

COMUNICADO

Como profesores e investigadores de la Universidad de Los Andes al servicio del estudio del cambio climático, con el compromiso de contribuir a las soluciones en materia educativa, científica y tecnológica, vemos con preocupación la puesta en marcha de una iniciativa del Ministerio de Ecosocialismo, en coordinación con la Gobernación del edo. Mérida, para la instalación de una cobertura geotextil en el glaciar La Corona, en el Parque Nacional Sierra Nevada.

Los hechos

Según información pública suministrada por el ministro Josué Lorca del Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo (MINEC) y del Gobernador de Mérida, Jehyson Guzmán, se conoce de la llegada a la ciudad de Mérida de un material geotextil de plástico (35 rollos de polipropileno, de 80 kg cada uno), para su colocación en los bordes del glaciar remanente del pico Humboldt, con el objetivo de reducir la velocidad de retroceso del glaciar. Se ha informado que el material cubrirá la roca para reducir la transferencia de calor entre esa superficie y la masa glaciar. Su colocación implicará seis (6) fases, con un tiempo máximo de 30 días. Se ha anunciado que la colocación de la manta geotextil comienza en el corriente del mes de enero.

Las evidencias científicas

Entre las evidencias inequívocas del calentamiento global se encuentran los glaciares. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) ha señalado a los glaciares de montaña como indicadores claves del cambio climático (Lemke et al., 2007).

En los países tropicales se ha acelerado significativamente la disminución de las superficies glaciares. Los países andinos concentran el 99% de los glaciares tropicales del mundo (Kaser, 1999), los cuales cubren una superficie estimada en 1.920 km² (Francou and Vicent, 2007). El 71% de los glaciares están localizados en Perú, Bolivia 20%, Ecuador 4% y el 4% restante entre Colombia y Venezuela.

En Venezuela, Morris et al. (2006) informaron que la superficie glaciar (Macizo del Pico Humboldt y Bonpland) disminuyó de 2,03 km² en 1952 a 0,29 km² en 2003, implicando una pérdida de 86%. En 2013, Braun and Bezada realizaron una evaluación similar y determinaron una extensión de 0,15 km² en 2009 y 0,10 km² en 2011, siendo un retroceso total de 93% y 95%, respectivamente (Rojas,2019). Más recientemente, Venezuela registra un porcentaje remanente inferior a 0,01 %, equivalente a 0,03 km². A pesar de ello, tuvo una pérdida de cobertura de 96,93% entre 1990 y 2020 (IBC, 2022).

El último informe del IPCC (AR6) alertó sobre el aumento de la temperatura superficial global como consecuencia del incremento de las emisiones de gases efecto de invernadero (GEI), el incremento en la intensidad y frecuencia de sequía en el norte de América del Sur, y el derretimiento de los glaciares de la Cordillera de Los Andes, lo que afectaría la disponibilidad de

agua (www.terram.cl, 2021). En el caso de Venezuela, los escenarios de cambio climático para el 2050 y 2080 advierten, sobre un aumento importante de la temperatura promedio y una reducción tanto en las precipitaciones como en la disponibilidad de agua superficial (reducción de caudales en los cursos de agua). No hay duda que el cambio climático terminará intensificando el retroceso de los glaciares en todo el mundo, en especial los de Suramérica.

Según la NASA, La concentración actual de CO₂ en la atmósfera es de 420 partes por millón (ppm) (<https://climate.nasa.gov/vital-signs/>), con un aumento interanual promedio de 2,4 ppm durante el período 2011-2020 (<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>). Según la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica del gobierno de Estados Unidos (NOAA), la concentración de gases de efecto invernadero en el 2022 era de 523 ppm de CO₂-equivalentes (<https://gml.noaa.gov/>).

El 2022 registró un aumento en la temperatura superficial promedio de 1,2°C con respecto al promedio de la época pre-industrial. Según las tendencias actuales, el límite global de 1,5°C establecido en el Acuerdo de París se superará para el 2030 a más tardar (IPCC AR6 SPM.8, 2021).

Además del cambio climático, el aumento de deforestación y los incendios forestales en la Amazonía están entre las causas de la pérdida de casi la mitad de la superficie de los glaciares tropicales andinos en los últimos 30 años (IBC, 2022). La deforestación contribuye al aumento de la temperatura y los incendios generan carbono negro, que puede acelerar el retroceso de los glaciares al entrar en contacto con su superficie (Turpo citado por IBC, 2022). Adicionalmente, también juegan un rol otras causas antropogénicas, como la contaminación ambiental (aerosoles), la quema de leña (Casassa citado por www.terram.cl, 2021) y la combustión incompleta en motores de gasóleo (diésel).

Para evitar el retroceso de los glaciares a largo plazo, la única forma efectiva es la mitigación del cambio climático, lo que en términos prácticos implica la disminución acelerada y sin precedentes de las emisiones GEI, es decir, un alineamiento de acciones climáticas sobre las causas, en vez de enfocarlas en las consecuencias. En este sentido, es fundamental descarbonizar la economía, profundizar la efectividad energética, reducir el consumo de energía y promover la educación ambiental y energética en un contexto de educación para el Desarrollo Sostenible y/o Ecología Integral. Existen otras medidas de innovación tecnológica y geingeniería, como las que han surgido en Europa, específicamente en Suiza, Italia y Austria, que pueden reducir la pérdida de masa glaciar, pero en condiciones específicas, en áreas bien delimitadas y a unos costos muy elevados.

En la literatura internacional se reporta que el uso de mantas geotextiles reflectantes, con un albedo superior al de la superficie Nival, ha resultado eficaz para proteger los glaciares del deshielo durante el verano en regiones de clima templado (periodos cortos). Pero el costo de su uso a escala global es muy elevado. En las zonas más neurálgicas de las estaciones de esquí glaciar, el uso de mantas especiales (geotextiles no tejidos) permite reducir el derretimiento en aproximadamente un 60%, cada vez que ocurren fuertes nevadas (Senese et al., 2020). En este contexto, Senese et al. (2020) afirman lo siguiente:

La cobertura de glaciares con geotextiles tiene costos no despreciables (es decir, materiales, transporte, instalación y mantenimiento) y, por lo tanto, es aplicable sólo en pequeños sectores de glaciares y por períodos limitados (algunos años con uso únicamente estacional). Además, nuestras pruebas muestran que los geotextiles no tejidos también pueden proteger eficazmente la nieve natural (sin adición de agua y no sometida a tratamiento), lo que sugiere que los geotextiles podrían usarse en superficies de glaciares naturales. Sin embargo, los costos monetarios y ambientales para proteger áreas importantes de glaciares son prohibitivos probablemente en todos los casos.

En regiones templadas de América del Sur se han probado alternativas para reducir la masa glaciar, en Chile desarrollaron el proyecto Glacier Coolers, que consiste en estructuras metálicas de acero galvanizado y geotextil, las cuales se usan para cubrir la zona de ablación (zona de no acumulación de nieve y hielo), es decir, la parte más baja y cálida del glaciar con el propósito de proteger el resto. Según Clemente Pérez citado por terraim.cl (2021) *"no es necesario cubrir todo el glaciar, porque son enormes, si se cubre la zona de ablación también contribuyes a proteger el resto"*. Estas estructuras modulares se suben en helicóptero hasta el glaciar y se instala por un periodo corto de 5 a 6 meses, colocándolo en septiembre-octubre (primavera en el hemisferio sur) y retirándolo en marzo-abril (inicio del otoño), es decir, que la protección del glaciar se da en verano. A juicio de Pérez, el módulo geotextil *"produce una aislación térmica y también evita, por ejemplo, que le caiga polvo, que es algo que acelera el derretimiento"*.

Desde el punto de vista del funcionamiento del glaciar y su dinámica térmica, los glaciares de montaña se clasifican como glaciares alpinos, los cuales se ubican en regiones templadas y polares, así como también en zonas tropicales donde la altitud es significativa (mayores a 4.700 msnm). El flujo de los glaciares alpinos está controlado por la pendiente topográfica. En la zona de acumulación, toda la nieve que cae en invierno se mantiene durante el verano siguiente con lo cual la superficie de hielo siempre está cubierta de nieve garantizando su protección y estabilidad. En la zona de ablación ocurre todo lo contrario, lo cual termina en una reducción de la masa glaciar como consecuencia del hielo desnudo porque la nieve del invierno pasado se derritió. La línea que divide ambas zonas se conoce como línea de equilibrio.

Las temperaturas en el glaciar son determinantes para su estabilidad. La base de un glaciar puede ser fría cuando presenta una temperatura por debajo del punto de congelamiento del agua, o cálida cuando la temperatura es superior del punto de congelación. Frente a temperaturas cada vez más elevadas, probablemente se forme una película de agua entre el hielo y el material basal, con lo cual el hielo podrá deslizarse sobre esa superficie. En el caso contrario, si la base del glaciar esta fría, el hielo se congelará hasta el material basal, sin poder deslizarse sobre su base.

Uno de los factores que afecta la temperatura en la base de un glaciar es el espesor o grosos del hielo. El hielo es un buen aislante térmico. Mientras más más delgado sea el perfil de hielo, más propenso está el glaciar al intercambio de calor desde el interior de la tierra hacia el

exterior. Al respecto, el calor geotérmico es suficiente para derretir aproximadamente 5 mm de hielo por año (www.espanol.libretexts.org).

Desde el punto de vista de la estructura térmica de los glaciares, la forma en como gana calor toda la masa existente se debe a su interacción con la atmósfera y su entorno. La radiación solar incidente, ya sea en forma de radiación directa (onda corta), radiación difusa (onda larga) y radiación de albedo, es un factor determinante para favorecer el flujo de calor hacia el interior del glaciar y con ello el aumento de la temperatura basal. Además de la radiación solar, se une la transferencia de calor por convección entre el aire y la masa glaciar, la conducción de calor entre el entorno (superficies sólidas como rocas y otros) y la masa glaciar, y la relación con las precipitaciones. Si el aire que circula constantemente por los glaciares está cargado de aerosoles, partículas sólidas de incendios de vegetación, quema de biomasa a través del consumo de leña de uso doméstico y las partículas sólidas de la combustión incompleta de los vehículos con motores diésel, el intercambio de calor con el glaciar se intensifica. De igual manera, la estructura rocosa y vegetación (de existir) alrededor del glaciar puede intensificar o aminorar el intercambio de calor por conducción, convección y radiación.

En tal sentido, expresamos nuestra preocupación por la iniciativa del MINEC de instalar una cobertura geotextil en parte del perímetro del glaciar La Corona, en el Pico Humboldt, pues podría ocasionar otros daños ambientales y ecológicos tanto en el glaciar como en áreas circundantes del páramo andino, además de potenciales afectaciones a poblaciones aledañas por la contaminación tanto del aire como de las aguas por microplásticos. Las operaciones requeridas para colocar el material a más de 4.700 msnm, ya sean de vehículos aéreos y terrestres, personal profesional y voluntario (movilización, campamentos y maniobras, entre otros), podrían generar importantes impactos ambientales. Así como también las operaciones de mantenimiento del material y su eventual desmantelamiento.

Entre los riesgos asociados a la instalación y permanencia de la manta geotextil se encuentran los siguientes:

- Generación de ruidos intensos por el uso de vehículos aéreos
- Emisiones de dióxido de carbono inherente a la movilización de vehículos aéreos y terrestres.
- Contaminación visual
- Contaminación por residuos y desechos sólidos
- Contaminación del agua y suelo en los sitios de campamento para facilitar las operaciones de instalación del material.
- Formación de macro y micro-plásticos.
- Afectación de la colonización o recolonización de especies vegetales por adaptación en la zona de cubrimiento con la manta geotextil.
- Afectación de la movilidad de la fauna que transita por el glaciar o es atraída por las nuevas especies de vegetación.

Con la iniciativa gubernamental es probable que se reduzca la velocidad de retroceso de la masa glaciar remanente pero se desconoce que tanta reducción pueda darse dado el esquema teórico de protección y las condiciones de la masa glaciar (espesor, temperatura basal, transferencia de calor del exterior hacia el interior, carga de aerosoles y partículas sólidas del aire que circula por el glaciar).

Es, lamentablemente, escasa la información disponible sobre las motivaciones, objetivos y potenciales consecuencias de la iniciativa del MINEC para la colocación de la cobertura geotextil en parte del perímetro del glaciar. Luce como una medida improvisada, omitiendo sin explicación alguna las exigencias legales sobre la consulta pública y sobre un estudio previo de impacto ambiental al alcance de la ciudadanía. Luce así mismo como una medida aislada, fuera de una política y de una estrategia nacional para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Desde nuestro punto de vista y bajo un esquema lógico de la ciencia, para haber implementado esa medida de acción sobre la consecuencia del cambio climático en el glaciar La Corona, se debió haber realizado un estudio de simulación teórica para comprobar la efectividad de la protección con el polímero (polipropileno) y visualizar cual sería la solución óptima (sin cobertura, cobertura parcial, cobertura total). Una vez agotada esa parte del estudio, se debió haber realizado un trabajo de campo para experimentar en un pequeño trozo del glaciar sobre el comportamiento de la medida de protección y su efectividad, en términos de retroceso del glaciar, impactos ambientales y costos. Luego, se requeriría un estudio de impacto ambiental para implementar esa medida en el glaciar y verificar sus impactos, y con ello determinar las medidas de control necesarias que se deberían implementar para poner en marcha la operación, de ser factible, dentro de un ecosistema frágil y protegido como lo es el glaciar La Corona.

Mediante este comunicado reiteramos nuestro compromiso con la defensa, protección y conservación de la naturaleza. Ratificamos nuestra disposición a seguir concentrando los esfuerzos que nos permitan hacer realidad los acuerdos aprobados por el Consejo Universitario en la Primera Comunicación Universitaria de Cambio Climático, la Declaración de Mérida del 2016 (Resultado del II Simposio venezolano de Cambio Climático) y los acuerdos internacionales vigentes, así como los compromisos asumidos por Venezuela en el Acuerdo de París en el año 2015.

Prof. Juan C. Rojas Z., Ph.D

Prof. Julio C. Centeno, Ph.D

Prof. Rafael Santos, Ph.D

Prof. Jesús Araujo, MSc.

Prof. Luis J. Burguera, MSc.

Prof. Yajaira C. Rojas de R., Esp.

Para respaldar el contenido de este comunicado, dejar sus datos en el siguiente enlace:

<https://forms.gle/GfCJoZNanPkFL5Sd7>

Observación:

Referencias bibliográficas

Braun, C. and Bezada, M. (2013). The History and Disappearance of Glaciers in Venezuela. *Journal of Latin American Geography*, 12 (2), 85-124, 2013.

Francou, B. and Vincent, C. (2007). *Les glaciers `a l`epreuve du climat*, IRD, Belin, Paris, 274 pp., 2007.

<https://www.terram.cl/2021/09/las-tecnologias-que-buscan-mitigar-en-forma-acotada-el-retroceso-de-los-glaciares/>

<https://espanol.libretexts.org>

<https://climate.nasa.gov/vital-signs/>

<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-atmospheric-carbon-dioxide>

<https://gml.noaa.gov/>

Instituto del Bien Común (IBC) (2022). Los glaciares de los Andes tropicales se han reducido en 42% desde 1990. Disponible: <https://ibcperu.org/los-glaciares-de-los-andes-tropicales-se-han-reducido-en-42-desde-1990/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021). Sixth Assessment Report (AR6): Summary for Policymakers on the physical science basis of climate change. Figure SPM.8. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3–32, doi: 10.1017/9781009157896.001.]

Kaser, G. (1999). A review of the modern fluctuations of tropical glaciers, *Glob. Planet. Change*, 22, 93–103, 1999.

Lemke, P., Ren, J., Alley, R. B., Allison, I., Carrasco, J., Flato, G., Fujii, Y., Kaser, G., Mote, P., Thomas, R. H., and Zhang, T. (2007). Observations: Changes in snow, ice and frozen ground, in: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, edited by: Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., and Miller, H. L., 337–383, Cambridge Univ. Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.

Morris, J. N., Poole, A. J., and Klein, A. G. (2006). Retreat of tropical glaciers in Colombia and Venezuela from 1984 to 2004 as measured from ASTER and Landsat images, in: *Proc. 63rd Eastern Snow Conference*, Newark, Delaware, USA, 181–191, 2006.

Rojas, J. (2019). Calentamiento global y retroceso de los glaciares andinos venezolanos. *II Boletín del Comisión Central de Coordinación Ambiental de la Universidad de Los Andes (CCCA)*.

Senese, A., Azzoni, R., Maragno, D., D'Agata, C., Fugazza, D., Mosconi, B., Trenti, A., Meraldi, E. Smiraglia, C. y Diolaiuti, G. (2020). The non-woven geotextiles as strategies for mitigating the impacts of climate change on glaciers. *Cold Regions Science and Technology* 173, 103007.