



**PROGRAMA MAGISTER EN GEOGRAFÍA**  
**FORMATO DE ASIGNATURA**  
**Semestre Primavera 2018**

**1. NOMBRE DE LA ASIGNATURA**

*SEMINARIO GLACIARES ROCOSOS Y CAMBIO CLIMATICO*  
*MG-850/ GEO-911*

**2. NOMBRE DE LA ASIGNATURA EN INGLÉS**

ROCK GLACIERS & CLIMATE CHANGE SEMINAR

**3. TIPO DE CRÉDITOS DE LA ASIGNATURA**SCT/ 

UD/

OTROS/

**4. NÚMERO DE CRÉDITOS (1 Crédito = 28 h totales)**

12 CRÉDITOS

**5. HORAS DE TRABAJO PRESENCIAL DEL CURSO**

DOS HORAS SEMANALES

**6. HORAS DE TRABAJO NO PRESENCIAL DEL CURSO**

DIECISEIS HORAS SEMANALES

**7. OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA**

El Seminario tiene como objetivo general introducir a los estudiantes en la temática de los glaciares rocosos, sus características morfológicas, genéticas y dinámicas, así como investigar y establecer las reacciones que a nivel regional se evidencian en los glaciares rocosos existentes en la vertiente occidental de la Cordillera de Los Andes de Chile central producto de la influencia del cambio climático y la intervención antrópica directa e indirecta, en relación con su aporte hídrico a los sistemas de escorrentía superficial y subterráneo a nivel de cuencas y su variación en este escenario.

## 8. OBJETIVOS ESPECÍFICOS SECUENCIALES DE LA ASIGNATURA

- Familiarizar a los alumnos con el tema de los glaciares rocosos.
- Recopilar y analizar información sobre tendencias del cambio climático a nivel global y nacional.
- Evaluación las consecuencias del cambio climático en el balance de masa de los glaciares rocosos.
- Establecimiento de relaciones entre información climática de estaciones meteorológicas cercanas y glaciares rocosos.
- Revisar aspectos genéticos y dinámicos de los glac. rocosos.
- Entrenar en el reconocimiento de la tipología de glaciares rocosos
- Establecer datos cuantitativos básicos de glaciares rocosos reconocidos en imágenes satelitales digitales. Calculo de volúmenes.
- Seleccionar y recabar información de un glaciar rocoso para su reconocimiento directo.
- Tomar contacto físico con un glaciar rocoso (Terreno 3 días) y desarrollar observaciones de estado, procesos, aspectos morfológicos y dinámicos, y de caudales efluentes.
- Análisis de los efectos climáticos y antrópicos en la conservación de los glaciares rocosos.

## 9. SABERES / CONTENIDOS

### CONCEPTOS GLACIOLÓGICOS:

Criósfera, Glaciosistema, Glaciar; Glaciar rocoso; Permafrost; Pergelisol, Periglacial.

### TIPOLOGÍA DE GLACIARES ROCOSOS:

Investigación sobre los diferentes tipos de expresiones físicas de los glaciares rocosos y principios de clasificación.

### DESARROLLAR INVESTIGACIONES SOBRE LOS MODELOS GENÉTICOS Y DINÁMICOS:

Análisis de documentos y publicaciones; Discusión; Mecanismos de alimentación y evolución.

**RECONOCIMIENTO Y RELEVAMIENTO CUALITATIVO-CUANTITATIVO DE GLACIARES ROCOSOS ESCOGIDOS:**

Trabajo mediante fotointerpretación y desarrollo de cartografías temáticas. Desarrollo de mediciones (altitud máxima y mínima, ancho medio, extensión, pendiente, coordenadas del centro). Aplicar métodos para estimar volúmenes de agua almacenados.

**DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE CAMPO: (3 DÍAS)**

Conocimiento y análisis físico directo de un glaciar rocoso.

**CAMBIO CLIMÁTICO:**

Análisis de las tendencias a nivel global y sus posibles efectos (escalas geológica e histórica); Tendencias de cambio climático a nivel nacional. Escenarios y consecuencias glaciológicas y fluviales.

**RELACION EVOLUTIVA CON LA TENDENCIA DE LAS TEMPERATURAS Y PLUVIOMETRÍA EN ALTA MONTAÑA:**

Seleccionar estaciones meteorológicas por cercanía y series de datos. Establecer y determinar la influencia de las variaciones de la isoterma de 0° C en la alimentación para cada glaciar rocoso seleccionado. Analizar las tendencias y comparar con la evolución mostrada por los glaciares rocosos. Relacionar con los escenarios nacionales y globales de cambio climático. Avanzar en los escenarios potenciales del recurso hídrico a nivel de cuencas.

## 10. METODOLOGÍA

Clases expositivas; lecturas y desarrollo de documentos y presentaciones; discusiones temáticas; análisis de casos; actividades de campo.

## 11. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

- Generación de documentos sobre lecturas individuales.
- Preparación de presentaciones y exposición de las mismas.
- Participación en actividad de terreno.
- Participación en mesa redonda.

## 12. REQUISITOS DE APROBACIÓN

**ASISTENCIA A CLASES:** (indique %): 75 %

**PARTICIPACIÓN EN ACTIVIDAD DE CAMPO.**

**PRESENTACIÓN A EXÁMEN:** No aplica

**OTROS REQUISITOS:** Tener aprobados el primer y segundo semestre del magister en geografía.

**NOTA DE APROBACIÓN MÍNIMA** (Escala de 1.0 a 7.0): 4.0

## 13. PALABRAS CLAVE:

Glaciosistema; Permafrost; Glaciares rocosos; calentamiento global; alteración de las precipitaciones; consunción; cambios en procesos hidrogeomorfológicos; aporte hídrico; impacto antrópico.

## 14. BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

### 1.- CAMBIO CLIMÁTICO

Abtew, W., Obeysekera, J. & Iricanin, N. 2011. Pan evaporation and potential evapotranspiration trends in South Florida. *Hydrological Processes*, 25: 958-969.

Appell, D. 2004. *The Darkening Earth*. *Scientific American*, 291(2):16-18.

Brackenbury, A., Amodeo, C. 2004. *Dark days ahead for planet Earth*. *Geographical (Campion Interactive Publishing)*, 76(9): 10.

Brutsaert, W. & Parlange, M. B. 1998. *Hydrologic cycle explains the evaporation paradox*. *Nature* 396 (November), pp. 30.

Chan, J. K. W. 2007 (June). *Pan evaporation in Hong Kong*. *Weather* 62(6): 147-153.

Chang, K. 2005. *Earth has become brighter, but no one is certain why*. *New York Times*, p 24.

Chang, K. 2004. *After a period of brightness, earth dims, researchers say*. *New York Times*; 5/28/2004, p18.

Crutzen, P.J. & Ramanathan, V. 2003 (December). *The Parasol Effect on Climate*. *Science*, 302: 1678-1680.

C&WB. 2005. *Global Dimming*. *Rev. Canada & the World Backgrounder* 71(2):6.

Eccleston, C. H. 2007 (September). *Global Dimming: A darkening problem*. *Environmental Practice* 9 (3): 152-153.



Da Rosa, K., Vieira, R., Ferrando, F., Simoes, J. "Geomorfologia aplicada a reconstrução e ao monitoramento do impacto das mudanças climáticas em ambientes glaciais". *Revista de Geografia. (Recife)* 1(2010): 102-114. UFPE-DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO.

Fernandes, R., Korolevych, V., Wang, S. 2007. *Trends in Land Evapotranspiration over Canada for the Period 1960–2000 Based on In Situ Climate Observations and a Land Surface Model*. *J. Hydrometeor* 8: 1016–1030.

FERRANDO, F. 2013. Cambio Climático: Del Global Dimming al Global Brightening y la Evaporación en Chile. 109 págs. (Edición FAU-Univ. de Chile). DOI: 10.13140/RG.2.1.2478.7289 (Researchgate)

FERRANDO, F. 2012. "Glaciar Pirámide: Características y evolución reciente de un glaciar cubierto: Evidencias del cambio climático". *Revista Investigaciones Geográficas* 44: 57-74 (2012).

Foukal, P., Fröhlich, C., Spruit H. & Wigley T. 2006. *Variations in solar luminosity and their effect on the Earth's climate*. *Nature*, 433: 161-166.

Garreau, R. et als. 2008. *El clima de Chile está cambiando*. Pub. del Proyecto ACT-19 Variabilidad climática en Chile, evaluación, interpretación y proyecciones. Depto. De Geofísica, Universidad de Chile. 8 pp.

Hansen, J. 2004 (March). *Defusing the Global Warming: Time bomb*. *Scientific American*. pp. 68-77.

Hansen, J. et al. 2005. *Earth's energy imbalance: confirmations and implications*. *Science* 308: 1431-1435.

IPCC. 2007. Cambio Climático: La base Física de las Ciencias, Resumen para los formuladores de políticas. 4° Informe de evaluación del GT1. Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. OMM – PNUMA. 24 pp.

James S., W., Serrat-Capdevila, A., Roderick, M. L., Scottd, R. L. 2009. On the theory relating changes in area-average and pan evaporation. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 135: 1230–1247.

Johnson, F. & Sharma, A. 2010. A Comparison of Australian Open Water Body Evaporation Trends for Current and Future Climates Estimated from Class A Evaporation Pans and General Circulation Models. *J. Hydrometeor*, 11: 105–121.

Jones P. D. and Wigley T. M. L. 1990. *Global Warming Trends*. *Scientific American*. August, pp. 84-91

Karl, T. R., Nicholls, N., & Gregory, J. 1997. *The coming climate*. *Scientific American*, pp. 78-83.

Maret, T. 2007. *Dimming the Sun*. *School Library Journal*, 03628930, Vol. 53, Issue 4.

Matthews, D. 2006 (Feb). *Global change: The water cycle freshens up*. *Nature*, 439: 793-794.

McKittrick, R. & Michaels, P. 2007. *Quantifying the influence of anthropogenic surface processes and inhomogeneities on gridded global climate data*. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*.

- McVicar, T. & Roderick, M. 2010. Winds of change: On average, terrestrial near- surface winds have slowed down in recent decades. *Nature Geoscience*, 3: 747-748.
- Mercado, L. M., Bellouin, N., Sitch, S., Boucher, O., Huntingford, C., Wild, M. & Cox, P. M. 2009. *Impact of changes in diffuse radiation on the global land carbon sink*. *Nature*, 458: 1014-1017.
- Mills, D. 2006. *Renewable Energy Capability vs Climate Necessity*. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 26(2): 78-83.
- National Research Council. 1994. *Solar Influences on Global Change*. National Academy Press, Washington, DC, pp. 36-40.
- Peplow, M. 2004 (May). *Look forward to a darker world*. *Nature News* (published on line number 040517-7).
- Perkins, S. 2005. *Dim View: Darkening skies, a regional phenomenon*. *Science News*, Vol. 168, Sept-24.
- Peterson, T. C., Golubev, V. S. & Groisman, P. Y. 1995. *Evaporation losing its strength*. *Nature*, 377: 687-688.
- Raichijk, C. 2011. Observed trends in sunshine duration over South América. *Int. Journal of Climatology*. 12 pp. Published on: [wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com) (DOI: 10.1002/joc.2296).
- Ramanathan, V., Barkstrom, B. & Harrison, E. 1989. *Climate and the Earth's radiation budget*. *Physics Today*, pp. 22-32. American Institute of Physics.
- Ramanathan, V. & Carmichael, G. 2008. *Global and regional climate changes due to black carbon*. *Nature Geoscience* 1: 221-227.
- Ramanathan, V. & Feng, Y. 2009. *Air pollution, greenhouse gases and climate change: Global and regional perspectives*. *Atmospheric Environment*, Jan 2009, 43(1): 37-50.
- Ramanathan, V., Ramana, M., Roberts, G., Kim, D., Corrigan, C., Chung, Ch. & Winker, D. 2007. *Warming trends in Asia amplified by brown cloud solar absorption*. *Nature* 448: 575-578.
- Roderick, M. L. & Farquhar, G. 2005. *Changes in New Zealand pan evaporation since the 1970's*. *Int. Journal of Climatology* 25: 2031-2039.
- Roderick, M. L. & Farquhar, G. 2005. *Global dimming leaves Canberra closer to cairns*. *Clean Air & Environmental Quality* 19 (3): 30.
- Roderick, M.L., Hobbins, M.T. and Farquhar, G.D. 2008. *Pan Evaporation Trends and the Terrestrial Water Balance. II. Energy Balance and Interpretation*. *Geography Compass* 3/2 (2009): 761-780.
- Sanchez-Lorenzo, A., Calbó, J., Martin-Vide, J. 2008: *Spatial and Temporal Trends in Sunshine Duration over Western Europe (1938-2004)*. *J. Climate* 21: 6089-6098.
- Sawyer, J. S. 1972. *Man-made Carbon Dioxide and the Greenhouse effect*. *Nature*, Vol 239, p. 23-26.
- Schiermeier, Q. 2005 (May). *Cleaner skies leave global warming forecasts uncertain*. *Nature* 435, pp. 135.



- Schiermeier, Q. 2009. *Rising air pollution clouds climate debate*. Nature news. 159.
- Seinfeld, J. 2008. Black carbon and brown clouds. Nature Geoscience 1(January): 15-16.
- Shen, Y., Liu, C., Liu, M., Zeng, Y. and Tian, C. 2010. Change in pan evaporation over the past 50 years in the arid region of China. *Hydrological Process*, 24: 225–231.
- Shi, G-Y., Hayasaka, T., Ohmura, A., Chen, Z\_H., Wang, B., Zhao, J\_Q., Che, H\_Z., Xu, L. 2008. *Data Quality Assessment and the Long-Term Trend of Ground Solar Radiation in China*. *J. Appl. Meteor. Climatol.* 47: 1006–1016.
- Shindell, D. & Faluvegi, G. 2009. *Climate response to regional radiative forcing during the twentieth century*. Nature Geoscience 2: 294-300.
- Shuttleworth, W. J., Serrat-Capdevila, A., Roderick, M. L. & Scott, R. L. 2009. On the theory relating changes in area-average and pan evaporation. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* 135: 1230–1247.
- Soulé, P.T. and Suckling, P.W. 1995. *Variations in heating and cooling degree-days in the southern-eastern USA, 1960-1989*. *Int. Journal of Climatology*, Vol. 15:355-367.
- Stanhill, G. & Möller, M. 2008. *Evaporative climate change in the British Isles*. *Int. Journal of Climatology* 28: 1127-1137.
- Stanhill, G., Kalma, J.D. 1995. *Solar Dimming and urban heating at Hong Kong*. *Int. Journal of Climatology* 15:933-941.
- Stanhill, G. 2005. *Global dimming: A new aspect of climate change*. *Weather* 60(1):11-14.
- Stanhill, G. & Shabtai, C. 2005. *Solar Radiation Changes in the United States during the Twentieth Century: Evidence from Sunshine Duration Measurements*. *J. Climate* 18: 1503–1512.
- Thomas, A. 2000. *Spatial and temporal characteristics of potential evapotranspiration trends over China*. *Int. Journal of Climatology* 20: 381-396.
- Trenberth, K. E., Fasullo, J. T. & Kiehl, J. 2009. Earth's global energy budget. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 90: 311–323.
- Vautard, R, Yiou P. & van Oldenborgh, G. J. 2009. *Decline of fog, mist and haze in Europe over the past 30 years*. *Letters Nature Geoscience* 2:115-119.
- Wang, K., Dickinson, R. and Liang, S. 2009. *Clear Sky Visibility Has Decreased over Land Globally from 1973 to 2007*. *Science* 323 : 1468–1470.
- Wang Z.Y., Ding Y.H. & He J. H. 2004. An updating analysis of the climate change in China in recent 50 years. *Acta Meteorologica Sinica*, 62(2): 228–236.
- Warren, S.G., Eastman, R. M. & Hahn, C. J. 2007. *A Survey of Changes in Cloud Cover and Cloud Types over Land from Surface Observations, 1971–96*. *J. Climate* 20: 717–738.
- Wild, M., Gilgen, H., Roesch, A., Ohmura, A., Long, C. N., Dutton, E., Forgan, B., Kallis, A. Russak, V., Tsvetkov, A. 2005. *From Dimming to Brightening: Decadal Changes in Solar Radiation at Earth's Surface*. *Science* 308(5723): 847-850.

Wild, M. & Schmucki, E. 2010. Assessment of global dimming and brightening in IPCC-AR4/CMIP3 models and ERA40. *Clim Dyn*, Springer-Verlag 2010. (Published on line)

Willson, R. C., Hudson, H. S., Frohlich, C. and Brusa, R. W. 1986. *Long-term downward trend in total solar irradiance*. *Science*, 234(4780): 1114-1117.

Willson, R. C. 1997. *Total solar irradiance trend during solar cycles 21 and 22*. *Science*, 277 (September): 1963-1965.

Zerefos, C. S., Eleftheratos, K., Meleti, C., Kazadzis, S., Romanou, A., Ichoku, C., Tselioudis, G. & Bais, A. 2009. *Solar dimming and brightening over Thessaloniki, Greece, and Beijing, China*. *Tellus 61B*: 657-665. Published by the Int. Meteorological Institute of Stockholm.

## **2.- GLACIARES ROCOSOS**

ACKERT Jr., R.P., 1998. A rock glacier/debris-laden glacier system at Galena Creek, Absaroka Mountains, Wyoming. *Geografiska Annaler*, 80 A (3-4):267 – 276.

AZOCAR, G., BRENNING, A., BODIN, X. 2017. Permafrost distribution modeling in the semiarid Chilean Andes. *The Cryosphere* 11:877-890.

BARSCHE, D.. 1969. Studien und messungen an blockgletschern in Macun, Unterengadin. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie* 8: 11-30.

BARSCHE, D.. 1971. Rock glaciers and ice-cored moraines. *Geografiska Annaler*, 53<sup>a</sup>: 203-206.

BARSCHE, D.. 1973. Refraktionsseismische Bestimmungen der Obergrenze des gefrorenen Schuttkörpers in verschiedenen Blockgletschern Graubündens. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie* 9, 143-167.

BARSCHE, D.. 1977. Nature and importance of mass wasting by rock glaciers in alpine permafrost environments. *Earth Surface Processes* 2: 231-245.

BARSCHE, D. *et al.* 1979. Shallow core drilling and bore-hole measurements in permafrost of an active rock glacier near the Grubengletscher, Wallis, Swiss Alps. *Arct. Alp. Res.* 11: 215-228.

BARSCHE, D. 1987a. The problem of the ice-cored rock glacier. In: *Rock Glaciers*. Giardino, J. R. *et al* Eds. Allen & Unwin, Routledge, N. Y. pp 45-53.

BARSCHE, D. 1987b. Rock glaciers, an approach to their systematics. In: Giardino, J. R. *et al* Eds.: *Rock Glaciers*. Allen & Unwin, Boston. 41-44.

BARSCHE, D. 1988. Rockglaciers. In: Clark, M. J. (Ed.), *Advances in Periglacial Geomorphology*. Wiley, pp. 69-90.

BARSCHE, D. 1996. *Rockglaciers. Indicators for the Present and Former Geoecology in High Mountain Environments*. 331 pp. Springer-Verlag Eds. Berlin.

BELLISARIO, A., FERRANDO, F., JANKE, J. Water resources in Chile: The critical relation between glaciers and mining for sustainable water management. *Investig. Geogr. Chile*, 46: 3-24 (2013).

DOI: 10.5354/0718-9575.2013.30288



**BENN & EVANS. 1998.** *Glaciers & Glaciations*. Arnold Editors. London. 734 pp.

**BLAGBROUGH, J. W. & FARKAS, S. E. 1968.** Rock glaciers in the San Mateo Mountains, south-central New Mexico. *American Journal of Science*, 266: 812-823.

**BRAZIER, V., M.P. KIRKBRIDE & I.F. OWENS, 1998.** The relationship between climate and rock glacier distribution in the Ben Ohau Range, New Zealand. *Geografiska Annaler*, 80 A (3-4):193 – 207.

**BURGER, K.C., et al. 1999.** Engineering geomorphology of rock glaciers. *Geomorphology*, 31: 93 - 132.

**CAPPS, S. R., Jr. 1910.** Rock Glaciers in Alaska. *Journal of Geology*, 18: 359-375.

**CLARK, D. H. et al. 1994.** Debris-covered glaciers in the Sierra Nevada, California, and their implications for snowline reconstructions. *Quaternary Research* 41: 139-153.

**CLARK, D.H., E.J. STEIG, N. POTTER Jr. & A.R. GILLSEPIE. 1998.** Genetic variability of rock glaciers. *Geografiska Annaler*, 80 A (3-4):175 – 182.

**CORTE, A. E. 1987.** Central Andes rock glaciers: Applied aspects. In: Giardino, J. R. et al Eds. *Rock Glaciers*. Allen and Unwin, London, pp. 289-304.

**DOMARADZKI, J.. 1951.** Blockströme im Kanton Graubünden. Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchung des schweizerischen nationalparks. Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, III/24, 177-235 pgs..

**DYKE, A. S. 1990.** A lichenometric study of Holocene Rock Glaciers and neoglacial moraines, Frances Lake map area, South Eastern Yukon territory and North-West territories. *Geological Survey of Canada Bulletin*. 394 (33 pp.).

**ESPIZÚA, L. y AGUADO, C. 1984.** Inventario de Glaciares y Morrenas entre los 29° y 35° de latitud sur, Argentina. En: Jornadas de Hidrología de Nieve y Hielo en América del Sur. Vol. I. Santiago, Chile.

**EVANS, D. J. A. 1993.** High latitude rock glaciers, a case study of forms and processes in the Canadian arctic. *Permafrost and Periglacial Processes*, 4: 17-35.

**FERRANDO F. 2017.** Sobre la distribución de Glaciares Rocosos en Chile, análisis de la situación y reconocimiento de nuevas localizaciones. *Revista Investigaciones Geográficas* 54: 127-144 (DOI: 10.5354/0719-5370.2017.48045)

**FERRANDO, F. 2012.** Glaciar Pirámide: Características y evolución reciente de un glaciar cubierto. Evidencias del cambio climático. *Revista Investigaciones Geográficas* 44: 57-74 (2012)

**FERRANDO, F. 2003:** Aspectos Conceptuales y Genético-Evolutivos de los Glaciares Rocosos: Análisis de caso en los Andes Semiáridos de Chile. *Revista Geográfica Terra Australis*, 48: 43-74.

**FERRANDO, F. 2002.** Las Glaciaciones Cuaternarias en Chile: Visión general. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 47: 129-165, figs., fotos, mapas.

**FERRANDO, F. 1996.** Glaciares Relictuales en el marco andino del semiárido de Chile, IV Región: Análisis de caso. En: I Taller Internacional de Geoecología de Montaña y Desarrollo Sustentable de los Andes del Sur. The United Nations University. Págs 287-298.

**GIARDINO, J. R. & VICK, S. G. 1987. Geologic engineering aspects of rock glaciers. In: Giardino, J. R. et al (Eds.). Rock Glaciers. Allen and Unwin. London, pp. 265-287.**

**GIARDINO, J. R. et al. 1987. Rock Glaciers. London, Allen & Unwin editors. England.**

**GIARDINO, J. R. & VITEK, J. D. 1988. The significance of rock glaciers in the glacial-periglacial landscape continuum. Journal of Quaternary Science 3(1): 97-103.**

**HAEBERLI, W. 1985. Creep of mountain permafrost; internal structure and flow of alpine rock glaciers. 142 pp. *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie Eidgenössische Technische Hochschule in Zuerich*, Zurich, Switzerland.**

**HAEBERLI, W. et al. 1988. Ten years after drilling through the permafrost of the active rock glacier Murtel, Eastern Swiss Alps; answered questions and new perspectives. Lewkowicz, A. G. & M. Allard Eds. *Permafrost; seventh international conference proceedings*. Centre d'Etudes Nordiques, Université Laval, pp. 403-410.**

**HOOKE, R. 1998: Principles of Glacier Mechanics. Prentice Hall, New Jersey, 248 p.**

**HUGHES, O. L. 1966. Logan Mountains, Y. T.: Measurements on an Rock Glacier. *Ice*, 20: 5.**

**HUMLUM, O. 1982. Rock glacier types of Disko, central west Greenland. *Norsk Geografisk Tidsskrift*, 82: 59-66.**

**JANKE, J., BELLISARIO, A., FERRANDO, F. Classification of Debris-Covered Glaciers and Rock Glaciers in the Andes of central Chile. *Geomorphology* 241(2015):98-121. Elsevier (ISI). Doi: 10.1016 / j.geomorph. 2015.03.034**

**JOHNSON, P. G. 1980a. Glacier-rock glacier transition in the southwest Yukon territory, Canada. *Arctic and Alpine Research*, 12: 195-204.**

**JOHNSON, P. G. 1980b. Rock glaciers: glacial and non-glacial origins. *International Association of Scientific Hydrology, Publication* 126: 285-293.**

**JOHNSON P. G. 1984. Rock glacier formation by high-magnitude low-frequency slope processes in the southwest Yukon. *Annals of the Association of American Geographers* 74(3): 408-419.**

**KICK, W. 1962. Variations of some central Asiatic glaciers. In: Variations of the regime of existing glaciers: Symposium of Obergurgl. Commission of snow and ice, International Association of Scientific Hydrology, Pub. 58: 223-229.**

**KRAINER, K. & W. MOSTLER, 2000. Aktive Blockgletscher als Transportsysteme für Scuttmassen im Hochgebirge: Der Reicenkar Blockgletscher in den westlichen Stubaier Alpen. *Geoforum Umhausen – Band 1*:28 – 43. Innsbruck.**

**KRAINER, K. 2001. Web page of the Rock Glacier Working Group, Institute for Geology and Paleontology, University of Innsbruck. ([www.uibk.ac.at](http://www.uibk.ac.at))**

**MARANGUNIC D., C. 1976. El Glaciar de Roca "Pedregoso", Río Colorado, V Región. En: *Actas del Primer Congreso Geológico Chileno. Tomo I, Sección D*, pp. 71-80. Santiago, Chile.**

**MARTIN, H. E. & WHALLEY, W. B. 1987. Rock Glaciers: Part I. Rock Glacier morphology, classification and distribution. *Progress in Physical Geography* 11(2): 260-282.**

NAKAWO, M. & YOUNG, G. J. 1981. Field experiments to determine the effect of a debris layer on ablation of glacier ice. *Annals of Glaciology*, 2: 85-91.

NAKAWO, M. & YOUNG, G. J. 1982. Estimate of Glacier Ablation under a debris layer from surface temperature and meteorological variables. *Journal of Glaciology*, 28: 29-34.

□STREM, G. 1959. Ice melting under a thin layer of moraine and the existence of ice in moraine ridges. *Geografiska Annaler*, 41: 228-230.

□STREM, G. 1964. Ice-cored moraines in Scandinavia. *Geografiska Annaler* 46A: 282-337.

OUTCALT, S. E. & BENEDICT, J. B. 1965. Photointerpretation of two types of rock glaciers in the Colorado Front Range, U.S.A. *Journal of Glaciology*, 5(42): 849-856.

PASKOFF, R. 1970. Le Chili Semiaride: Recherches Geomorphologiques. Ed. Biscaye Frères. Bordeaux, France. 420 pp. (Tesis de Doctorado).

PATERSON, W. 1994: The Physics of Glaciers. 3rd ed. Pergamon Press, Oxford,UK, 480 p.

PATERSON, W.S.B., 1981. The Physics of Glaciers. Pergamon Press, 2<sup>nd</sup> Edition. 385 p.

POTTER, N. 1972. Ice-cored Rock Glaciers, Galena Creek, Northern Absaroka Mountains, Wyoming. *Geological Society of America Bulletin*, 83: 3025-3058.

POTTER, Jr. N., E.J. STEIG, D.H. CLARK, M.A. SPACE, G.M. CLARK & A.B.UPDIKE, 1998. Galena Creek rock glacier revisite – new observation on an old controversy. *Geografiska Annaler*, 80 A (3-4):251 – 265.

SCHRODER, J. F. et al. 2000. Debris-covered glaciers and rock glaciers in the Nanga Parbat, Himalaya, Pakistan. *Geografiska Annaler* 82A(1):17-31.

VERE, D. M. & MATTHEWS, J. A. 1985. Rock glacier formation from a lateral moraine at Bukkeholsbreen, Jotunheimen, Norway: a sedimentological approach. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 29: 397-415.

WAHRHAFTIGH, C. & COX, A.. 1959. Rock Glaciers in the Alaska Range. *Geological Society of America Bulletin* 70: 383-436.

WHALLEY, W. B. & MARTIN. 1992. Rock Glaciers: II Models and Mechanisms. *Progress in Physical Geography* 16(2): 127-186.

WHALLEY, W.B. & C.F. PALMER, 1998. A glacial interpretation for the origin and formation of the Marinet rock glacier, Alpes Maritimes, France. *Geografiska Annaler*, 80 A (3-4):221 – 236.

## 15. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

### 1. TEMAS CLIMÁTICOS

Jung, M. et als. 2010. Recent decline in the global land evapotranspiration trend due to limited moisture supply. *Nature*, 467: 951-954.

Langenberg, H. 2011. Triggered lightning. *Nature Geoscience*. Vol. 4 (March 2011), pág. 140.

Pinker, R. T. et al. 2005. *Do satellites detect trends in surface solar radiation?*. *Science* 308: 850-854.

Reid, G.C. & McFee, J. R. 1978. Effects of intense stratospheric ionization events. *Nature*, 275: 489-452.

Sun F, Yang D, Liu Z. 2007. Validation of coupled water-energy balance in the Haihe River basin and inland river basins of the northwestern China (in Chinese). *Journal of China Hydrology* 27(2): 7-10.

Wang, X.P., Guo, Y., Li, B.G. et al. 2006. Evaluating a three dimensional model of diffuse photosynthetically active radiation in maize canopies. *International Journal of Biometeorology*, 50: 349-357.

Zheng, b.y., Ma, y.t., Li, b.g. et al. 2011. Assessment of the influence of global dimming on the photosynthetic production of rice based on three-dimensional modeling. *Science China, Earth Sci.* 54: 290-297, DOI: 10.1007/s11430-010-4097-6.

### 2. TEMAS GLACIOLÓGICOS

BALLANTYNE, K. C.. 1984. The late Devensian periglaciation of upland Scotland. *Quaternary Science Reviews*, 3: 311-343.

BALLANTYNE, K. C. & ARRIS. 1994. Gibbsitic soils on former nunataks: Implications for ice sheet reconstruction. *Journal of Quaternary Science*, 9: 73-80.

BORDE, J. 1966. Lo Andes de Santiago y su antepaís: estudio de Geomorfología. Université de Bordeaux, France. 559 pp. (Tesis de Doctorado).

CHARLESWORTH, J. K. 1924. The Glacial Geology of the north-west of Ireland. *Proceedings of Royal Ireland Academy*. 36B: 174-314.

DYKE, A. S. et al, 1982. Quaternary Geology of Cumberland Peninsula, Baffin Island, District of Franklin. *Geological Survey of Canada Memoir* 403.

EMBLETON, C. & KING, C. 1975: *Glacial Geomorphology*. Arnold, Londres, 563 p.

FERRANDO, F. 2018: Acerca de una política nacional del agua y los glaciares. En: *La Via Medioambiental: Desafíos y proyecciones para un Chile futuro* (Págs. 183-190). Pub. por el Ministerio de Medio Ambiente de Chile. Edit. P. Salinas Q., RPI: 100171. 273 págs. ISBN 978-956-7204-70-0.



**FERRANDO, F., VIEIRA, R., ROSA, K.K.** 2009. "El calentamiento global y la Criósfera: Procesos y evidencias en el Glaciar Wanda, Isla Rey George". *Revista Investigaciones Geográficas* 41: 25-40.

**FERRANDO, F.** 1978. Descripción Geomorfológica General de la IV Región de Coquimbo, Chile. Informe Técnico CIREN-CORFO. Publicación 20-6. Santiago-Chile.

**GATICA M., C. R.** 2000. *Diccionario Geográfico. DIFROL-MRE.* 428 P.

**IMHOF, M.** 1996. Modelling and verification of the permafrost distribution in the Bernese Alps, Western Switzerland. *Permafrost and Periglacial Processes* 7: 267-280.

**INOUE, J. & YOSHIDA, M.** 1980. Ablation and heat exchange over the Kumbu Glacier. *Seppyo*, 42: 26-33.

**KICK, W.** 1994. Gletscherforschung am Nanga Parbat 1856-1990. *Wissensch. Sonderheft N° 30 des DAV.* München. 153S.

**LLIBOUTRY, L.** 1953: El origen de los Penitentes. *Revista Informaciones Geográficas*, 3:1-9.

**LLIBOUTRY, L.** 1956. Nieve y Glaciares de Chile: Fundamentos de Glaciología. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. (471 pp.).

**LLIBOUTRY, L.** 1965: *Traité de Glaciologie.* Tomo I & II. Masson & Cie., París, France, 1040 p.

**MARANGUNIC, C.** 1979: Inventario de glaciares Hoya del río Maipo. MOP/DGA, Santiago, 65p.

**MARTINEZ REYES, CAROLINA DEL PILAR.** ¿Año?. Fluctuaciones Volumétricas de los Glaciares de la Sierra Velluda (37° 27'S y 71° 24'W) en las Últimas Décadas y sus Consecuencias en el Paisaje de Montaña del Parque Nacional Laguna del Laja. DIUC N° 208.603.009-1.0. UDEC.

**MESSERLI, B. & ZURBUCHEN, M..** 1968. Blockgletscher in Weissmies und Aletsch und ihre photogrammetrische Kartierung. *Die Alpen*, 44: 139-152.

**MULLER, F. CAFLISH, M. & MULLER, G.** 1977. Instructions for compilation and assemblage of data for TTS/WGI. UNESCO, Zurich, Suiza, 28p.

**PAYNE, T.** 1995: Limit cycles in the basal thermal regime of ice sheets. *Journal of Geophysical research* 100B3: 4249-4263.

**POST, A. & LACHAPELLE, E. R.** 2000. *Glacier Ice.* University of Washington Press. Revised edition. 145 p.

**PUIG, A. y VALDIVIA, P.** 1977. Estudio Geomorfológico y Glaciológico en la Zona de la Laguna Negra. Alta Cordillera del Área Metropolitana. Depto. de Geología, Universidad de Chile. Santiago, Chile. (Tesis de Grado).

**RIVERA, A., ARAVENA, J. & CASASSA, G.** 1997. Recent Fluctuations of Glaciar Pío XI, Patagonia: Discussion of a Glacial Surge Hypothesis. *Mountain Research and Development*, 17(4): 309-322.

**SCHLAGINTWEIT, A. et al.** 1861-66. Results of a scientific mission to India and high Asia undertaken between the years 1854-1859. Trubner, London. 4 vols.



**SOTO, M. V., FERRANDO, F., & VIEIRA, R. 2003: Características Geomorfológicas de Glaciares Rocosos y de la cuenca que los sustenta en Chile semiárido. Revista Investigaciones Geográficas 36: 1-16.**

**VALDIVIA, P. 1984. Inventario de Glaciares de Los Andes de Chile central (32° a 35° lat. S.): Rios Aconcagua, Maipo, Cachapoal y Tinguiririca. En: Jornadas de Hidrología de Nieve y Hielo en América del Sur. Vol. I. Santiago, Chile.**

**WASHBURN, A. L. 1979. Geocryology. Edward Arnold Ed., London.**

## **16. RECURSOS WEB**

- WGI – World Glacial Inventory**
- NSIDC – National Snow and Ice Data Center**
- GLIMS – Glacial Ice Monitoring from Space**

### Información Variable<sup>1</sup>

#### Profesor/es:

Dr. FRANCISCO J. FERRANDO A.

#### Horario:

VIERNES DE 11:00 A 13:00 HORAS

#### Carreras o Programas en los que se dicta:

Línea

MAGISTER EN GEOGRAFÍA  
Magister on Governance of Risks and Resources (HCLA)

SISTEMAS ESPACIALES FISICO-AMBIENTALES DE CHILE

#### Nivel:

TERCER SEMESTRE

#### Propósito del seminario en el plan de estudios:

Aportar al conocimiento de la criósfera como recurso, su evolución, los impactos del GCC y antrópicos, y los conflictos de uso del territorio.

#### Requisitos:

Geo-750, Geo-701, Geo-702 y Geo-711  
aprobados.  
CAPACIDADES FISICAS PARA ACTIVIDAD DE

<sup>1</sup> Sección de "información variable" no figura en documento original, enviado por Vicerrectoría de Asuntos Académicos. Fue agregada por esta Escuela de Postgrado, en base a presentación de V.A.A según diapositiva que señala las categorías que contendrá la información variable dependiente de la oferta académica de cada año/semestre.