

PROGRAMA MAGISTER EN GEOGRAFÍA
FORMATO DE ASIGNATURA

1. NOMBRE DE LA ASIGNATURA

SEMINARIO CAMBIO CLIMATICO Y GLACIARES ROCOSOS / GEO-911

2. NOMBRE DE LA ASIGNATURA EN INGLÉS

CLIMATE CHANGE AND ROCK GLACIERS SEMINAR

3. TIPO DE CRÉDITOS DE LA ASIGNATURA

SCT/ ☒

UDI/

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, consecuentemente, cual es su aporte hídrico a los sistemas de escorrentía superficial a nivel de cuencas y su variación en este escenario.

8. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

- Familiarizar a los alumnos con el tema de los glaciares rocosos.
- Seleccionar un glaciar rocoso para su reconocimiento.
- Tomar contacto físico con glaciar rocoso (Terreno).
- Desarrollar observaciones de caudales efluentes.
- Entrenar en el reconocimiento de la tipología de glaciares rocosos
- Relacionar cada tipo con sus aspectos genéticos y dinámicos
- Establecer datos cuantitativos básicos de glaciares rocosos reconocidos en imágenes satelitales digitales. Cálculo de volúmenes.
- Recopilar y analizar la información sobre tendencias del cambio climático a nivel global.
- Realizar actividad equivalente a nivel nacional.
- Establecer relaciones con información climática de estaciones meteorológicas cercanas.
- Analizar los resultados a la luz de las tendencias de cambio climático.
- Evaluar las consecuencias del cambio climático en el balance de masa de los glaciares rocosos.

9. SABERES / CONTENIDOS

CONCEPTOS GLACIOLÓGICOS:

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

DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE CAMPO:

Conocimiento y análisis físico directo de un glaciar rocoso.

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.

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 CON LA TENDENCIA DE LAS TEMPERATURAS Y PLUVIOMETRÍA DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS:

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 mesas redondas.
- Participación en actividades de terreno.

12. REQUISITOS DE APROBACIÓN

ASISTENCIA (*indique %*): 75 %

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

REQUISITOS PARA PRESENTACIÓN A EXÁMEN: No contempla examen

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

13. PALABRAS CLAVE :

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

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. "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 (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.

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

BARSCH, D.. 1971. Rock glaciers and ice-cored moraines. *Geografiska Annaler*, 53^a: 203- 206.

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

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

BARSCH, 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.

BARSCH, 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.

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

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

BARSCH, 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. 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 Eidgenoessische 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 Oberurg1. 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 Reickenkar Blockgletcher in den westlichen Stubai 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)
- 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.
- ØSTREM, G. 1959. Ice melting under a thin layer of moraine and the existence of ice in moraine ridges. *Geografiska Annaler*, 41: 228-230.
- ØSTREM, 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, 2nd 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., VIEIRA, R., ROSA, K.K. 2009. "El calentamiento global y la Criosfera: 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 and II. Masson & Cie., París, France, 1040 p.
- MARANGUNIC, C. 1979: Inventario de glaciares Hoya del río Maipo. MOP / DGA, Santiago, 65 p.
- 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 Variable¹**Profesor/es:**

Dr. FRANCISCO J. FERRANDO A.

Horario:

VIERNES DE 11:00 A 13:00 HORAS

Carreras o Programas en los que se dicta:

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

Línea de Formación:

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:

1. Geo-750, Geo-701, Geo-702 y Geo-711 aprobados.
2. CAPACIDADES FISICAS PARA MEDIA MONTAÑA

¹ 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.