyroclastic density currents exert mechanical and thermal scour, thereby efficiently transferring heat from hot pyroclasts to snow. Ice cap loss at Nevado del Ruiz continued between 1985 and 2000, representing a ~52% decline in area and a ~30% fall in volume. Ice 60–190 m thick caps the east and southeast summit plateau, whereas an ice field &lt;30m thick and devoid of snow is retreating on the north, northeast and west edges. This asymmetrical distribution of ice reflects combined long-term effects of the 1985 eruption and of the post-1985 ice cap retreat. Should volcanic activity resume, steep-sided glaciers can fail and pyroclastic flows and surges can sweep the snowpack and generate mixed avalanches and lahars. Although the potential source of meltwater has decreased since 1985, extensive debris at the ice cap margins can be incorporated to future lahars.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los lahares generados por la erupción del 13 de Noviembre de 1985 del volcán Nevado del Ruiz, Colombia, demuestran que la interacción de piroclastos calientes con nieve y hielo pueden liberar 30-50 millones de m<sup>3</sup> de agua derretida en 30–90 minutos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Paleoglaciología

**Nº:** 412  
**FECHA:** 2002

Título	El ambiente criogénico actual y el paleopermafrost en el extremo austral de América del Sur.
Autor (es)	Trombotto, D.
Nombre completo de la revista o libro	En IANIGLA, 30 Años de Investigación Básica y Aplicada en Ciencias Ambientales. Darío Trombotto y Ricardo Villalba, editores, Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, Mendoza, Argentina
Referencias	65-69.
Palabras clave	Paleopermafrost – Glaciología - Geomorfología
Resumen	<p>El origen de la geomorfología periglacial sudamericana está determinado por procesos criogénicos asociados al permafrost de montaña, más exactamente en la Cordillera de los Andes. También hay fenómenos estacionales o diarios de importancia secundaria vinculados a las bajas temperaturas de altura. En el Pleistoceno, sin embargo, los límites del permafrost sobrepasaron el ambiente andino, invadieron sierras extra-andinas y reinaron ampliamente sobre la Patagonia.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 413  
**FECHA:** 2006

Título	Argentina (and South American partners). News from Members
Autor (es)	Trombotto, D.
Nombre completo de la revista o libro	Frozen Ground
Referencias	2006. No. 30, 19 p.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Modelación hidrológica

**Nº:** 414  
**FECHA:** 2006

Título	Controls on the formation and sudden drainage of glacier-impounded lakes: implications for jökulhlaup characteristics.
Autor (es)	<b>Tweed, F. and A. Russell</b>
Nombre completo de la revista o libro	Progress in Physical Geography
Referencias	No. 23, Vol. 1, pages 79-110.
Palabras clave	flood hydrograph – flood routing – ice-dammed lake – jökulhlaup – threshold – trigger mechanism
Resumen	<p>Over the past few years there has been an increase in understanding of glacier-impounded or “ice-dammed” lake behaviour. The spectacular jökulhlaup (catastrophic flood) from Grímsvötn, Iceland in November 1996 has both raised the profile of such events and emphasized the need for awareness of the processes involved. This review summarizes the extent of current knowledge of ice-dammed lakes, highlighting key developments and outlining areas of study still subject to difficulties. Controls on ice-dammed lake formation and persistence are identified, and cycles of jökulhlaup activity are related to glacier fluctuations. Ice-dammed lake drainage trigger mechanisms are reviewed and recent progress in the understanding of such mechanisms is emphasized. Controls on jökulhlaup routing and the development and character of jökulhlaup conduits are discussed and recent advances in jökulhlaup prediction, hydrograph modelling and peak discharge estimation are assessed. A process-based schematic model, drawing on published research, links ice-dammed lake occurrence and drainage to jökulhlaup characteristics. It is demonstrated that ice-dammed lake and ice-dam characteristics ultimately control seven key jökulhlaup attributes which determine the potential impact of jökulhlaups on both landscape and human activity in glaciated regions.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En el último tiempo ha aumentado el conocimiento sobre el comportamiento de lagos represados por hielo. Esta revisión resume el extenso conocimiento que se tiene al respecto.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Medioambiente

**Nº:** 415  
**FECHA:** 2007

Título	Línea de base del medio físico en el área de influencia del proyecto hidroeléctrico Aysén.
Autor (es)	UCHILE (Universidad de Chile)
Nombre completo de la revista o libro	Estudio de Impacto Ambiental
Referencias	Santiago, Chile.
Palabras clave	Línea de Base - Proyecto Hidroeléctrico Aysén - EIA
Resumen	<p>Centrales Hidroeléctricas de Aysén S.A. (hidroAysén), considera la construcción de un conjunto de centrales hidroeléctricas en los ríos Baker y Pascua, en el sur de la XI Región de Aysén del General Carlos Ibañez del Campo. En el marco de este proyecto y con el fin de incorporar la variable ambiental, hidroAysén encargó al Departamento de Geología de la Universidad de Chile la realización de un estudio tendiente a definir la línea de base del medio físico del Proyecto Hidroeléctrico Aysén. Los aspectos del medio físico que aborda este estudio son clima y meteorología, geología geomorfología, suelos, hidrología e hidrogeología. Este trabajo incluye además, los resultados de tres estudios específicos realizados y que se refieren a las emisiones de gases efecto invernadero, glaciología y retroceso glaciar y cambio en las condiciones meteorológicas en la región.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 416

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 2007

Título	Global Outlook for Ice and Snow
Autor (es)	UNEP 2007
Nombre completo de la revista o libro	UNEP/GRID-Arendal, Norway
Referencias	2007. 235 p.
Palabras clave	Ecosystems – cryosphere – trends – climate change
Resumen	<p>Ice, snow and climate change are closely linked; this publication investigates those linkages. It also presents information on the trends in ice and snow, the outlook for this century and beyond and the consequences to ecosystems and human well-being of these changes. Written by more than 70 scientists from around the world, it covers all parts of the cryosphere (the world of ice): snow, land ice, sea ice, river and lake ice, and frozen ground.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Hielo, nieve y cambio climático están estrechamente ligados, y esta publicación investiga esa relación. También presenta información sobre las tendencias del hielo y la nieve, la visión de este siglo y las consecuencias sobre ecosistemas y los cambios en sistemas humanos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 417  
**FECHA:** 1982

Título	Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur
Autor (es)	UNESCO
Nombre completo de la revista o libro	Estudios e informes en hidrología. UNESCO, Montevideo, Uruguay
Referencias	1982. 130 pp.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte – Centro – Sur  
**TEMA:** Riesgos

**Nº:** 418  
**FECHA:** 1993

Título	Catástrofes en Chile: 1541-1992
Autor (es)	Urrutia, R. and L. Lanza
Nombre completo de la revista o libro	1a. ed. Editorial La Noria. Santiago
Referencias	440 p.
Palabras clave	Catástrofes – Inundaciones – Terremotos – Sequias – Pandemias
Resumen	Trabajo cronológico sobre los casos catastróficos más destacados del país, donde aparecen terremotos, inundaciones, sequias, pandemias, etc.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 419

**TEMA:** Inventario

**FECHA:** 1998

Título	Glaciers of South America. Satellite Image Atlas of glaciers of the world
Autor (es)	<b>USGS (United Stated Geological Survey)</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Williams, R.S., Ferrigno, J.G. (Eds.), United Stated Geological Survey (USGS) Professional Paper
Referencias	1998. 1386-I, 1206.
Palabras clave	circulation models climate change climate models climate variability continental core data base data management data sets Delaware River
Resumen	<p>The proceedings of an interdisciplinary meeting to review the diverse topics represented in global change research, held March 18-20, 1991, in Herndon, VA. Covers: climate, hydrology, precipitation, desert processes, energy, permafrost &amp; much more. Covers all aspects of the subject in over 100 presentations &amp; poster sessions.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Actas de una reunión interdisciplinaria sobre diversos temas relacionados con la investigación de cambio global, realizada el 18-20 de marzo de 1991, en Herndon, VA. Cubre: el clima, la hidrología, la precipitación, los procesos del desierto, la energía, el permafrost &amp; mucho más en más de 100 presentaciones y sesiones de poster.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte

**Nº:** 420

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 2005

Título	Balance invernal 2005 de los glaciares Esperanza, Toro 1, Toro 2 y Guanaco. Proyecto Pascua lama, tercera región, Chile.
Autor (es)	<b>Vallon. M. and C. Vincent</b>
Nombre completo de la revista o libro	Informe preparado para la junta de vigilancia de la cuenca del río Huasco y sus afluentes.
Referencias	2005. 18 pp.
Palabras clave	
Resumen	RESUMEN NO DISPONIBLE



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 421  
**FECHA:** 1999

Título	Fundamentals of Glacier dynamics
Autor (es)	Van der Veen, C.
Nombre completo de la revista o libro	Balkema, Rotterdam
Referencias	1999. 462 p.
Palabras clave	stress intensity factor – fracture – crack – ice
Resumen	<p>In linear elastic fracture mechanics, the stress intensity factor is used to describe elastic stresses near the tip of a crack. Crack growth occurs when the stress intensity factor is larger than a critical value, the fracture toughness, which is a material parameter that applies to cracks of any size. For surface crevasses on glaciers, the net stress intensity factor can be calculated by superimposing the effects of a tensile stress, the weight of the ice, and water pressure if the crevasse is filled with water. The analysis is applied to individual and multiple crevasses to investigate the important factors determining crevasse depth. The model indicates that a single crevasse can only exist if the tensile stress is larger than 30–80 kPa, depending on the fracture toughness of glacier ice. Multiple crevasses result in a decrease in stress intensity factor for any crevasse, thus reducing their depth [all other factors being equal. Consequently, in a field of crevasses, a larger tensile stress is needed compared to an individual crevasse, to allow crevasse formation. Further, a water-filled crevasse or field of crevasses can reach the bottom of a glacier provided that the water level is about 15 m below the surface, or higher, and the tensile stress is larger than 150 kPa. Compared to earlier studies, it is shown that accounting for the finite thickness of the glacier has a small effect on the calculated stress intensity factor only if the ratio of crevasse depth to ice thickness is larger than 0,3. However, such deep crevasses can only exist if filled with water, in which case the crevasse may penetrate the ice completely and the small error introduced by approximating the glacier as a semi-infinite plane is unimportant. It is more important to account for the lower density of the upper firm layers: this effect increases the maximum depth of crevasses by almost a factor of two compared to the solution of Weertman [1973. Weertman, J., 1973. Can a water-filled crevasse reach the bottom surface of a glacier? IASH Publ. 95, 139–145. Elsevier Science B.V.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>En mecánicas elásticas lineales de fractura, el factor de stress intenso es utilizado para describir stress elásticos cerca de la punta de una grieta. El crecimiento de una grieta ocurre cuando dicho factor es más grande que un valor crítico, la dureza de la fractura, el cual es un parámetro material que se aplica a grietas de cualquier tamaño.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro

**Nº:** 422

**TEMA:** Inventario

**FECHA:** 1984

Título	Inventario de Glaciares, Andes de Chile Central (32°-35° lat. S). Hoyas de los ríos Aconcagua, Maipo, Cachapoal y Tinguiririca.
Autor (es)	<b>Valdivia, P.</b>
Nombre completo de la revista o libro	In: Jornadas de Hidrología de Nieves y Hielos en América del Sur. Programa Hidrológico Internacional, Santiago de Chile
Referencias	1, 6.1-6.24.
Palabras clave	Inventario – Glaciología – Mediciones
Resumen	Se presenta un inventario de glaciares en la cuenca de los ríos Aconcagua, Maipo, Cachapoal y Tinguiririca, donde se determinó la distribución y características de los glaciares de dicha zona.

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Paleoclimatología

**Nº:** 423  
**FECHA:** 1993

Título	Upper Quaternary landscape and climate evolution in the Norte Chico (Northern Chile): an overview
Autor (es)	Veit, H.
Nombre completo de la revista o libro	Mountain Research and Development
Referencias	1993. Vol. 13, No. 2, pp 139–144
Palabras clave	Norte Chico – geomorphologie – pedologie
Resumen	<p>The distribution of geocological units in the Norte Chico is the result of a complex evolution, which is reconstructed here for Upper Quaternary time, based on geomorphologie and pedologie studies. A humid phase around 30.000B.P. is documented within the Andes only, followed by arid conditions throughout the Norte Chico (19.000 B.P). The main phase of soil development from the coast up to 3.400 m occurred during the Late Glacial period. Following that, the climate became more arid and warmer, manifested by a less dense vegetation cover and increasing influence of heavy rains, leading to severe soil erosion and activation of alluvial fans. Outside the Andes these arid conditions prevailed during the Early- to Mid-Holocene, while above 2.500 m a warm Holocene climatic optimum accompanied by greater humidity is documented from the soils at the time; this indicates a strong contrast between the Andes and their western foreland. The present semi-arid conditions developed some 3.000 years ago, leading to semi-stable geocological conditions which have become increasingly influenced by human activity.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se documenta una fase húmeda hace 30.000B.P. solo dentro de los Andes, seguida de condiciones áridas a lo largo del Norte Chico (19.000BP). El mayor desarrollo del suelo en la costa ocurrió durante el LGM, después de eso la vegetación comenzó a extinguirse y la intensidad de las lluvias a aumentar, lo que llevo a una generación de altas tasas de erosión y activacion de abanicos fluviales. Fuera de los Andes estas condiciones prevalecieron hasta el Holoceno temprano-medio, mientras que por sobre los 2.500 m las condiciones cálidas del Holoceno, junto con una gran cantidad de humedad, es documentada por los suelos. Las condiciones presentes del semi-árido se desarrollaron hace 3.000 años atrás llegando a condiciones geológicas semi-estables.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero

Nº: 424

TEMA: Otros

FECHA: 2003

Título	Historical trends of organochlorine pesticides in an Alpine Glacier
Autor (es)	Villa, S., Vighi, M., Maggi, V., Finizio, A. and E. Bolzacchini
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Atmospheric Chemistry
Referencias	2003. No. 46, pp 295 – 311.
Palabras clave	POPs - Lys glacier - Europe - Italy - ice core - historical trend
Resumen	<p>The significance of persistent organic pollutants, such as organochlorine compounds, as global contaminants in cold regions has been recognised for a long time. In particular, there is a growing interest on the role of high mountains as "cold condensers" for these chemicals. In this paper, for the first time, organochlorine pesticides (DDTs, HCHs, HCB) are analysed in an ice core sampled on a "cold" glacier in the Alps. Several methods were applied to achieve accurate dating of the core layers. Historical trends of organochlorine pesticides from the 1950s up to the year 2000 are reconstructed, showing, for each individual chemical, the influence of long range transport, as well as of local transport patterns. The role of mountain glaciers as natural archives for studying the local and global transport of persistent organic pollutants is highlighted, though results can be biased by volatilisation losses.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se analizan los poluyentes encerrados en un núcleo de hielo de un glaciar alpino, que registraron pesticidas desde 1950 hasta el 2000. Comentan acerca de los patrones de transporte de los poluyentes y las pérdidas de concentración debido a la volatilización de estos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Paleoclimatología**

**Nº: 425**  
**FECHA: 1998**

Título	Tree-ring based reconstructions of northern Patagonia precipitation since ad 1600
Autor (es)	Villalba, R., Cook, E., Jacoby, G., D'Arrigo, R., Veblen, T. and P. Jones
Nombre completo de la revista o libro	The Holocene
Referencias	1998. Vol. 8, No. 6, pp 659 – 674.
Palabras clave	Tree-rings, dendroclimatology, <i>Austrocedrus chilensis</i> , precipitation reconstructions, precipitation, variability, Quasi-Biennial Oscillation, El Niño-Southern Oscillation, ENSO, northern Patagonia, synoptic patterns.
Resumen	<p>Long-term reconstructions (400 years) of seasonal and annual precipitation variations were developed for northern Patagonia east of the Andes using a new set of 16 tree ring-width chronologies from <i>Austrocedrus chilensis</i> (D.Don) Endl. Reconstructions, which capture between 41 and 50% of the precipitation variance, show that the twentieth century contains the most extreme long periods of wetness and dryness in the past 400 years. Since about ad 1910, the reconstructions are also characterized by an increase in interannual variability and one of the highest rates of extreme events within the last 400 years. A prominent oscillation on the order of 2–2.1 years in length has been identified in the reconstructions using spectral analysis. Quasi-Biennial Oscillations have been shown to be very marked in some circulation indices of the Southern Hemisphere. Although significant oscillations within the preferred frequency domain of El Niño-Southern Oscillation (ENSO) are present in the reconstructions, no clear and consistent responses to ENSO have been observed. Correlations of reconstructions with mean sea-level pressure around South America for the interval ad 1912– 1984, reveal the influence of subtropical and high-latitude features of the atmospheric circulation on precipitation variations in northern Patagonia. Droughts result from an intensification of the subtropical Pacific anticyclone off the Chilean coast and the deepness of the circum-Antarctic trough over the South Orkney-Antarctic Peninsula sector. Mean sea-level pressure reconstructions for the South Atlantic sector of the Southern Oceans were used to evaluate the temporal stability of the relationships between northern Patagonia precipitation and high-latitude climatic variations since ad 1750. The influence of high-latitude circulation on precipitation appears to be more significant during the twentieth century, which in turn may respond to an intensification of wavenumbers 3 on the mean planetary wave structure over the Southern Hemisphere. Recent increase of precipitation variability in northern Patagonia may reflect stronger interactions between middle and high latitude atmospheric circulation in the Southern Hemisphere during the twentieth century.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se reconstruyó 400 años de precipitación estacional y anual mediante un la cronología de un set de 16 anillos de árboles (<i>Austrocedrus chilensis</i>), y muestra que el siglo XX tiene los períodos más largos de sequía y humedad. Las correlaciones entre la reconstrucción y la presión del aire al nivel del mar para el intervalo entre 1912– 1984, revelan la influencia de características subtropicales y de altas latitudes de la circulación atmosférica sobre las variaciones en las precipitaciones en Patagonia norte. Los descensos en las precipitaciones se deben a una intensificación del anticiclón subtropical del pacífico.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral

**Nº:** 426

**TEMA:** Paleoclimatología y testigos de hielo

**FECHA:** 2008

Título	A promising location in Patagonia for paleoclimate and paleoenvironmental reconstructions revealed by a shallow firn core from Monte San Valentín (Northern Patagonia Icefield, Chile)
Autor (es)	Vimeux, F., de Angelis, M., Ginot, P., Magand, O., Casassa, G., Pouyaud, B., Falourd, S. and S. Johnsen
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Geophysical Research – Atmospheres
Referencias	2008. 113, 16, D16118, DOI: 10.1029/2007JD009502
Palabras clave	Patagonia – paleoclimate - firn core - Monte San Valentín
Resumen	<p>The study of past climate variability from ice core investigations has been largely developed both in polar areas over the past decades and, more recently, in tropical regions, specifically along the South American Andes between 0° and 20°S. However a large gap still remains at mid-latitudes in the Southern Hemisphere. In this framework, a 15,3-m long shallow firn core has been extracted in March 2005 from the summit plateau of Monte San Valentín (3.747 m, 46°35'S, 73°19'W) in the Northern Patagonia Icefield to test its potential for paleoclimate and paleoenvironmental reconstructions. The firn temperature is 11,9°C at 10-m depth allowing to expect well preserved both chemical and isotopic signals, unperturbed by water percolation. The dating of the core, on the basis of a multi-proxy approach combining annual layer counting and radionuclide measurements, shows that past environment and climate can be reconstructed back to the mid-1960s. A mean annual snow accumulation rate of <math>36 \pm 3</math> cm year<sup>-1</sup> (i.e., <math>19 \pm 2</math> g cm<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup>) is inferred, with a snow density varying between 0,35 and 0,6 g cm<sup>-3</sup>, which is much lower than accumulation rates previously reported in Patagonia at lower elevations. Here, we present and discuss high-resolution profiles of the isotopic composition of the snow and selected chemical markers. These data provide original information on environmental conditions prevailing over Southern Patagonia in terms of air masses trajectories and origins and biogeochemical reservoirs. Our main conclusion is that the San Valentín site is not only influenced by air masses originating from the southern Pacific and directly transported by the prevailing west winds but also by inputs from South American continental sources from the E–NE, sometimes mixed with circumpolar aged air masses, the relative influence of these two very distinct source areas changing at the interannual timescale. Thus this site should offer a wealth of information regarding (South) Pacific, Argentinian NE–E areas and Antarctic climate variability.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se extrajo un testigo de neviza somera del plateau del monte San Valetin para probar su potencial para las reconstrucciones paleoclimaticas y paleoambientales. Los resultados arrojaron respuestas para los mediados de la decada de 1969. Se infiere una tasa de acumulación anual promedio de <math>36 \pm 3</math> cm a-1. Se discuten los perfiles de alta resolución isotópicos de la composición de la nieve y los marcadores quimicos seleccionados. Esta información permite conocer las trayectorias de las masas de aire prevalecientes en Patagonia Sur, y el origen del reservorio biogeoquímico. Se concluye que el monte San valentin esta influenciado por los vientos del E–NE, algunas veces mezclados con masas de aire circumpolares y vientos del oeste.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Norte  
**TEMA:** Inventario

**Nº:** 427  
**FECHA:** 2008

Título	Inventario de glaciares descubiertos de la cuenca del río Copiapó y variaciones recientes en sus frentes.
Autor (es)	Vivero, S.
Nombre completo de la revista o libro	Informe de Práctica profesional. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Escuela de Geografía, Universidad de Chile.
Referencias	2008. Informe de Práctica profesional. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Escuela de Geografía, Universidad de Chile. 51 pp.
Palabras clave	Inventario, glaciares descubiertos, Copiapó
Resumen	<p>Se presentan los resultados del inventario de glaciares descubiertos de la cuenca del río Copiapó, localizada entre los 26°30' y 28°30' de latitud sur. Complementariamente, se incluyen los resultados de las variaciones frontales recientes del glaciar Del Potro (28°23'S, 69°36'W). Se aplicaron métodos digitales en imágenes satelitales ASTER, como <i>Band Ratios</i> y elección de umbrales. La fusión del <i>Digital Elevation Model</i>, construido con datos altimétricos de la cartografía regular del Instituto Geográfico Militar, y el inventario digitalizado, permite la extracción automática de los parámetros tridimensionales de cada glaciar como son la orientación, altitud mínima y máxima. Adicionalmente, para calcular las variaciones recientes se utilizaron Imágenes satelitales MSS, TM y ASTER entre los años 1976 y 2005. Como resultado del inventario de la cuenca en estudio, se obtuvo en total una superficie de 23,04 km<sup>2</sup> de hielo y nieve perenne superiores a 0,01 km<sup>2</sup>. Además, se estima que el frente norte del glaciar Del Potro, ha retrocedido 128 metros durante el periodo 1976-2005, lo que representa una tasa frontal de retroceso de 4 m a<sup>-1</sup>, la cual es más baja que la computada para el glaciar Tronquitos, indicada en un estudio anterior.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**N°:** 428  
**FECHA:** 1995

Título	Glacier variations in the Northern Patagonia Icefield between 1990/91 and 1993/94
Autor (es)	Wada Y. and Aniya M.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of glacier research
Referencias	1995 Volume: 13, pages: 111-119
Palabras clave	Glacier variation ; South America ; America
Resumen	<p>The snout variations of 18 outlet glaciers distributed in the Northern Patagonia Icefield between 1990/91 and 1993/1994 were elucidated by using oblique aerial photographs taken by hand-held 35 mm cameras. Although it was recognized that most glaciers showed retreats, the recession rates of most glaciers have generally declined when compared with the period from 1985/86 to 1990/91. For example, San Rafael Glacier had been retreating at a maximum rate of 300 m/a during the 1985/86-90/91 period, but between 1990/91 and 93/94, the left side (small part) of the snout has receded at a rate of only 20 m/a, while the right side (small part) has advanced at a rate of 17 m/a. On the other hand, Reicher Glacier showed the fastest recession rate of 1,183 m/a due to breaking up of the disintegrating snout in the proglacial lake. In general, the recession rates of the glaciers on the west side of the icefield were larger than those of the glaciers on the east side, a similar trend to the previous periods; however, the differences were smaller than the previous periods.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Variaciones frontales de 18 glaciares en el Campo de Hielo Norte entre 1990/91 y 1993/1994 mediante fotografías aéreas. La mayoría de los glaciares muestran retrocesos, pero las tasas han disminuido en comparación con el período de 1985/86 a 1990/91. Por ejemplo, el Glaciar San Rafael retrocedió a una tasa máxima de 300 m/a durante el período 1985/86-90/91, pero entre 1990/91 y 93/94, el lado izquierdo del frente retrocedió a sólo 20 m/a, mientras que el lado derecho avanzó a 17 m/a. El glaciar Reicher retrocedió a 1,183 m/a debido a la ruptura del frente en el lago proglacial. En general, las tasas de retroceso de los glaciares en el lado oeste del campo de hielo son más grandes que las de los glaciares en el lado este.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Volcanismo

**Nº:** 429  
**FECHA:** 2007

Título	Emplacement of a silicic lava dome through a crater glacier: Mount St. Helens, 2004-06
Autor (es)	<b>Walder, J. R. Lahusen, J. Vallance and S. Schilling</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	2007. Vol. 45, No.1, pp 14-20
Palabras clave	Mount St Helens – temperate glacier – drainage – volcano
Resumen	<p>The process of lava-dome emplacement through a glacier was observed for the first time after Mount St Helens reawakened in September 2004. The glacier that had grown in the crater since the cataclysmic 1980 eruption was split in two by the new lava dome. The two parts of the glacier were successively squeezed against the crater wall. Photography, photogrammetry and geodetic measurements document glacier deformation of an extreme variety, with strain rates of extraordinary magnitude as compared to normal alpine glaciers. Unlike normal temperate glaciers, the crater glacier shows no evidence of either speed-up at the beginning of the ablation season or diurnal speed fluctuations during the ablation season. Thus there is evidently no slip of the glacier over its bed. The most reasonable explanation for this anomaly is that meltwater penetrating the glacier is captured by a thick layer of coarse rubble at the bed and then enters the volcano's groundwater system rather than flowing through a drainage network along the bed.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Información fotográfica, fotogramétrica y geodésica documentan la deformación del glaciar que se emplazo en el cráter del Mt. St. Helen producto del emplazamiento de una lava domo. El glaciar de cráter no registra un aumento de velocidad, lo que se debe a una probable capa porosa que integra al agua de derretimiento en el sistema de agua volcánica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Testigos de hielo

**Nº:** 430  
**FECHA:** 2008

Título	The historical residue of DDT, hexachlorocyclohexanes and polycyclic aromatic hydrocarbons in an ice core from Mt. Everest, central Himalayas, China
Autor (es)	<b>Wang, X., Xu, B., Kang, S., Cong, Z. and T. Yao</b>
Nombre completo de la revista o libro	Atmospheric Environment
Referencias	2008. No. 42, 6699–6709.
Palabras clave	Ice core; Historical trend; DDT; HCH; PAHs; Mt. Everest
Resumen	<p>High mountains may serve as “cold traps” for persistent organic pollutants (POPs) and ice cores can provide long-term records of atmospheric deposition of pollutants. In this study, DDT, hexachlorocyclohexanes (HCHs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in an ice core from East Rongbuk Glacier were analyzed and the deposition fluxes of these pollutants were investigated. Concentrations of total DDTs reached maxima of approximately 2 ng l<sup>-1</sup> in mid-1970s, which is corresponding to the peak of malaria cases in India (in 1976). The decrease of DDT concentration after 1990s was in-line with the ban of DDT in India (in 1989). High level of <math>\alpha</math>-HCH was observed in early 1970s and it showed a decrease to undetectable level at the end of 1990s, which is in agreement with the period when India banned the usage of HCH (in 1997). Concentrations of total PAHs sharply increased after 1990 and the peak (approximately 100 ng l<sup>-1</sup>) was found at the end of 1990s, when India entered the rapid industrialization (urbanization). PAHs in the ice core are dominantly pyrogenic in source, and are mainly from incomplete combustion of coal and biomass burning. Good correlations among concentrations of PAHs, nssSO<sub>4</sub><sup>2-</sup> and microparticles in snow pit samples showed that the origin of the PAHs and nssSO<sub>4</sub><sup>2-</sup> is often the same and they may be absorbed by particles and transported to high mountain regions by atmospheric circulation.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este trabajo presenta los resultados de los análisis de algunas partículas de polución orgánicas (POPs) atrapadas en un testigo de hielo extraído desde el glaciar Rongbuk y los flujos de éstos. Buenas correlaciones de cantidades de PAHs, señalan que su origen y el de nssSO<sub>4</sub><sup>2-</sup> son los mismos y que pueden ser absorbidos por partículas y transportados hacia regiones montañosas por la circulación atmosférica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Flujo de hielo y variaciones

**Nº:** 431  
**FECHA:** 1991

Título	Terminal environment, topographic control and fluctuations of West Greenland glaciers
Autor (es)	Warren, C
Nombre completo de la revista o libro	Boreas
Referencias	1991. Vol. 20, No.1, pp 1 – 15
Palabras clave	climatic change - glacier behavior - calving dynamics
Resumen	<p>Glaciers are commonly regarded as sensitive indicators of climatic change, but iceberg calving can partially decouple glacier oscillations from climatic forcing. Recent fluctuations (1942–85) of 72 West Greenland outlet glaciers were studied using aerial photographs, and nine of them examined in the field. Despite similar climatic forcing, variable glacier behaviour is apparent. Eighty-four percent of the lands terminating glaciers have been retreating or stable during the period, whereas more than half the tidewater and lake terminating glaciers have been advancing. The calving glaciers exhibit much greater variability in frontal behaviour. Patterns of change suggest that the land-terminating glaciers are controlled dominantly by variations in summer temperature, but that calving dynamics have caused the tidewater and lake-calving glaciers to respond to climatic change in non-linear ways. Dynamic and response contrasts are apparent between freshwater and tidewater glaciers. Trough geometry is of great significance in controlling the nature and magnitude of frontal change of calving glaciers; in particular, topographic 'pinning points' represent potentially stable locations within the fjord at which stillstands almost invariably occur, irrespective of climatic change or regional trends.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se estudiaron 72 variaciones recientes (1942-1985) de glaciares de Groenlandia, mediante fotografías aéreas y 9 de ellos con visitas a terreno. Se encontró que el 84% de los glaciares terrestres han retrocedido, al contrario de los glaciares de calving que han avanzado. Estos últimos, han experimentado mayores cambios en el comportamiento del frente del glaciar. Existen marcadas diferencias y dinámicas entre glaciares de "agua de marea" y de "agua fresca".</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**N°:** 432  
**FECHA:** 1993

Título	Rapid recent fluctuations of the calving San Rafael glacier, chilean Patagonia: Climatic or non-climatic?
Autor (es)	<b>Warren C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Geografiska Annaler
Referencias	1993 Series A (Physical Geography) Volume: 75, No. 3, Pages: 111-125
Palabras clave	San Rafael, Patagonia, Variations, Historic record, climate
Resumen	<p>Recent fluctuations of the San Rafael Glacier contrast in timing, direction and intensity with regional trends of glacier behaviour. In this paper, a link is identified between the oscillation history, the topographic situation and variations in winter precipitation. The San Rafael Glacier is the lowest latitude tidewater glacier in the world with unusually high annual mean velocities. Since the late nineteenth century, it has retreated and advanced rapidly over a total distance of 14 km and is now 60 km smaller than it was 100 years ago. Retreat at up to 300 m a<sup>-1</sup> during the 1980s halted in 1990. Since then, a slight readvance has occurred at a time of accelerated regional retreat. Calving glaciers are known to respond indirectly to climate change. But whereas some may oscillate in non-climatic. Cyclical ways over decadal and century timescales, the San Rafael Glacier seems to respond rapidly to changes in precipitation. The influence of calving dynamics has, at different times. Both damped and amplified the response to climate change but the topographic geometry does not permit large-scale, nonclimatic fluctuations. The Holocene record of glacier behaviour is therefore probably free of calving anomalies.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Recientes fluctuaciones del Glaciar San Rafael contrastan en tiempos, dirección e intensidad en comparación con la tendencia regional. Se relacionan las fluctuaciones, la situación topográfica y las variaciones en las precipitaciones de invierno. El glaciar San Rafael es el glaciar de calving de marea ubicado a la más baja latitud en el mundo y con velocidades inusualmente altas. Desde finales del siglo XIX, retrocedió y avanzó rápidamente en una distancia total de 14 km y es ahora 60 km<sup>2</sup> más pequeño que hace 100 años. Retroceso de hasta 300 m a<sup>-1</sup> durante la década de 1980 que paró en 1990. Desde entonces se observa un reavance ligero cuando la tendencia regional ha sido al retroceso acelerado. El glaciar San Rafael parece responder rápidamente a los cambios en las precipitaciones. La influencia de la dinámica de calving tiene el efecto de amplificar la respuesta al cambio climático.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Flujo de hielo, Variaciones**

**Nº: 433**  
**FECHA: 1993**

Título	The Patagonian icefields: a glaciological review
Autor (es)	<b>Warren, C. and D. Sugden</b>
Nombre completo de la revista o libro	Arctic, Antarctic and Alpine Research
Referencias	1993. Vol. 25, No. 4, pp 316-331
Palabras clave	Andes; glaciers; fluctuations; quaternary period; climatic change; paleoclimatology; cenozoic era; geologic ages; mountains; paleontology; variations
Resumen	<p>The Patagonian icefields are the largest mid-latitude ice masses and yet few glaciological data exist for them. The presence of the Andes lying athwart the westerlies makes for a dynamic glacial system with steep balance gradients and west-east equilibrium-line altitude gradients. The overall trend during the 20th century has been glacier retreat. However, whereas most eastern outlets retreated consistently from the beginning of the century, recession on the west began later, has been interrupted by readvances, and most recently has accelerated markedly, reaching higher mean rates of retreat than those on the east. This contrast may result from a predominantly precipitation-controlled mass-balance regime in the west and a dominant temperature control in the east. Superimposed on these contrasts is the anomalous behavior of certain calving glaciers, the oscillations of which contrast in magnitude, timing and sign with each other and with noncalving glaciers, and which in many cases do not relate directly to climate change. Two large calving outlets are at or near their Neoglacial maxima. The tantalizing fragments of information that exist suggest that there is a rich glaciological source to be mined in Patagonia yielding insights into glacioclimatic interactions, calving dynamics, Holocene climate change and the role of topography in controlling glacier behavior.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los glaciares del oeste de Sudamérica han retrocedido mucho más lento que los ubicados hacia el este de la Cordillera de los Andes. Se analizan particularmente los glaciares de calving, cuyas variaciones contrastan en magnitud, tiempo y signo con otros glaciares. Específicamente se estudian dos glaciares de calving.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujo de hielo

**Nº:** 434  
**FECHA:** 1994

Título	Non linear climatic response of calving glaciers: A case study of PIO XI Glacier, Chilean Patagonia.
Autor (es)	<b>Warren, C. and A. Rivera</b>
Nombre completo de la revista o libro	Revista chilena de Historia Natural
Referencias	No. 67, pages 385 394.
Palabras clave	Historic glacier fluctuations
Resumen	<p>Pio XI Glacier is probably the only glacier in the world currently at its Neoglacial maximum. Its recent fluctuations provide a striking example of non climatic glacier behaviour. A rapid 3 km advance in the 1920s was followed by retreat in the 1930s. Between 1945 and 1983 the glacier advanced 10 km at a mean rate of 363 m a<sup>-1</sup>, since when it has oscillated around a quasi-stable position. In 1992 the terminus was advancing over large accumulations of proglacial sediment and the western margin was advancing into mature forest composed of southern beech and <i>Pilgerodendron uviferum</i>. The proglacial delta has aggraded to sea level along two thirds of the front and the maximum water depth is 22 m, permitting only small-scale calving. The advance has blocked a tributary valley, forming a 240 km<sup>2</sup> ice-dammed lake into which large-scale, frequent calving is taking place. This pattern of behaviour cannot be explained with reference to climate alone. A simple descriptive model combining calving dynamics, sediment budget, fjord topography and climate explains the main features of recent behaviour. Many other Patagonian calving glaciers have also responded indirectly to climate this century. Since the established Late Glacial and Holocene chronology of Patagonian glacier oscillations is largely based on records from sites at calving glaciers, its validity and its uncritical use in inter-hemispheric comparative studies is questionable.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Análisis de la respuesta climática no lineal de glaciares desprendentes, donde se estudia el caso específico del glaciar Pío XI, Patagonia Chilena.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral

**N°:** 435

**TEMA:** Balance de masa

**FECHA:** 1995

Título	Characteristics of tide-water calving at Glaciar San Rafael, Chile
Autor (es)	Warren C. R. , Glasser N. F., Harrison S., Winchester V., Kerr A. R. and Rivera A.
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	1995 Volume: 41, N°138, Pages: 273-289
Palabras clave	Glacier ; Dimension ; Localization ; Chile ; Ice calving ; South America ; America
Resumen	<p>Glacial calving is a poorly understood process. This study tests the influence of local environmental variables on the magnitude and frequency distributions of calving behaviour at Glaciar San Rafael, Chile. Near the terminus of the glacier, surface speeds average 17 m d<sup>-1</sup> in summer and calving is profuse and continual. The size, location and characteristics of over 7000 calving events were recorded during 32 d in 1991 and 1992, together with meteorological, bathymetric and oceanographic data. Mean daily calving exceeds 400 events per day and the mean calving flux is more than 2 mm<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>. Mean annual calving speed and calving flux are about 4500 m a<sup>-1</sup> and 2,0 km<sup>3</sup> a<sup>-1</sup>, respectively. This calving speed is higher than that predicted by the established empirical relationship between tide-water calving speed and water depth. This is surprising; given the low salinity of Laguna San Rafael and that fresh-water calving speeds are commonly much lower than those in tide water. Daily patterns of calving frequency and flux correlate poorly or not at all with meteorological variables, but tidal stage may have some control over the timing of large submarine calving events. Submarine calving produced the largest bergs. However, the relatively small total flux recorded from the submerged part of the ice cliff may imply unusually rapid melt rates.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El calving es un proceso poco conocido. Este estudio analiza la influencia de variables ambientales en la magnitud y frecuencia de calving en el Glaciar San Rafael. Cerca del frente del glaciar, la velocidad media es de 17 m d<sup>-1</sup> en verano cuando el calving es continuo. Tamaño, ubicación y características de más de 7000 eventos de calving son registrados durante 32 días en 1991 y 1992, junto con datos meteorológicos, batimétricos y oceanográficos. La media diaria de calving excede los 400 eventos y el flujo de calving supera los 2 mm<sup>3</sup> d<sup>-1</sup>. Las velocidades de calving son superiores a lo previsto por la relación empírica entre la velocidad de flujo de calving y profundidad del agua. Esto es sorprendente, dada la baja salinidad de la Laguna San Rafael.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 436  
**FECHA:** 1997

Título	Greatest Holocene Advance of Glaciar Pío XI, Chilean Patagonia: Possible causes
Autor (es)	<b>Warren, C., Rivera, A. and A. Post</b>
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	Vol. 24, pages 11-15.
Palabras clave	Glaciar Pio XI – Patagonia – calving dynamics
Resumen	<p>Glaciar Pio XI may be the only glacier in the World currently at its Neoglacial maximum. During the 20<sup>th</sup> century, most glaciers in Patagonia have consistently retreated, whereas Glaciar Pio XI has advanced almost 10 km, most recently at rates of &lt;1,5 m d<sup>-1</sup>. This advance cannot be explained with reference to climate alone. An explanatory model combining calving dynamics, sediment budget and fjord topography explains the main features of recent behaviour. This case-study exemplifies the climatically out-of-phase behaviour so typical of calving glaciers, and illustrates the spatial and temporal scale over which they may behave asynchronously in the southern Andes.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El glaciar Pio XI puede ser el unico glaciar en el mundo actualmente en su máximo Neoglacial. Durante el siglo XX, la mayoría de los glaciares en Patagonia han estado retrocediendo, mientras que glaciar Pio XI ha avanzado casi 10 km. Este avance no puede ser explicado en referencia solamente al clima. Un modelo explicativo que combina la dinámica de calving, la sedimentación y la topografía del fiordo, explica las principales características del comportamiento.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**

**Nº: 437**

**TEMA: Balance de masa**

**FECHA: 1999**

Título	The calving glaciers of southern South America
Autor (es)	<b>Warren C. and Aniya M.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Global and Planetary Change
Referencias	1999 Volume: 22 pages: 59–77
Palabras clave	calving glaciers; Patagonia; South America
Resumen	<p>Calving glaciers constitute a great majority of all glaciers in Patagonia and Tierra del Fuego, and are dynamically important elements of the southern South American icefields. Large numbers of tidewater glaciers calve into the Chilean fjords, and many outlet glaciers terminate in proglacial lakes. Most probably, all are temperate and grounded, with steep mass balance gradients. A majority of these glaciers remained largely unknown to science until very recently. This paper reviews recent research in the region in the context of glaciological and Quaternary debates, and discusses current understanding and uncertainties. During the 20<sup>th</sup> century most glaciers have retreated, but the particular dynamics of calving glaciers have produced some striking exceptions to this regional trend, producing sustained advances (e.g., Glaciar Pio XI, Glaciar Perito Moreno), accelerated retreats (e.g., Glaciar O'Higgins, Glaciar Marinelli), and long-maintained stillstands of glaciers with very high accumulation area ratios (e.g., Glaciar Calvo). The relative importance of climatic, topographic, and glaciodynamic controls on regional patterns of glacier fluctuation remain an enigma, especially in the Cordillera Darwin, but space-borne radar imagery is now yielding much information. Key research themes in recent years include: (1) glacier inventory work using remotely-sensed data; (2) calving rates and calving dynamics, particularly the contrast between calving rates in tidewater and freshwater; (3) glacier/climate relationships, both in historic and longer timeframes; and (4) geographic contrasts in glacier behaviour, especially the relative significance of precipitation and temperature for glacier mass balance in this region of steep climatic gradients. Many intriguing and important questions cannot presently be resolved due to the paucity of mass balance and climatic data, but current research is yielding data that have regional, interhemispheric and theoretical significance.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los glaciares de calving constituyen la gran mayoría de los glaciares en Patagonia y Tierra del Fuego. Un gran número de ellos terminan en los fiordos chilenos y lagos proglaciales. La mayoría de estos glaciares se mantuvo desconocido para la ciencia hasta hace muy poco. Este artículo revisa las investigaciones recientes en el contexto de los debates glaciológicos y cuaternarios, examinando los conocimientos actuales y las incertidumbres. Durante el siglo XX la mayoría de los glaciares han retrocedido, pero ha habido excepciones a esta tendencia, tales como Glaciar Pio XI, Glaciar Perito Moreno, etc. Se analiza la importancia relativa de los factores climáticos, topográficos y glaciodinámicos. Los temas claves de investigación en los últimos años incluyen: 1. inventarios de glaciares utilizando sensores remotos; 2. tasas de calving y su dinámica, en particular el contraste entre los ambientes de fiordos y lagos proglaciales; 3. relaciones glacioclimáticas, y 4. contrastes geográficos en el comportamiento de los glaciares.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Extranjero**  
**TEMA: Climatología**

**Nº: 438**  
**FECHA: 2002**

Título	El Niño-Southern Oscillation and aspects of western South America hydro-climatology
Autor (es)	Waylen, P. and G. Poveda
Nombre completo de la revista o libro	Hydrological Processes
Referencias	2002. No. 16, pp 1247–1260.
Palabras clave	Pacific Ocean ; floods ; annual variations ; water regimes ; environment impact ; global change ; climate modification ; models ; probability ; temperature ; statistical analysis ; East Pacific ; atmosphere ; streamflow ; atmospheric precipitation ; water resources ; oscillations ; El Nino ; Chile ; Peru ; Ecuador ; Colombia ; South America
Resumen	<p>The countries of western South America are heavily dependent upon their water resources and are subjected to considerable interannual variability in precipitation and streamflow. Many of these extremes, both high and low, are shown to be associated with the various aspects of atmosphere-ocean behaviour in the eastern and central Pacific, which are collectively termed El Niño-Southern Oscillation (ENSO). ENSO itself constitutes a complex of environmental changes that have differing influences throughout the study area, but which are loosely associated, statistically and physically, with the major regional precipitation-generating mechanisms. As the result of a non-linear chaotic system, no two ENSO events are the same, nor are their interactions with other regional climatic factors and the state of the continental hydrologic system, both of which may act to dampen or amplify any changes. However, statistical evidence suggests that probabilistic forecasts are possible based either upon anticipated state of the atmosphere-ocean arbitrarily classified according to some a priori classification scheme or upon forecasted sea surface temperatures. Examples of the changing probability distributions of hydro-climatological variables in the study area suggest that some practical information of value may be extracted.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este trabajo estudia la influencia estadística del fenómeno ENSO sobre factores climáticos regionales y el estado del sistema hidrológico continental, y demuestra el potencial de los datos que pueden ser extraídos de las variaciones de las probabilidades de distribución de las variables hidro-climatológicas para la predicción de precipitaciones.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 439

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 2008

Título	Global Glacier Changes: facts and figures
Autor (es)	<b>WGMS</b>
Nombre completo de la revista o libro	World Glacier Monitoring Service, UNEP
Referencias	2008. ISBN: 978-92-807-2898-9.
Palabras clave	ice sheets – glaciers - ice caps - monitoring of glaciers
Resumen	<p>This publication is about the world's surface ice on land outside the two polar ice sheets. It provides a sound and well illustrated review on the basis of available data, the global distribution of glaciers and ice caps and their changes since maximum extents of the so-called Little ice Age. The work also presents the latest state of knowledge on glacier changes and discusses the challenges of the 21st century for the monitoring of glaciers and ice caps.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este trabajo entrega gran cantidad de información acerca de la superficie del hielo en el mundo (fuera de los casquetes polares) y sus variaciones desde sus máximas extensiones (“Pequeña Edad del Hielo”). Se presentan y discuten los últimos resultados obtenidos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Otros

**Nº:** 440  
**FECHA:** 1987

Título	Background to the soviet Glaciological studies from Salyut-6 Orbital Space Station
Autor (es)	<b>Williams, R.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Polar Geography and Geology
Referencias	1987. Vol. 11, No. 1, pp 1-11.
Palabras clave	monitoring of glaciers - remote sensing – camera
Resumen	<p>In introducing the translated Russian article which follows, the author provides background information on the Soviet "Orbital Space Station Earth Observations Project"; comparing it with the American "Space Shuttle Earth Observations Project."; He also provides details on the cameras used by the Soviet cosmonauts, comparing them with American models. One of the major foci of the Soviet program is the monitoring of glaciers on a global basis, one area where it has made a significant contribution being the ice caps of the Southern Andes. In conclusion the author surveys planned initiatives by both the Soviet Union and the United States in the area of remote sensing of the world's glaciers.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Es una comparación entre información y equipo técnico de las estaciones espaciales Soviética (OSSEOP) con la Americana (SSEOP). Finalmente, señala las investigaciones planeadas por ambas estaciones en el ámbito de percepción remota de glaciares terrestres.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones frontales y areales

**N°:** 441  
**FECHA:** 1996

Título	Recent Oscillations of the San Quintin and San Rafael Glaciers, Patagonian Chile
Autor (es)	<b>Winchester V. and Harrison S.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Geografiska Annaler
Referencias	1996 Volume: 78, No. 1, pages: 35-49
Palabras clave	Glaciar San Quintín, Glaciar San Rafael, Patagonia
Resumen	<p>Earlier reports, maps, aerial photographs, and tree-ring dates for moraines are used to investigate and compare the oscillations of the land-based San Quintin Glacier and the calving, tidewater San Rafael Glacier in Southern Chile. The findings show that these two very different outlet glaciers of the North Patagonian Icefield (NPI) have displayed similar trends of ice front retreat and advance since the end of 'The Little Ice Age'. The similarities imply that these glaciers are chiefly controlled by common climatic factors. A review of the literature suggests that some of the earlier reported positions of the San Rafael Glacier may be in error, but all authors agree on the beginning of the recessional trend in the late nineteenth century. The retreat of the San Rafael Glacier stopped in 1991 and by 1993 the San Quintin glacier was advancing over vegetated ground. This study mapped the San Quintin Glacier moraines and dated them by dendrochronology. Twelve years were added to tree-ring counts for colonization and growth to core height. Dendrochronology is also used to provide minimum rates of ice surface downwasting. Investigation of records from the nearest weather station suggests that precipitation could be the main control of ice front oscillations, with a response time of 20 years. A comparison of records from other weather stations to the north and south shows that these glaciers lie in a highly sensitive area between two climatic regimes, with precipitation and temperature, at present, weakly reflecting northern rather than southern Patagonian weather patterns.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Oscilaciones de glaciares San Quintín y San Rafael basados en diferentes fuentes topográficas y proxies. Los resultados muestran que estos dos glaciares muestran tendencias similares de retroceso y avance desde finales de "La Pequeña Edad de Hielo". Las similitudes implican que estos glaciares están principalmente controlados por factores climáticos comunes. El retroceso del Glaciar San Rafael se detuvo en 1991 y en 1993 el glaciar San Quintín avanzaba sobre un terreno vegetado. Este estudio describe las morrenas del Glaciar San Quintín fechadas por dendrocronología. La investigación meteorológica indica que la precipitación podría ser el control principal de las oscilaciones frontales, con un tiempo de respuesta de 20 años. Una comparación de los registros de otras estaciones meteorológicas en el norte y el sur muestra que estos glaciares se encuentran en una zona muy sensible entre dos regímenes climáticos.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Variaciones

**N°:** 442  
**FECHA:** 1999

Título	Dendrochronology and lichenometry: colonization, growth rates and dating of geomorphological events on the east side of the North Patagonian Icefield, Chile
Autor (es)	<b>Winchester V. and Harrison S.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Geomorphology
Referencias	1999 Volume 34_2000 pages181–194
Palabras clave	dendrochronology; lichenometry; colonization; growth rate; trimline; dating
Resumen	<p>This paper highlights the importance for dating accuracy of initial studies of delay before colonization for both trees and lichens and tree age below core height, particularly in recently deglaciated terrain where colonization and growth rates may vary widely due to differences in micro-environment. It demonstrates, for the first time, how dendrochronology and lichenometry can be used together in an assessment of each other's colonization and growth rates, and then cross-correlated to provide a supportive dating framework. The method described for estimating tree age below core height is also new. The results show that on the east side of the North Patagonian Icefield in the Arco and Colonia valleys, <i>Nothofagus</i> age below a core height of 112 cm can vary from 5 to 41 years and delay before colonization may range from a maximum of 22 years near water to a minimum of 93 years on the exposed flanks of the Arenales and Colonia Glaciers. Tree age plus colonization delay supplied a maximum growth rate of 4,7 mm/year for the lichen <i>Placopsis perrugosa</i> and lichen colonization is estimated to take from 2.5 to approximately 13 years. A minimum lichenometric date of 1883 was estimated for an ice-formed trimline at the junction of the Arenales and Colonia glaciers and a maximum dendrochronological date of 1881 for a water-formed trimline in the Arco valley. Tree and lichen ages around the valley suggest that a glacial outburst drained the 1881 high level lake releasing approximately 265 million cubic metres of water. Repeated flooding, with a minimum of 38 high lake levels, is suggested by horizontal sediment lines on the Arco valley walls and moraine flanks. Dating confirmed diminishing flood levels with a last minor flood in 1963. The wider significance of the work is that it should produce more accurate dating of recent glacier fluctuations around the North Patagonia Icefield, an area where dated reference surfaces are extremely scarce.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Este documento destaca la importancia de la datación precisa de la colonización de árboles y líquenes en terrenos deglaciados. Esto demuestra la utilidad de la dendrocronología y liquenometría. En los valles del Arco y Colonia, en el lado este del Campo de Hielo Patagónico Norte, la edad estimada para muestras de <i>Nothofagus</i> varían de 5 a 41 años y el retraso de la colonización puede llegar a un máximo de 22 años cerca del agua y a un mínimo de 93 años en los flancos expuestos de los glaciares Colonia y Arenales. La edad del árbol sumado al retardo de la colonización da una tasa de crecimiento máximo de 4,7 mm/año para la especie de líquen <i>Placopsis perrugosa</i> y la colonización de líquenes se estima entre 2,5 a 13 años.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Austral**  
**TEMA: Variaciones frontales y areales**

**Nº: 443**  
**FECHA: 2001**

Título	Recent Retreat Glaciar Nef, Chilean Patagonia, Dated by Lichenometry and Dendrochronology
Autor (es)	<b>Winchester V., Harrison S. and Warren C.</b>
Nombre completo de la revista o libro	Arctic, Antarctic, and Alpine Research
Referencias	2001 Volume 33, No. 3 pages 266-273
Palabras clave	Glaciar Nef, Chilean Patagonia, Lichenometry, Dendrochronology, Variations
Resumen	<p>This paper presents the results of a lichenometric and dendrochronological study of the recent retreat history of Glaciar Nef, an eastern outlet glacier of the Hielo Patagónico Norte. A 600-yr tree regeneration time, based on maximum tree age in the ancient forest, suggests that the forest-clad lateral moraines in the valley, southeast of the 19<sup>th</sup> century terminal moraine system, were formed some time before A.D. 1.370. Dating estimates suggest that retreat from a 19<sup>th</sup> century maximum began around 1863, a decade or two earlier than the date established for other glaciers in the region, with glacier thinning near the ice front averaging 1,11 m yr<sup>-1</sup> between 1863-1881. After 1884, retreat seems to have slowed, with glacier thinning averaging 0,09 m yr<sup>-1</sup>. Lichen and tree dating suggests that the glacier had retreated approximately 500 m by 1938; this estimate is supported by an aerial photograph showing a proglacial lake just beginning to form in 1944. Recent glacier movements around the Hielo Patagónico Norte are discussed and it is concluded that the general trend of glacier retreat around the icefield, beginning in the 1860s to 1870s, is consistent with Northern Hemisphere trends.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Estudio liquenométrico y dendrocronológico de la historia reciente de retroceso del glaciar Nef, Campo de Hielo Sur. Las dataciones sugieren que el retroceso desde la posición máxima del siglo XIX comenzó alrededor de 1863, una década o dos antes de la fecha establecida para otros glaciares en la región, con el adelgazamiento del glaciar cerca del frente de 1,11 m/año entre 1863-1881. Después de 1884, el retroceso parece haberse estancado, con el adelgazamiento del glaciar de 0,09 m/año. La datación de líquenes y árboles sugiere que el glaciar retrocedió unos 500 m para el año 1938; esta estimación se basa en una fotografía aérea que muestra un lago proglacial comenzando a formarse en 1944.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Flujo de hielo

**Nº:** 444  
**FECHA:** 2003

Título	Multiday Variations in Flow Velocity at Glaciar Soler, Northern Patagonia, Chile
Autor (es)	Yamaguchi S., Naruse R., Matsumoto T. & Ohno H.
Nombre completo de la revista o libro	Arctic, Antarctic, and Alpine Research
Referencias	2003. Volume: 35 (2), Pages: 170-174
Palabras clave	Soler glacier, ice flow, basal sliding
Resumen	<p>Ice flow speeds were measured at Glaciar Soler in northern Patagonia during the middle of the melt season (November–December) in 1998 and compared to data from 1985. In 1998 the surface flow speed was greater at all survey points, yet the ice was about 40 m thinner; the greater melt rate in 1998 probably explains these differences because of the effect of melt rate on basal sliding speed. Multiday variations in surface speed were well correlated with daily variations in surface water input, which is the sum of melt rate and rainfall. Although the basal sliding speeds vary from place to place, we obtained similar linear relationships between basal sliding speed and surface water input. This result indicates the possibility of taking account of basal sliding as a function of surface water input.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Flujos de hielo en el Glaciar Soler, CHN durante la estación de fusión (noviembre-diciembre) en 1998 y su comparación con datos de 1985. En 1998, la velocidad de flujo fue mayor en todos los puntos de monitoreo; la mayor fusión en 1998 explica probablemente estas diferencias a causa del efecto de la tasa de fusión en el deslizamiento basal. Se analizan relaciones de la velocidad en superficie con ingreso de agua superficial.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Testigos de hielo

**Nº:** 445  
**FECHA:** 1987

Título	Glaciological characteristics revealed by 37,6 m deep core drilled at the accumulation area of San Rafael Glacier, the Northern Patagonia Icefield
Autor (es)	Yamada, T.
Nombre completo de la revista o libro	Bulletin of Glacier Research
Referencias	1987. Volume: 4, Pages:59-67
Palabras clave	San Rafael glacier, ice core, accumulation area
Resumen	<p>Glacier drilling was conducted for the first time to the depth of 37,6 m in the accumulation area of San Rafael Glacier (46° 44'S, 73° 32'W, 1.296 m a.s.l.) in the Northern Patagonia Icefield (Hielo Patagónico Norte) in the end of November, 1985. Snow and firn consisted of wet granular snow with abundant ice crusts and ice layers. Dry density <math>\rho_d</math> and the rate of <math>\rho_d</math> increment to depth increment (<math>d\rho_d/dz</math>) gradually increased with increasing depth <math>z</math> until around 19,7 m in depth. In the firn between the depths of 19,7 m and 26,7 m, the dry density was kept fairly at the constant value of 0,75 Mg/m<sup>3</sup>. At the depth of 26,7 m, firn abruptly transformed into ice. The unconfined aquifer was found with the thickness of 1,8 m at depths from 26,7 m to 24,9 m on the firn-ice interface. This singular densification process is attributable to the effect of water percolated into firn. The annual layer was not identified by stratigraphic observations because of no visible dirt layers and no seasonal variations in snow texture, density and chemical characteristics. But discontinuities in the relation between density and depth apparently suggest the existence of the annual layer boundary, <i>i.e.</i>, summer surfaces, with the support of the variation trend in <math>\delta^{18}O</math> profile, wherefrom, the annual net accumulation 1984 was derived as 3.450 mm. Permeability coefficient of the aquifer was revealed as <math>4 \times 10^{-7}</math> m/s by means of the auger hole method.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Perforación a los 37,6 m de profundidad en en la zona de acumulación del glaciar San Rafael (46° 44'S, 73° 32'W, 1.296 ms.n.m.), Campo de Hielo Norte, en noviembre de 1985. El singular proceso de densificación detectado se relaciona al efecto de percolación de agua en neviza. La superficie anual no es posible identificar estratigráficamente debido a la ausencia de suciedad, escasa variación estacional en la textura de la nieve, la densidad y características químicas. Discontinuidades en la relación entre la densidad y la profundidad aparentemente sugieren la existencia de la superficie de verano por lo cual se estima una acumulación neta anual para 1984 en 3.450 mm.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 446

**TEMA:** Variaciones

**FECHA:** 2003

Título	Responses of various-sized alpine glaciers and runoff to climatic change
Autor (es)	Ye, B., Ding, Y. Liu, F. and C. Liu
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	2003. Vol. 49, No. 164, pp 1-7.
Palabras clave	ice-flow model - alpine glaciers - climate change
Resumen	<p>This paper presents a glacier ice-flow model that simulates changes to alpine glaciers of various sizes and their runoff response to climate change in the Yili river basin in the Tien Shan mountains, northwestern China. It is suggested that the sensitivity of glaciers to climatic change is determined by glacier size. The change in glacial runoff does not keep pace with climatic change. As climate warms and glaciers retreat, the glacier runoff tends to increase and then decrease. The runoff peak and its timing depend not only on glacier size but also on the rate of air-temperature rise.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Presenta un modelo de flujo de hielo que simula las variaciones de glaciares y la respuesta de su escorrentía a los cambios climáticos en las montañas Tien Shan, China. Se sugiere que la sensibilidad de los glaciares a los cambios climáticos esta determinada por su tamaño.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA: Sur**  
**TEMA: Medioambiente**

**Nº: 447**  
**FECHA: 2007**

Título	Crevasse detection in glaciers of southern Chile and Antarctica by means of Ground Penetrating Radar
Autor (es)	Zamora, R., G. Casassa, G. Neira, L. Araya, A. Rivera and R. Mella
Nombre completo de la revista o libro	IAHS Publ., 318, 153-162
Referencias	2007, volume 318, pages 153-162
Palabras clave	Grietas – GPR – temperatura glaciar – sur de Chile – Antártica
Resumen	<p>Detection of crevasses is critical for safe travelling on glaciers. Here we present the use of a Ground Penetrating Radar (GPR) for crevasse detection. Experiments were made in temperate ice on Glaciar Mocho, Volcán Mocho-Choshuenco, southern Chile (39°25'S) and in cold ice in East Antarctica (87°30'S). In southern Chile the radar was hand-carried 1.2 m in front of the operator who was walking over the glacier at a speed of ~0,5 m s<sup>-1</sup>, while in Antarctica it was mounted on a 7 m-long rod in front of a tractor convoy travelling at a speed of ~2 m s<sup>-1</sup>. In both geographical sites profiles were made perpendicularly to crevasses ranging in width from 0,1 m to 1,0 m. Buried crevasses clearly show as apexes of diffraction hyperbolae, which could be detected down to a depth of 15 m. Show as discontinuities in the firn stratigraphy which have a width equal to the crevasse width, and associated diffraction hyperbolae to each side of the crevasse. The GPR proved to be a valuable tool for detecting crevasses, allowing for a reaction time of ~9 s (equivalent to ~4,5 m on the ground) in the case of the hand-carried system and ~5 s (or ~10 m on the ground) for the tractor system.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>El descubrimiento de grietas es crítico para contar con viajes seguros en glaciares. Aquí presentamos el uso de radar (GPR) para descubrir grietas. Los experimentos fueron hechos en hielo temperado en el Glaciar Mocho, el volcán Mocho-Choshuenco, en el sur de Chile (39°25' S) y en hielo frío en Antártica Oriental (87°30' S).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Austral  
**TEMA:** Espesor de hielo

**Nº:** 448  
**FECHA:** 2009

Título	Airborne radar sounder for temperate ice: initial results from Patagonia
Autor (es)	Zamora R., Ulloa D., García G., Mella R., Uribe J., Wendt J., Rivera A., Gacitúa G., and G. Casassa
Nombre completo de la revista o libro	Journal of Glaciology
Referencias	2009. Vol. 55, No. 191, pp 507-512.
Palabras clave	airborne radar - temperate ice - laser altimeter - Glaciar Tyndall - Southern Patagonia Icefield
Resumen	<p>We describe the development of a low-frequency airborne radar specifically designed for the sounding of temperate ice. The system operates at a central frequency of 1 MHz and consists of an impulse transmitter with an output voltage up to 5000 V and a digital receiver with a maximum gain of 80 dB. The radar was deployed on board a CASA 212 aircraft, which also carries a laser altimeter, an inertial navigation system, a digital camera and a GPS receiver. A description of the radar system is provided, as well as preliminary results obtained at Glaciar Tyndall, Campo de Hielo Sur (Southern Patagonia Icefield), where an ice depth of 670 m was reached.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Describen el desarrollo de un radar de baja frecuencia diseñado especialmente para el sondaje en hielo. Además, describen el sistema del radar y los resultados preliminares del Glaciar Tyndall (profundidad 670m).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 449

**TEMA:** Otros

**FECHA:** 2007

Título	Glaciers and ice caps. Part I: Global overview and outlook. Part II: Glacier changes around the world.
Autor (es)	Zemp, M., Haeberli, W., Bajracharya, S., Chinn, T.J., Fountain, A.G., Hagen, J.O., Huggel, C., Kääh, A., Kaltenborn, B.P., Karki, M., Kaser, G., Kotlyakov, V.M., Lambrechts, C., Li, Z.Q., Molnia, B.F., Mool, P., Nellesmann, C., Novikov, V., Osipova, G.B., Rivera, A., Shrestha, B., Svoboda, F., Tsvetkov D.G. and T. Yao
Nombre completo de la revista o libro	In: UNEP: Global outlook for ice and snow. UNEP/GRID-Arendal, Norway
Referencias	2007. pp 115-152
Palabras clave	Glaciers - ice caps - Little Ice Age – permafrost - cryospheric hazard
Resumen	<p>Glaciers and ice caps are among the most fascinating elements of nature, an important freshwater resource but also a potential cause of serious natural hazards. Because they are close to the melting point and react strongly to climate change, glaciers are important indicators of global climate. Glaciers reached their Holocene (the past 10 000 years) maximum extent towards the end of the Little Ice Age (the Little Ice Age extended from the early 14th to mid-19<sup>th</sup> century.) Since then, glaciers around the globe have been shrinking dramatically, with increasing rates of ice loss since the mid-1980s. On a time-scale of decades, glaciers in various mountain ranges have shown intermittent readvances. However, under the present climate scenarios, the ongoing trend of worldwide and fast, if not accelerating, glacier shrinkage on the century time-scale is not a periodic change and may lead to the deglaciation of many mountain regions by the end of the 21st century. Glacial retreat and melting of permafrost will shift cryospheric hazard zones. This, in combination with the increasing socio-economic development in mountain regions, will most probably lead to hazard conditions beyond historical precedence. Changes in glaciers may strongly affect the seasonal availability of freshwater, especially when the reduction of glacier runoff occurs in combination with reduced snow cover in winter and earlier snowmelt, less summer precipitation, and enhanced evaporation due to warmer temperatures. The most critical regions will be those where large populations depend mainly on water resources from glaciers during the dry season and glaciated mountain ranges that are densely populated and highly developed. This chapter on glaciers and ice caps is divided into two parts: 1) Global Overview and Outlook, and 2) Glacier Changes around the World.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Los glaciares y cubiertas de hielo se encuentran entre los elementos más fascinantes de la naturaleza, un importante recurso de agua dulce pero también una causa potencial de serios peligros naturales. Porque se encuentran cercanos al punto de fusión y reaccionan fuertemente al cambio climático, siendo los glaciares importantes indicadores del clima global.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Sur  
**TEMA:** Inventario

**Nº:** 450  
**FECHA:** 2004

Título	Glacier inventory of the Itata basin derived from satellite imagery: Historical trends and recent variations at Nevados de Chillan volcano (36°56'S-71°20'W)
Autor (es)	Zenteno, P., Rivera, A. and R. García
Nombre completo de la revista o libro	VIII Congreso Internacional De Ciencias De La Tierra
Referencias	Santiago, Chile, 18-28 Octubre.
Palabras clave	Glaciers; Nevados de Chillán; remote sensing; SRTM, ENSO.
Resumen	<p>The glacier inventory of the Itata Basin and recent glacier variations of Nevados de Chillán are presented. Aerial photographs, satellite images, regular cartography, Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) elevation data and historical records were used to compile the inventory and compare the glacier extension for different years. Satellite images were digitally analysed using spectral enhancements and the ratio between Landsat Thematic Mapper bands 4 and 5. Topographic parameters for each glacier were derived from SRTM data. A total of 12,6 km<sup>2</sup> of bare ice was inventoried at the Itata Basin based upon a satellite image acquired on February 20, 2003. The main glacierised mountain centre corresponds to Nevados de Chillán, which exhibited 6,3 km<sup>2</sup> of bare ice in 2003, representing nearly 50% of the total glacier area of the basin. We estimated that glaciers at Nevados de Chillán volcano, currently 2,4 km<sup>2</sup>, reduced its area by ca. 78% from the year 1862 to 2003. For the time interval 1975-1989, the reduction was 7,7%, and for 1989-2001 it was of 48%. These glaciers increased their area loss from 0,02 km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup> during 1975-1989 to 0,2 km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup> from 1989 to 2003. Frontal variations show retreat from 3,8 m a<sup>-1</sup> from 1975-1989 increasing up to 34 m a<sup>-1</sup> for 1989-2003. These areal changes are presumably driven by warming trends and the presence of El Niño Southern Oscillation (ENSO) phenomena, which plays an important role in glacier responses in Central Chile, showing variability of ± 2,8 km<sup>2</sup> with positive mass balance related to El Niño (2003) years, whilst negative mass balances were related to La Niña (1989) years.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se presentan resultados del inventario de glaciares en la cuenca del Itata y de sus variaciones en el Volcán Nevados de Chillán utilizando fotografías aéreas, imágenes satelitales, modelos digitales de elevación y datos históricos. Con el objeto de determinar la superficie cubierta por hielo y de evaluar sus fluctuaciones se analizan aerofotografías y se procesan imágenes Landsat de 1975, 1989, 2001, 2003. Se aplican procedimientos de realce espectral, técnicas de ratios y umbralización en bandas TM4/TM5, finalmente se realizan clasificaciones no supervisadas (ISODATA) y ediciones manuales de contornos de glaciares. Los parámetros glaciológicos (altitud máxima, mínima, pendiente, exposición, etc.), son derivados mediante datos topográficos SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Un total de 12,6 Km<sup>2</sup> de hielo descubierto se inventariaron para la cuenca del Itata para el año 2003. El principal centro englaciado corresponde al centro montañoso Nevados de Chillán con 6,3 Km<sup>2</sup> de hielo, representando aproximadamente un 50 % de la superficie total englaciada. Se estima que el glaciar en el volcán Nevado de Chillán, actualmente de 2,4 Km<sup>2</sup>, redujo su superficie en aproximadamente un 78% desde el año 1862 al 2003 y con respecto al período 1975-1989, la reducción fue de un 7,7% y de un 48% para el período 1989-2003. Esto implica tasas de reducción desde 0,02 km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup> entre 1975-1989 a 0,2 km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup> para el período 1989-2003. Las variaciones frontales indican retrocesos desde 3,8 m a<sup>-1</sup> para el período 1975-1989, aumentando hasta 34 m a<sup>-1</sup> para 1989-2003. El análisis de las imágenes para los años 1989-2003 mostraron una variabilidad de ± 2,8 km<sup>2</sup> en la superficie englaciada, asociada al ciclo El Niño Oscilación del Sur (ENOS), con menores valores para el año 1989 (La Niña) y una mayor superficie para el 2003 (El Niño).</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Centro – Sur  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 451  
**FECHA:** 2008

Título	Variaciones recientes de los glaciares en la zona centro sur de Chile y su relación con los cambios climáticos y la actividad volcánica.
Autor (es)	Zenteno, P.
Nombre completo de la revista o libro	Memoria para optar al título de Geógrafo, Universidad de Chile, Santiago
Referencias	288 pp.
Palabras clave	Glaciares, sensores remotos, cambio climático, volcanismo
Resumen	<p>En el presente trabajo se estudian los comportamientos de los glaciares de la zona Centro Sur de Chile localizados en siete centros volcánicos que han presentado distintos niveles de actividad eruptiva desde el Holoceno hasta tiempos históricos. Además, se realiza el inventario de glaciares para la cuenca del río Itata y del volcán Copahue mediante sensores remotos. Utilizando registros históricos y series de imágenes satelitales multitemporales Landsat MSS, TM, ETM+ y Terra ASTER, se estudiaron las variaciones de área, los cambios en la posición frontal y se realizaron clasificaciones espectrales con datos ASTER utilizando el método <i>Spectral Angle Mapper (SAM)</i>. Luego, se analizaron los cambios de elevación en glaciares mediante la comparación de datos topográficos del IGM y SRTM<sup>3</sup>. También se analizaron imágenes satelitales termales nocturnas para caracterizar la actividad geotermal. Por último, se relacionaron las respuestas de los glaciares a los cambios climáticos y la actividad volcánica. Se inventariaron en la cuenca del Itata y en el volcán Copahue un total de 8 y 4,6 km<sup>2</sup> de hielo, respectivamente. En todos los glaciares estudiados se presentaron disminuciones de áreas y retrocesos frontales. La mayor disminución de área se detectó en los Nevados de Chillán, con una pérdida total del 66% y una tasa de <math>0,36 \pm 0,11</math> km<sup>2</sup> a<sup>-1</sup> para el período 1976-2004. Las variaciones frontales mostraron un máximo en los glaciares de los Nevados de Sollipulli, con retrocesos máximos de <math>1.130 \pm 64</math> m para el período 1976-2005. Las clasificaciones espectrales de los datos ASTER mediante el método SAM permitieron diferenciar facies en los glaciares. Los máximos adelgazamientos de hielo se detectaron en los glaciares del volcán Copahue, con una tasa anual de <math>0,9 \pm 0,53</math> m a<sup>-1</sup> entre los años 1961 y 2000. Los datos termales nocturnos permitieron detectar anomalías geotermales en los volcanes Nevados de Chillán, Callaqui, Copahue y Villarrica. Los resultados confirman las tendencias de pérdida de hielo, similar a la mayoría de los glaciares de Chile. En consecuencia, los glaciares analizados se encontrarían respondiendo frente al aumento de las temperaturas y a la disminución de las precipitaciones asociadas al cambio climático. Sin embargo, en los glaciares de los Nevados de Chillán, Copahue y Villarrica, también se presentaron respuestas asociadas a los distintos niveles de actividad volcánica.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 452

**TEMA:** Inventario

**FECHA:** 1992

Título	Identification of glaciers with surge characteristics on the Tibeian Plateau
Autor (es)	Zhan, W.
Nombre completo de la revista o libro	Annals of Glaciology
Referencias	1992. No. 16, pp 168-172
Palabras clave	
Resumen	<p>Investigations of Zelunglung and Midui Glaciers in southeast Tibet, China, indicate that they have some characteristics of surge-type glaciers. There have been two extraordinary movements of Zelunglung Glacier, one in 1950 and one in 1968. A collapse of the terminus area took place in 1984. Midui Glacier experienced extraordinary movements about 55 years ago and also in 1988. During these events, the glacier termini reached moraines formed during neoglaciation and the Little Ice Age. The advances of the two glaciers are not related to climate variation. The glaciers caused serious disasters with loss of life and property, and disruption of transportation.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Se describen los eventos de avances significativos de dos glaciares tibetanos en la segunda mitad del siglo XX, no relacionados al clima, y asociados a características de glaciares "galopantes" los que causaron pérdidas humanas y de infraestructura.</p>



## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero  
**TEMA:** Variaciones

**Nº:** 453  
**FECHA:** 1999

Título	Statistics and characteristics of permafrost and ground-ice distribution in the Northern Hemisphere
Autor (es)	Zhang, T., Barry, R.G., Knowles, K., Heginbottom, J.A. and J. Brown
Nombre completo de la revista o libro	Polar Geography
Referencias	1999. Vol. 23, No. 2, pp 132-154
Palabras clave	Permafrost - Northern Hemisphere - ground ice
Resumen	<p>The recently published digital version of the International Permafrost Association (IPA) Circum-Arctic Map of Permafrost and Ground Ice Conditions (the IPA map), together with ancillary data sets of the global land cover characteristics data base and the Global Land One-kilometer Base Elevation data base, are used to investigate the distribution of permafrost and ground ice in the Northern Hemisphere. Our study indicates that permafrost underlies approximately <math>22,79 \times 10^6</math> km<sup>2</sup> or 23,9% of the exposed land area of the Northern Hemisphere. Permafrost extends from 26°N in the Himalayas to 84°N in northern Greenland. Approximately 70% of the permafrost is distributed between 45 and 67°N. Generally, permafrost with high ice content (&gt;20% by volume) and relatively thick overburden cover (&gt;5 to 10 m) is found at high latitudes, representing approximately 8,57% of the total permafrost area, or 2,02% of the exposed land area of the Northern Hemisphere. Permafrost with low ice content (&lt;10% by volume with either thick or thin overburden cover) occurs mainly in mountainous regions and high plateaus, representing approximately 66,5% of the total permafrost area or 15.8% of the exposed land area. Approximately 62% of the permafrost of the Northern Hemisphere is found below 500 m a.s.l. and about 10% occurs above 3000 m a.s.l. Based on the IPA map categories, the estimated volume of ground ice in the Northern Hemisphere is between <math>5,63</math> and <math>15,12 \times 10^3</math> km<sup>3</sup>, corresponding to 2-4 cm sea level equivalent. Based on alternative assumptions, the volume of ground ice may be between <math>11,37</math> and <math>36,55 \times 10^3</math> km<sup>3</sup>, which corresponds to 3-10 cm sea-level equivalent.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>La reciente versión digital publicada de la Asociación Internacional de Permafrost (IPA), Mapa del Permafrost Ártico y Condiciones de Suelo Congelado (mapa IPA), junto con un conjunto adicional de otros datos, son utilizados para investigar la distribución del permafrost y el suelo congelado en el hemisferio norte.</p>

## FICHA TÉCNICA BIBLIOGRAFIA

**ZONA GLACIOLÓGICA:** Extranjero

**Nº:** 454

**TEMA:** Otros

**FECHA:** 2003

Título	Distribution of seasonally and perennially frozen ground in the Northern Hemisphere
Autor (es)	Zhang, T., Barry, R.G., Knowles, K., Ling, F., and Armstrong, R. L
Nombre completo de la revista o libro	In: Proceedings of the 8th International Conference on Permafrost, 21-25 July 2003, Zurich, Switzerland [Phillips, M., S.M. Springman, and L.U. Arenson (eds.)]. A.A. Balkema, Lisse, the Netherlands
Referencias	2003. pp 1289-1294
Palabras clave	
Resumen	<p>This report provides an overall estimate of the extent of perennially, seasonally, and intermittently frozen ground of the exposed land surface in the Northern Hemisphere. Permafrost regions occupy about <math>24.91 \times 10^6 \text{ km}^2</math>, 25.6% (including glaciers and ice sheet) or <math>22.79 \times 10^6 \text{ km}^2</math>, 23.9% (excluding glaciers and ice sheet) of the land surface in the Northern Hemisphere. Using the 0 and 5°C isotherms of mean monthly air temperature, the extent of seasonally and intermittently frozen ground, respectively, can roughly be estimated over the land areas. The long-term average maximum extent of seasonally frozen ground is about <math>48.12 \times 10^6 \text{ km}^2</math> or 50.5% of the exposed lands in the Northern Hemisphere. Intermittently frozen ground accounts for additional <math>6.27 \times 10^6 \text{ km}^2</math> or 6.6% of the exposed lands in the coldest month of the year.</p> <p><u>Síntesis en castellano:</u></p> <p>Estudio sobre la extensión del permafrost en el Hemisferio Norte. Excluyendo glaciares y casquetes de hielo, éste se extiende sobre un 23.9% de las superficies terrestres del Hemisferio Norte. La extensión histórica máxima del permafrost es de un 50.5%.</p>