

**INFORME DEL ESTADO DE LOS
GLACIARES
COLOMBIANOS
2021**



GUSTAVO FRANCISCO PETRO URREGO
Presidente de Colombia

FRANCIA ELENA MÁRQUEZ MINA
Vicepresidenta de Colombia

MARÍA SUSANA MUHAMAD GONZÁLEZ
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

SANDRA PATRICIA VILARDY QUIROGA
Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

FRANCISCO JAVIER CANAL ALBÁN
Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Consejo Directivo

MARÍA SUSANA MUHAMAD GONZÁLEZ
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

FRANCISCO JAVIER CANAL ALBÁN
Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio

SEBASTIÁN CAMILO CARRANZA TOVAR
Director de Cambio Climático y Gestión del Riesgo

ALEJANDRA QUINTERO LOPERA
Directora de Infraestructura - Ministerio de Transporte

PAOLA RICAURTE AYALA
Asesora de la Dirección de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Departamento Nacional de Planeación

SANDRA LILIANA MORENO MAYORGA
Directora de la Dirección Técnica Geoestadística - Departamento Nacional de Estadísticas (DANE)

HECNEY ALEXCEVITH ACOSTA
Director general - Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

GHISLIANE ECHEVERRY PRIETO
Directora general

JUAN FERNANDO ACOSTA MIRKOW
Secretario general

FABIO ANDRÉS BERNAL QUIROGA
Subdirector de Hidrología

ELIZABETH PATIÑO CORREA
Subdirectora de Estudios Ambientales

MARÍA YULI GONZÁLEZ GONZÁLEZ
Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental

TC. JORGE GIOVANNI JIMÉNEZ SÁNCHEZ
Subdirector de Meteorología

MY. DIANA CAROLINA RUEDA DIMATE
Jefe de Oficina del Servicio de Pronóstico y Alertas

CÉSAR AUGUSTO SÁNCHEZ WALDRON
Jefe de Oficina Asesora de Planeación

JUAN DAVID GARCÍA CASTAÑO
Jefe de Oficina de Informática

GILBERTO ANTONIO RAMOS SUÁREZ
Jefe de Oficina Asesora Jurídica

MARÍA EUGENIA PATIÑO JURADO
Jefe de Oficina de Control Interno

MARÍA CRISTINA ESTUPIÑÁN DÍAZ
Jefe de Grupo de Comunicaciones y Prensa

© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Edición

Jorge Luis Ceballos Liévano
Yina Paola Nocua Ruge

Coordinación técnica

Jorge Luis Ceballos Liévano
Yina Paola Nocua Ruge
José Alejandro Ospina Niño

Producción técnica

Jorge Luis Ceballos Liévano
Yina Paola Nocua Ruge
José Alejandro Ospina Niño

Coordinación editorial

Andrés Felipe Tapiero Ríos

Corrección de estilo

Andrés Felipe Tapiero Ríos

Diseño editorial y diagramación

Luisa Fernanda Rodríguez Arias

ISSN:

Cítese como: Ideam. (2023). Informe del estado de los glaciares colombianos 2021. Ideam. **xx** pp.

Publicación aprobada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)
Junio del 2023, Bogotá, D. C., Colombia

Distribución gratuita

Todos los derechos reservados. Los textos pueden ser usados parcial o totalmente citando la fuente. Su reproducción total o parcial debe ser autorizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.



Contenido

1	Presentación Pág. 4
2	Introducción Pág. 5
3	Área glaciar nacional para el 2021 y evolución histórica Pág. 6
4	Estado de los glaciares de Colombia Pág. 9 4.1. Sierra Nevada de Santa Marta (Chundua) Pág. 9 4.2. Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (Zizuma) Pág. 11 4.3. Volcán Nevado del Ruiz (Kumanday) Pág. 19 4.4. Volcán Nevado Santa Isabel (Poleka Kasué) Pág. 24 4.5. Volcán Nevado del Tolima (Dulima) Pág. 40 4.6. Volcán Nevado del Huila (Wila) Pág. 45
5	Impacto de “La Niña” en los glaciares Pág. 48
6	Conclusiones Pág. 52
7	Enlaces de interés Pág. 53

Agradecimientos

Andrés Cruz (guía de montaña, Universidad Sergio Arboleda)
Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por su sigla en inglés)
Aguas y Aguas de Pereira (Adalberto Arroyave y Miguel A. Amézquita)
Alcaldía Municipal de Güicán de la Sierra
Asociación Caldense de Guías de Turismo (Asdeguias)
Asociación de Guías e Intérpretes de Turismo Güicán (Asguinturg)
Asociación de Jóvenes Investigadores Polares Colombia (Apecs Colombia)
Chemonics International Inc. Colombia
Corporación Cumbres Blancas Colombia
Guías de montaña de El Cocuy y Güicán
Heidi Sevestre (glacióloga, Francia)
Jairo Alexander López Rodríguez (estudiante de pasantía de la Universidad Nacional de Colombia)
Juan Ignacio López (glaciólogo, Instituto Pirenaico de Ecología - CSIC, España)
Nina Adjanin (Northwest Missouri State University)
Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales
Oficina del Servicio de Pronósticos y Alertas del Ideam (OSPA)
Parque Nacional Natural El Cocuy
Parque Nacional Natural Los Nevados
Pontificia Universidad Javeriana, sede Bogotá
Pueblo indígena U'wa
Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima
Saida Martínez (guía de alta montaña, glaciario del Tolima)
Servicio Mundial de Monitoreo Glaciar (WGMS, por su sigla en inglés)
Unión Temporal Operación Nevados (UTON)
Universidad Tecnológica de Pereira (Juan Mauricio Castaño, Jorge Andrés Correa, Juan Camilo Berrío y Óscar Eduardo Duque)



Presentación

El estado de la criosfera terrestre ofrece señales y tendencias de la evolución del actual cambio climático, y los glaciares ecuatoriales, como los de Colombia, son especialmente sensibles a la dinámica de la troposfera y, en general, responden al comportamiento climático global, regional y local. Por esta razón, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), en su misión de realizar el estudio y seguimiento a los ecosistemas de la nación, presenta anualmente información y análisis acerca del estado de los nevados nacionales.

Este cuarto informe presenta información histórica y actual de la evolución de la cobertura glaciar colombiana durante el 2021, para lo cual se procesaron e interpretaron imágenes satelitales de los seis actuales glaciares, además de datos y registros de campo que dan cuenta de la dinámica del hielo y la nieve, y su relación con el clima.

Para el seguimiento a la dinámica glaciar en el 2021, el Ideam contó con el apoyo del proyecto de cooperación internacional Páramos y Bosques de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por su sigla en inglés), ejecutado por Chemonics Inc. Colombia, a través de la participación de profesionales de apoyo, el suministro de imágenes de satélite y el uso de equipos de campo.



Introducción

Si bien las cifras de pérdida de masa glaciar son dicientes en todo el planeta, se encuentran diferencias a distintas escalas y en las regiones geográficas del mundo. Es menester, en aras de un conocimiento ambiental que permita la toma de decisiones, conocer la particularidad de Colombia dentro de esta tendencia mundial. El hecho de ser un país ecuatorial caracterizado por una humedad atmosférica continua y temperatura homogénea implica que, a escala estacional, el régimen anual de precipitación está fuertemente controlado por el desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), lo cual genera grandes diferencias entre las regiones del país. En lo relativo a los glaciares, esto explica que, a pesar de que existe una condición global de cambio climático que reduce su área y volumen, cada uno de los nevados de Colombia se comporta de manera diferente según su localización, altitud, área y clima local.

El 2021 estuvo marcado por fuertes periodos de lluvia en la región Andina colombiana, que impactaron las altas montañas. Durante ese año, se registraron indicadores moderados de valores que, según los boletines de seguimiento al ciclo ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) del Ideam, se interpretan como condiciones de “La Niña”, fenómeno extremo de variabilidad climática que impactó los nevados con mayor precipitación y acumulación de nieve y granizo, y, por ende, causó una ligera reducción en las pérdidas de masa glaciar.

¹ Ver: Boletín N.º 161 de seguimiento al ciclo ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) de diciembre del 2021. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/boletin-de-seguimiento-fenomeno-el-nino-y-la-nina/>



Fotografía tomada por:

1. Área glaciar nacional para el 2021 y evolución histórica

El área glaciar en Colombia continúa reduciéndose. Para inicios del 2021, fue de $34,20 \pm 0,67$, que, al ser comparada con el área a principios del 2020 (área $35,19 \pm 0,61 \text{ km}^2$), manifiesta una reducción de la cobertura glaciar nacional de $0,99 \text{ km}^2$ (2,8 %. Un valor anual ligeramente menor que el reportado el año inmediatamente anterior, cuando la disminución entre los años 2019 y 2020 fue de $1,37 \text{ km}^2$ (3,7 %). Esta situación particular presentada durante el 2021 se atribuye a los efectos del ENSO “La Niña”, durante el cual se presentaron granizadas en la alta montaña (a partir de los 4.300 metros de altitud) y nevadas sobre los glaciares.

A pesar de estas condiciones climáticas favorables para los glaciares, los resultados del monitoreo indican que la superficie glaciar colombiana, en general, continuó su reducción, y, en particular, para cada nevado, fue diferencial según sus condiciones locales. Se destaca de nuevo el rápido derretimiento del glaciar Santa Isabel, específicamente, desde el 2016 (cuando ocurrió un fenómeno climático “El Niño”);

esta vez, con una reducción de 22 % de su área entre el 2020 y 2021. El glaciar con menor ritmo de derretimiento, en términos relativos, fue la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, con un 1,6 % de pérdida de área para el mismo periodo. El glaciar que mayor área absoluta perdió en este lapso fue la Sierra Nevada de Santa Marta, con $0,26 \text{ km}^2$, y el que menor área absoluta perdió fue el glaciar del Tolima, con $0,02 \text{ km}^2$.

La figura 1 muestra la ubicación en el territorio de los actuales seis glaciares y su representación a la misma escala espacial para comparación de su tamaño. La tabla 1 expone la evolución de los actuales seis glaciares colombianos en los últimos 170 años (final de la Pequeña Edad de Hielo) y la figura 2, la evolución en las últimas seis décadas.

Figura 1. Mapa con la ubicación de los actuales seis glaciares colombianos

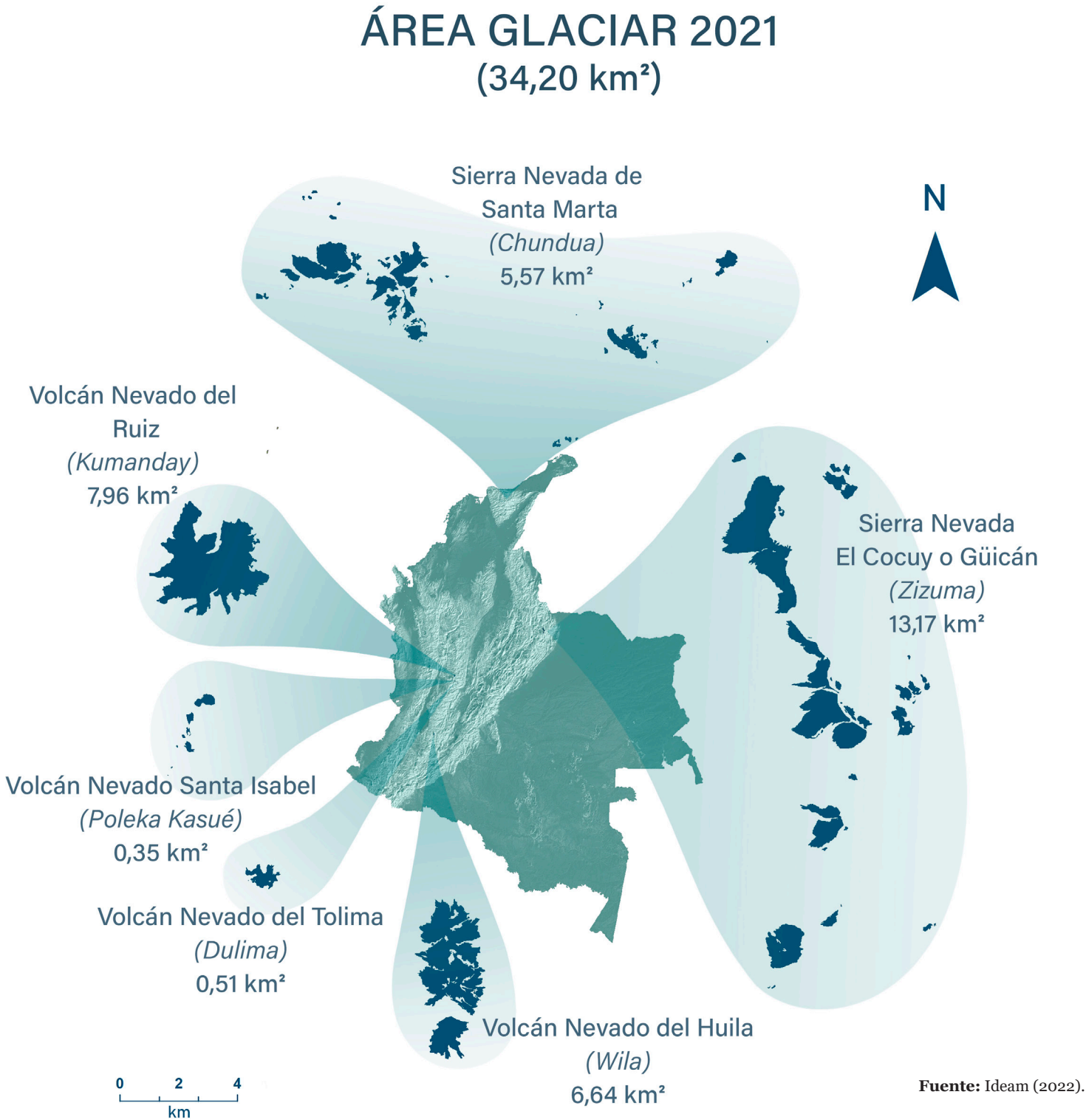
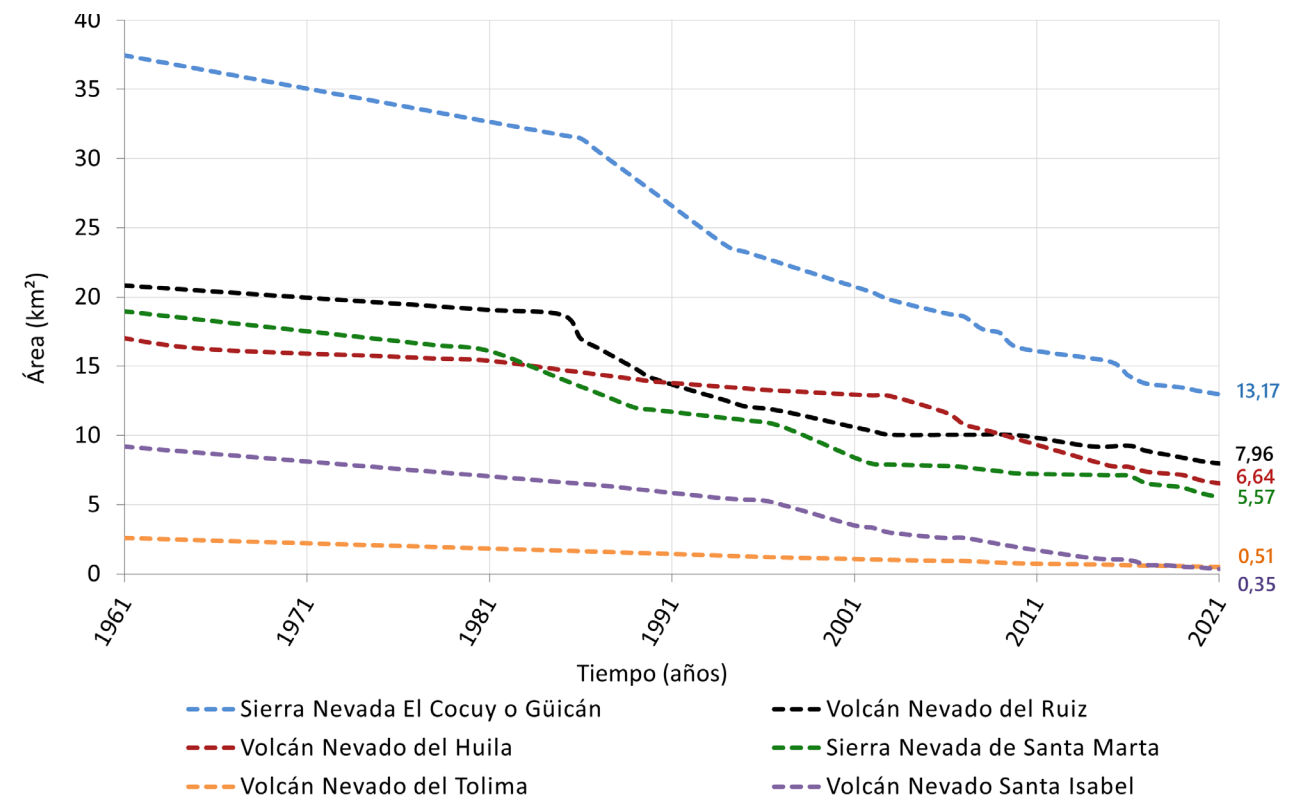


Tabla 1. Evolución del área de los seis actuales glaciares colombianos desde mediados del siglo XIX

Período	Sierra Nevada de Santa Marta (Chundua) Área (km²)	Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (Zizuma) Área (km²)	Volcán Nevado del Ruiz (Kumanday) Área (km²)	Volcán Nevado Santa Isabel (Poleka Kasué) Área (km²)	Volcán Nevado Tolima (Dulima) Área (km²)	Volcán Nevado del Huila (Wila) Área (km²)	Total Colombia Área (km²)
±1850	81,6	148,7	47,5	27,8	8,6	33,7	347,90
50´s	20,4	38,9	21,0	9,4	2,7	17,5	109,89
80´s	16,1	35,7	18,70	6,4	1,60	15,4	93,90
90´s	12,2	23,7	14,10	5,30	1,18	13,9	70,39
2010	8,2	16,54	10,3	1,91	0,76	9,70	47,40
2016	7,10	14,46	9,26	1,0	0,64	8,01	40,47
2017	6,55	13,94	8,88	0,65	0,61	7,63	38,26
2019	6,23	13,67	8,39	0,52	0,56	7,21	36,58
2020	5,83	13,38	8,14	0,45	0,53	6,86	35,19
2021	5,57	13,17	7,96	0,35	0,51	6,64	34,20

Fuente: Ideam (2022).

Figura 2. Evolución del área glaciар en Colombia en las últimas seis décadas (1960-2021)



Fuente: Ideam (2022).



Fotografía tomada por:



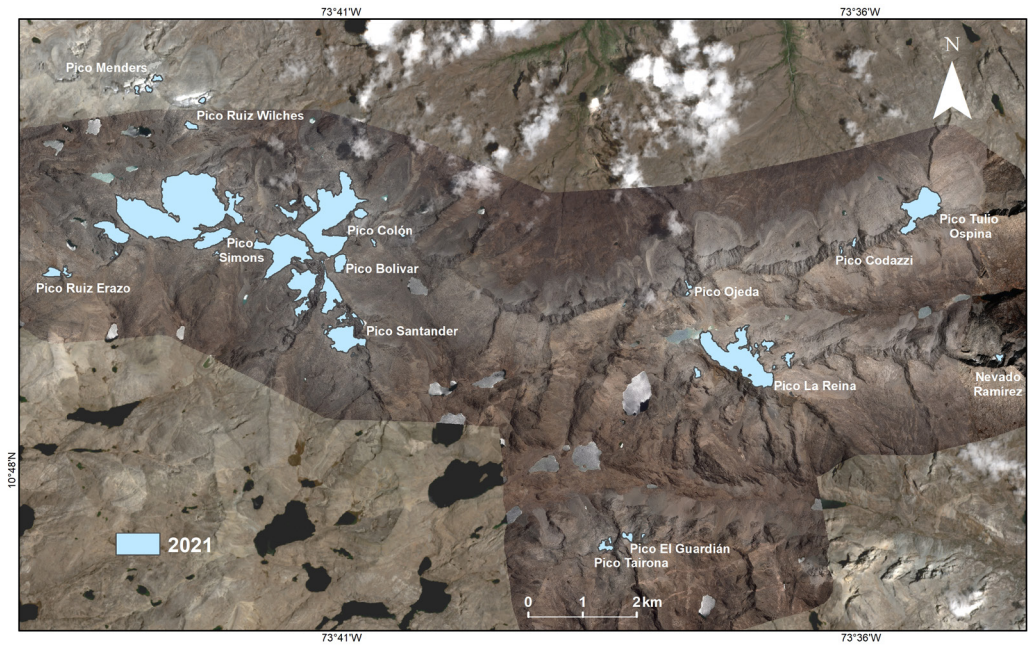
Fotografía tomada por:

1. Área glaciar nacional para el 2021 y evolución histórica

2.1. Sierra Nevada de Santa Marta (Chundua)

Es el sistema montañoso litoral más alto del planeta, en jurisdicción del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, y el glaciar más subdividido del país, con 48 fragmentos para el 2021 (Figura 3); 28 de ellos, mayores a una hectárea; el fragmento más grande tiene una superficie de 1,74 km² (pico Simons). El área estimada para el 2021 es de 5,57 ±0,21 km² lo que representa una pérdida de 0,26 km² (4,4 %) con respecto a la medición anterior en el 2020. En la década 2010-2020, se redujo 2,34 km² (29 %).

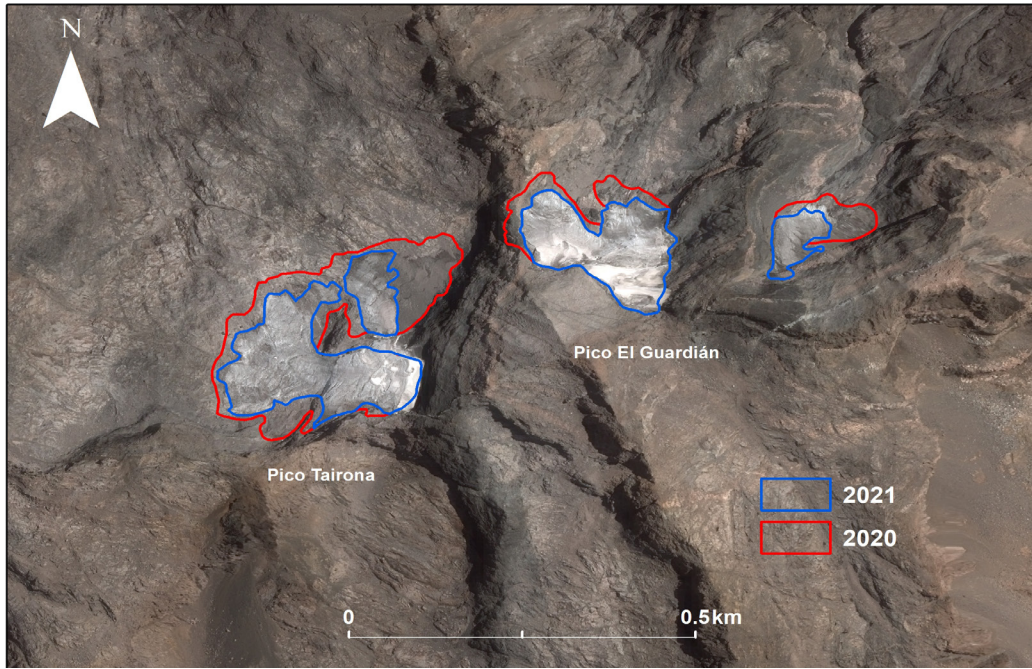
Figura 3. Glaciares de la Sierra Nevada de Santa Marta. Imagen de satélite Sentinel-2 del 14 de marzo del 2021 e imagen de satélite Pléiades del 21 de febrero del 2021 (empate al norte)



Fuente: Ideam (2022).

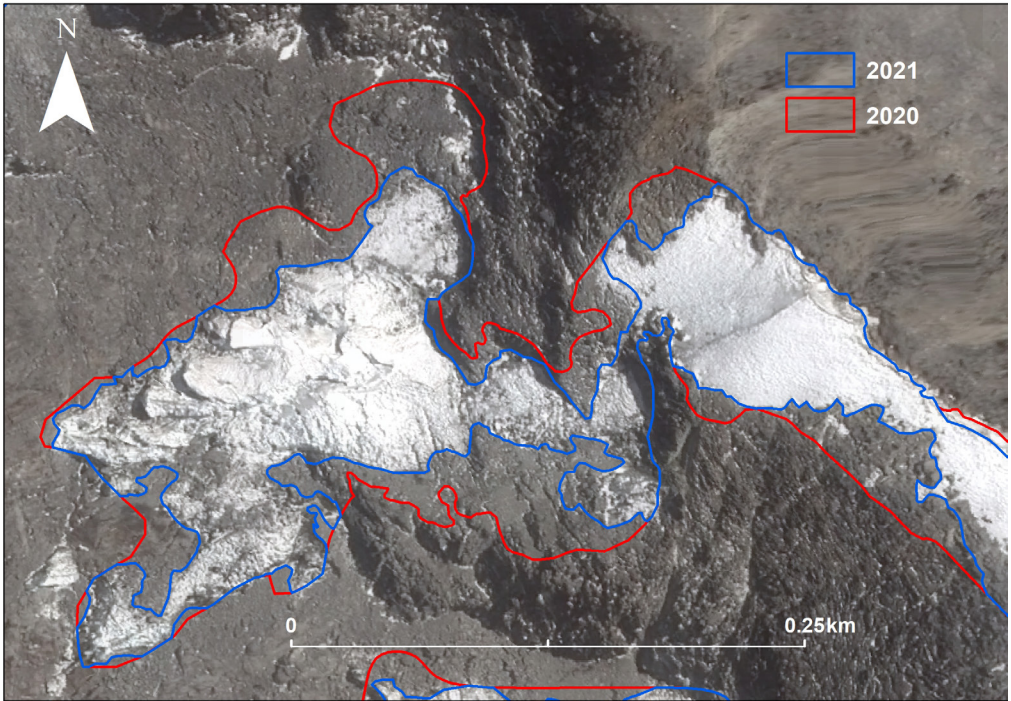
A continuación, se muestran algunos sectores de esta sierra nevada donde se observan los mayores cambios de la cobertura glaciar entre el 2020 y 2021 (de la figura 4 a la 6).

Figura 4. Cambio de cobertura glaciar en el sector pico Tairona y pico El Guardián durante el 2020 y 2021



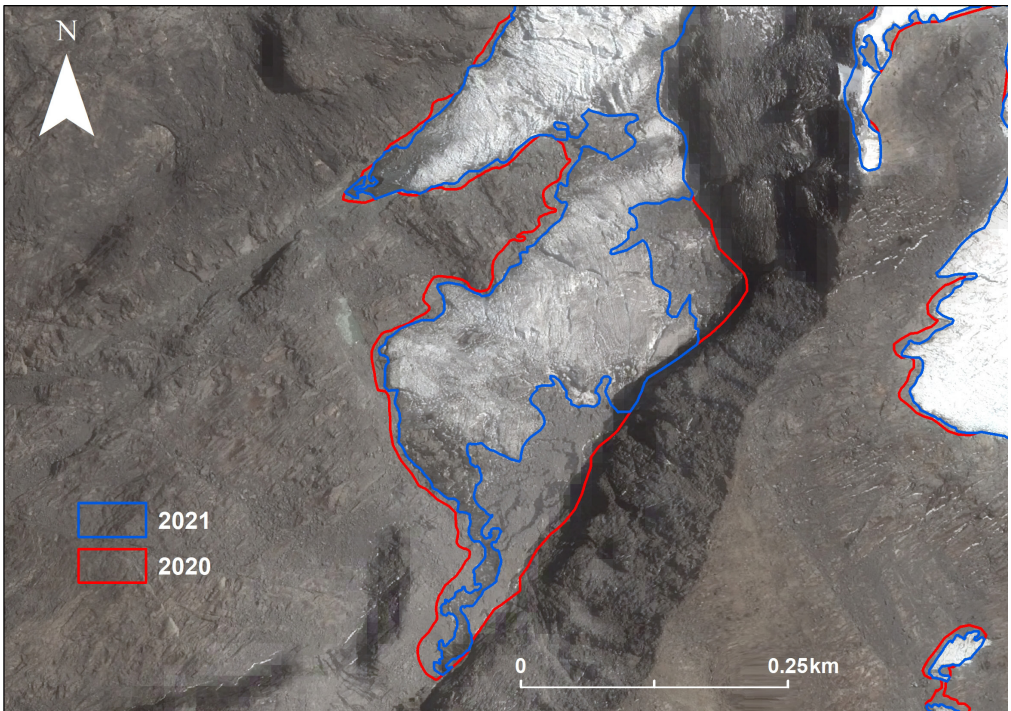
Fuente: Ideam (2022).

Figura 5. Cambio de cobertura glaciar en el sector pico Santander durante el 2020 y 2021



Fuente: Ideam (2022).

Figura 6. Cambio de cobertura glaciar en el sector pico Simón Bolívar durante el 2020 y 2021



Fuente: Ideam (2022).

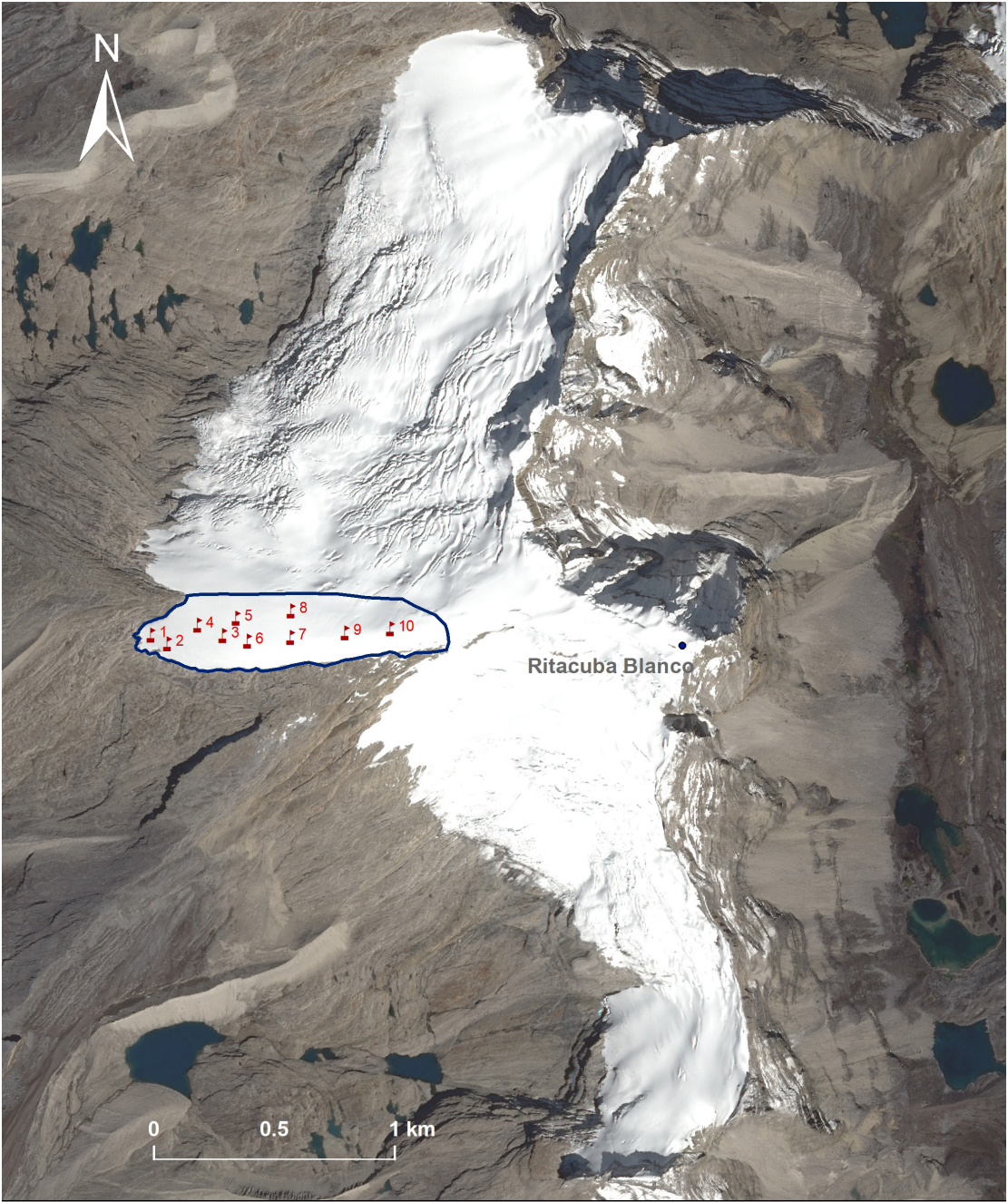


2.2. Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (Zizuma)

La Sierra Nevada El Cocuy o Güicán está localizada en la cordillera Oriental colombiana, en jurisdicción del Parque Nacional Natural El Cocuy, y conformada por 40 fragmentos de hielo (figura 7); 26 de ellos, mayores a una hectárea; el más grande tiene una superficie de 4,93 km² (glaciares Picacho, Ritacuba Blanco, Ritacuba Negro y Ritacuba Norte). Esta sierra nevada es el glaciar más extenso del país, con un área estimada, para el 2021, de 13,17 ±0,38 km². Esta cifra refleja una pérdida de 0,2 km² (1,6 %) respecto a la medición anterior en el 2020 (13,38 km²). Durante la década del 2010-2020, se redujo su área 19 %.

El indicador ambiental Balance de Masa Glaciar, que representa las ganancias o pérdidas de masa de un glaciar durante un determinado período de tiempo (expresado en unidades equivalentes de agua líquida) y que refleja la dinámica de la atmósfera, se estima directamente en terreno mediante mediciones sucesivas sobre la superficie del glaciar Ritacuba Blanco, localizado al norte de la sierra nevada (figura 8).

Figura 8. Norte de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán y el glaciar Ritacuba Blanco, donde el Ideam realiza monitoreo en terreno (los números corresponden a los sitios de medición directa de frecuencia bimestral). Imagen del satélite Spot-6 del 17 de enero del 2021



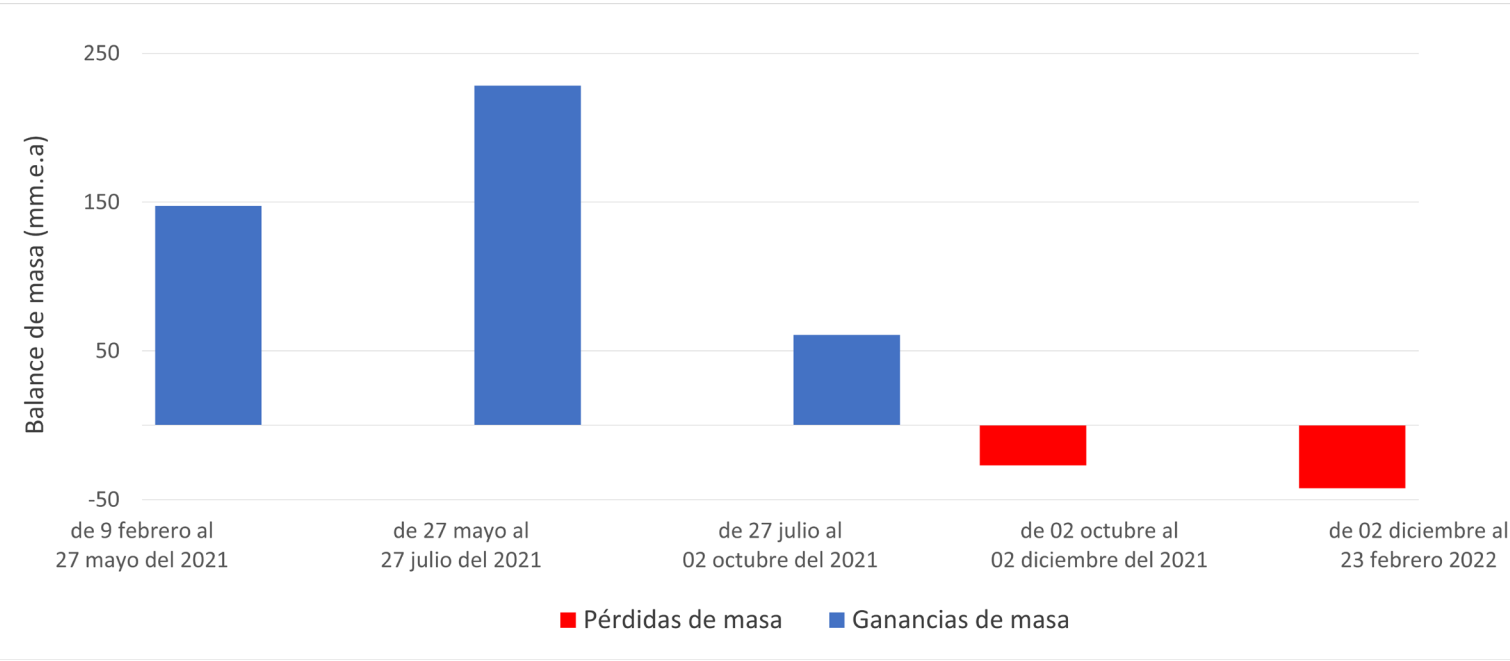
Fuente: Ideam (2022).

² Para más información sobre el concepto y cálculo del Balance de Masa Glaciar por el método directo, consultar en <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/glaciares>

La figura 9 muestra los resultados del cálculo del balance de masa para este glaciar (correspondientes a cinco campañas de campo realizadas durante el 2021), en los que se aprecia la predominancia de ganancias de masa como resultado de precipitaciones sólidas (nieve y granizo) sobre el glaciar, incrementadas, a su vez, por el fenómeno climático extremo “La Niña”. Para el 2021, el balance de masa total del glaciar Ritacuba Blanco fue de + 367 milímetros equivalentes de agua (mm e. a.). La fi-

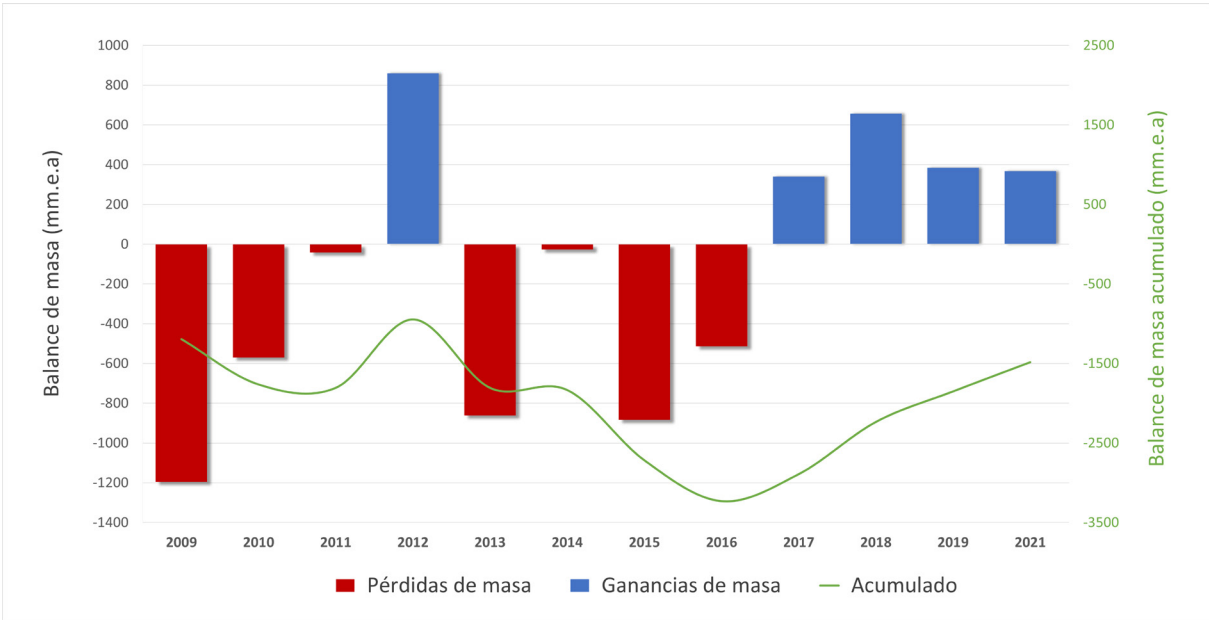
gura 10 representa el historial de balances de masa anuales desde que el Ideam inició las mediciones detalladas en campo, en el 2009. Ha sido evidente el aumento de masa desde el 2017, proceso atribuido, principalmente, a los mayores aportes de humedad provenientes de la Orinoquia y de la vertiente oriental de esta cordillera (figura 11). Para el 2020, no se presenta información, debido a las restricciones de movilidad surgidas a raíz de la emergencia sanitaria generada por la pandemia del COVID-19.

Figura 9. Balance de masa intraanual del glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, ciclo hidrológico 2021



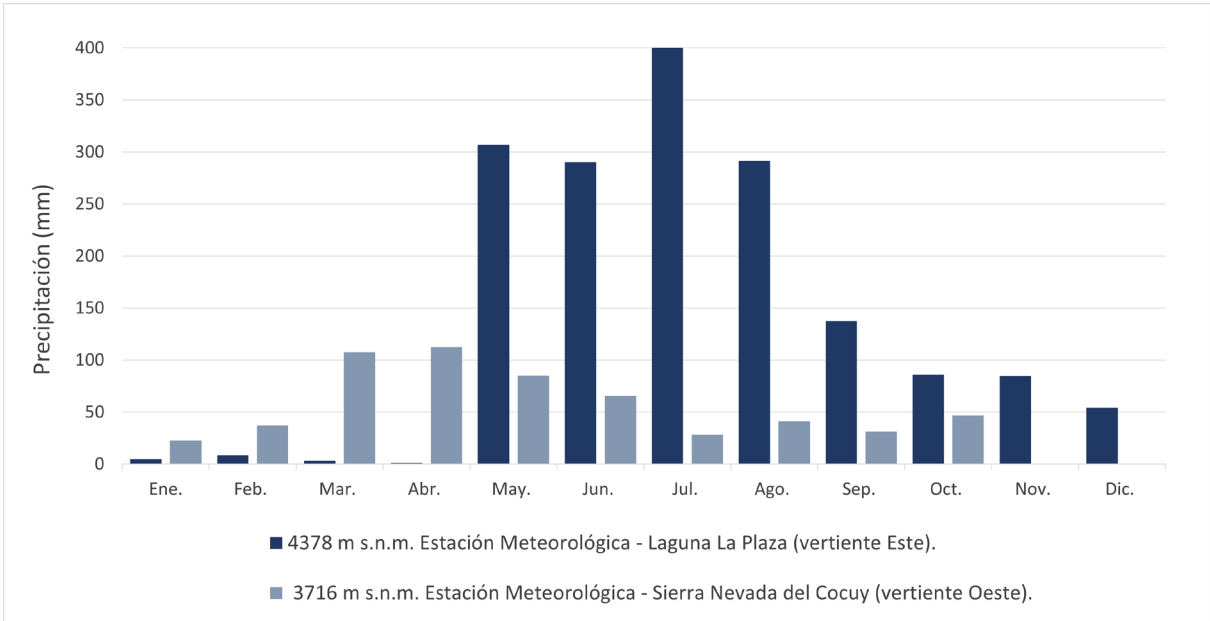
Fuente: Ideam (2022).

Figura 10. Balance de masa multianual del glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, período 2009-2021



Fuente: Ideam (2022).

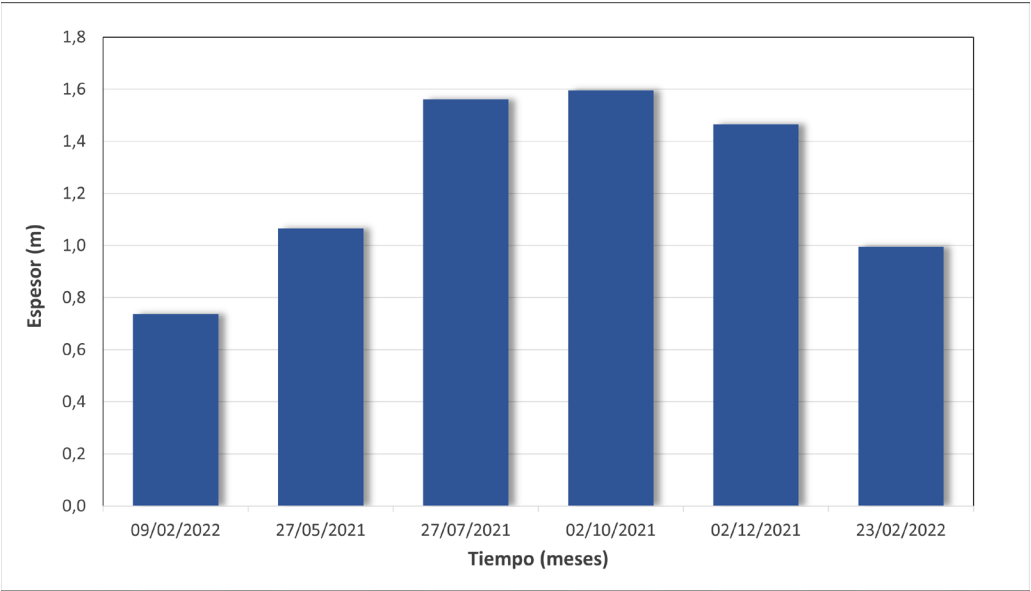
Figura 11. Comportamiento de la precipitación en la alta montaña, durante el 2021, en ambas vertientes de la cordillera Oriental, en la zona de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán



Fuente: Ideam (2022).

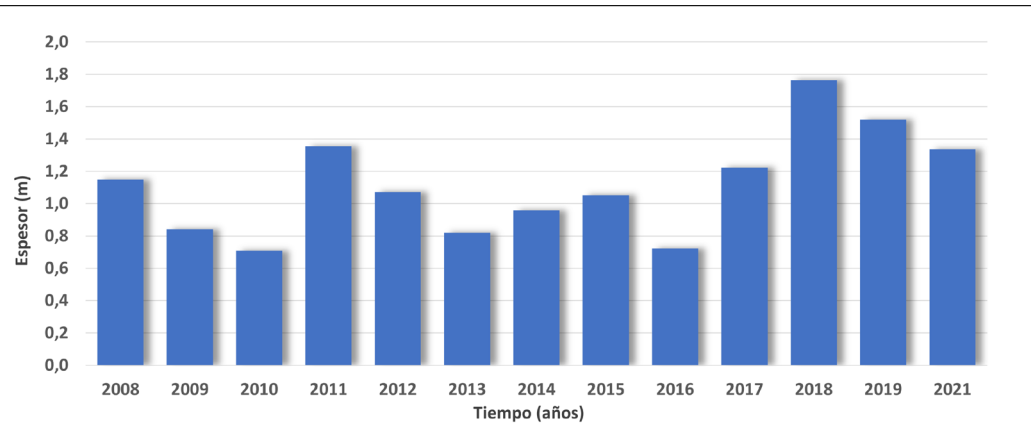
La alta montaña de esta región del país estuvo marcada en el 2021 por eventuales precipitaciones sólidas que se asumen como resultado de condiciones climáticas regionales (humedad de la Orinoquia), así como de la influencia del ENSO “La Niña”. La figura 12 expone las mediciones de acumulación de nieve realizadas sobre la superficie del glaciar Ritacuba Blanco, durante las campañas de campo del 2021, y la figura 13, el historial anual de esas mediciones.

Figura 12. Espesor promedio mensual de la nieve medida en cada campaña de campo para el ciclo de monitoreo del 2021 (glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán)



Fuente: Ideam (2022).

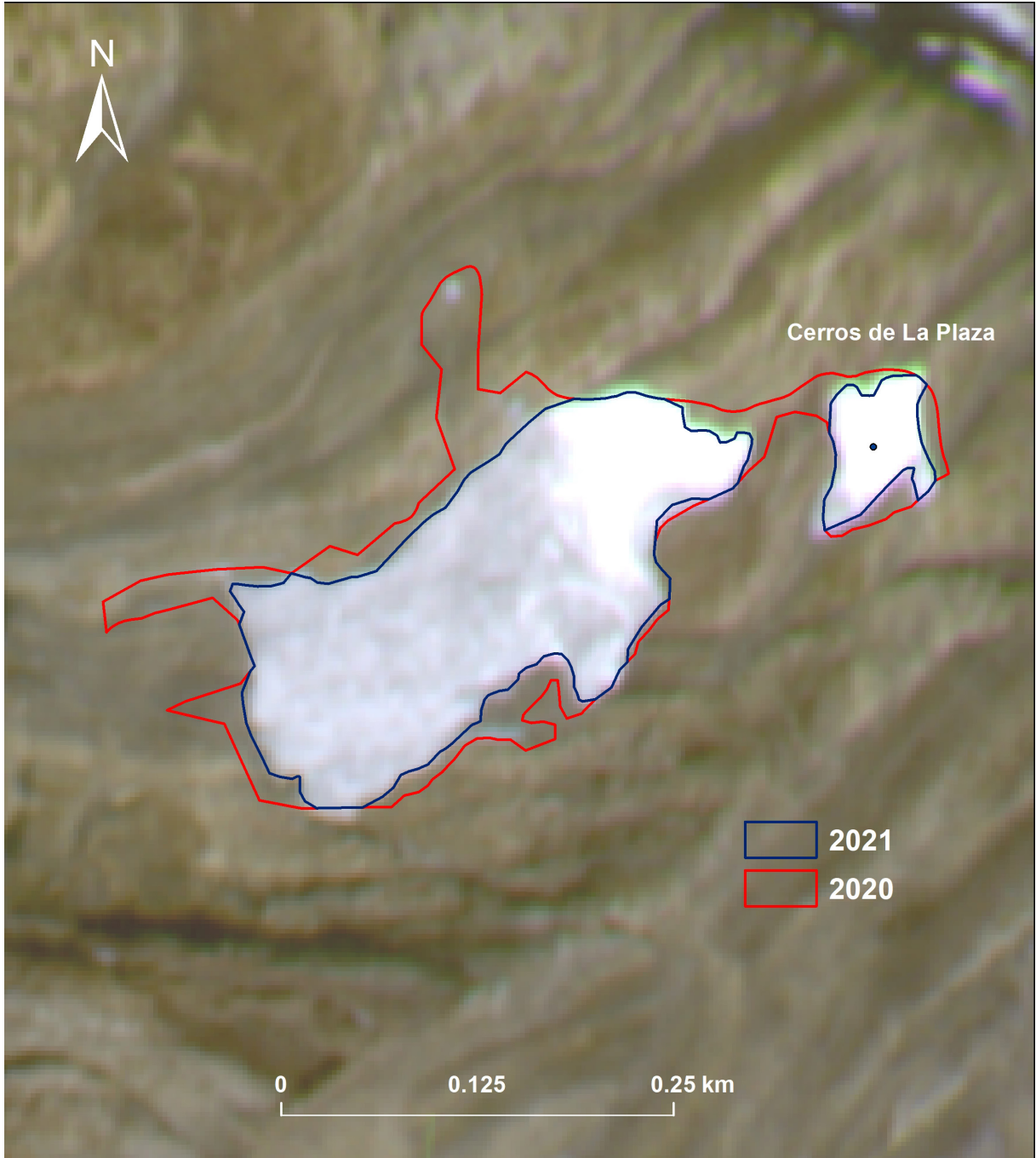
Figura 13. Espesor promedio anual de la nieve medida en cada campaña de campo, período 2008-2021 (glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán)



Fuente: Ideam (2022).

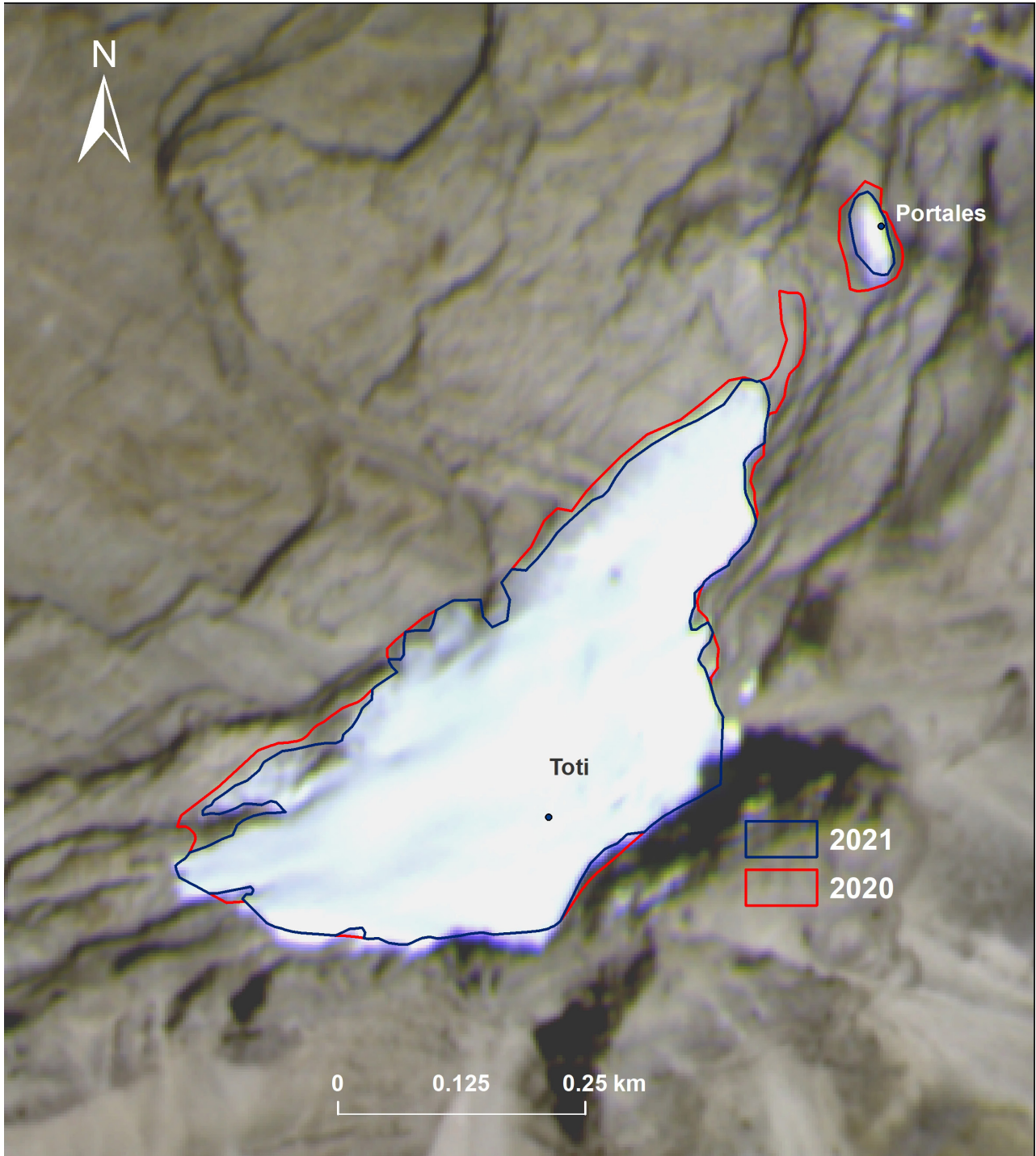
A continuación, se muestran los sectores de esta sierra nevada donde se pueden observar los cambios de la cobertura glaciar entre los años 2020 y 2021.

Figura 14. Cambio de cobertura glaciar en el sector Cerros de La Plaza, durante los años 2020 y 2021



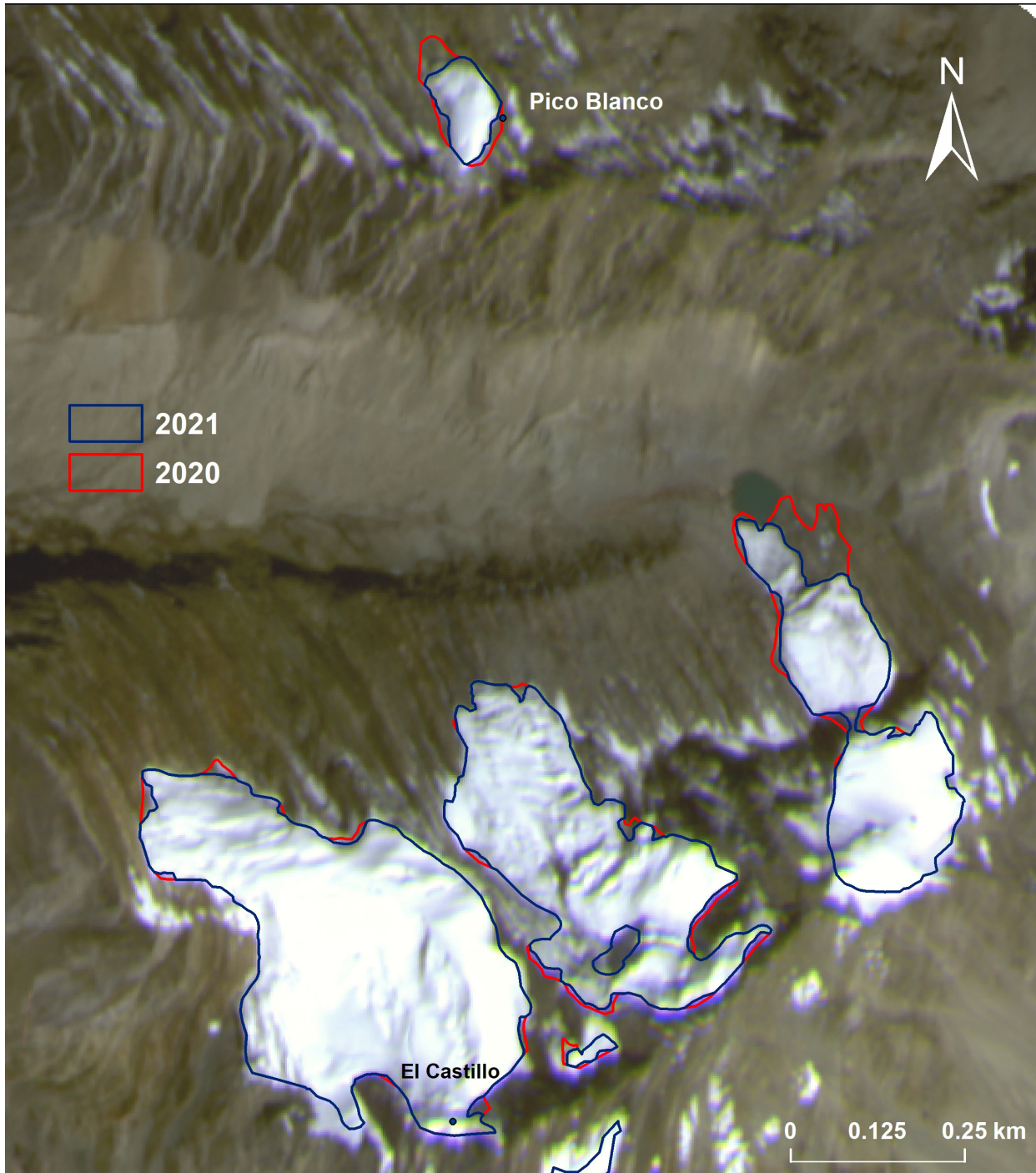
Fuente: Ideam (2022).

Figura 15. Cambio de cobertura glaciar en el sector Portales y Toti, durante los años 2020 y 2021



Fuente: Ideam (2022).

Figura 16. Cambio de cobertura glaciár en los sectores Pico Blanco y El Castillo, durante los años 2020 y 2021



Fuente: Ideam (2022).



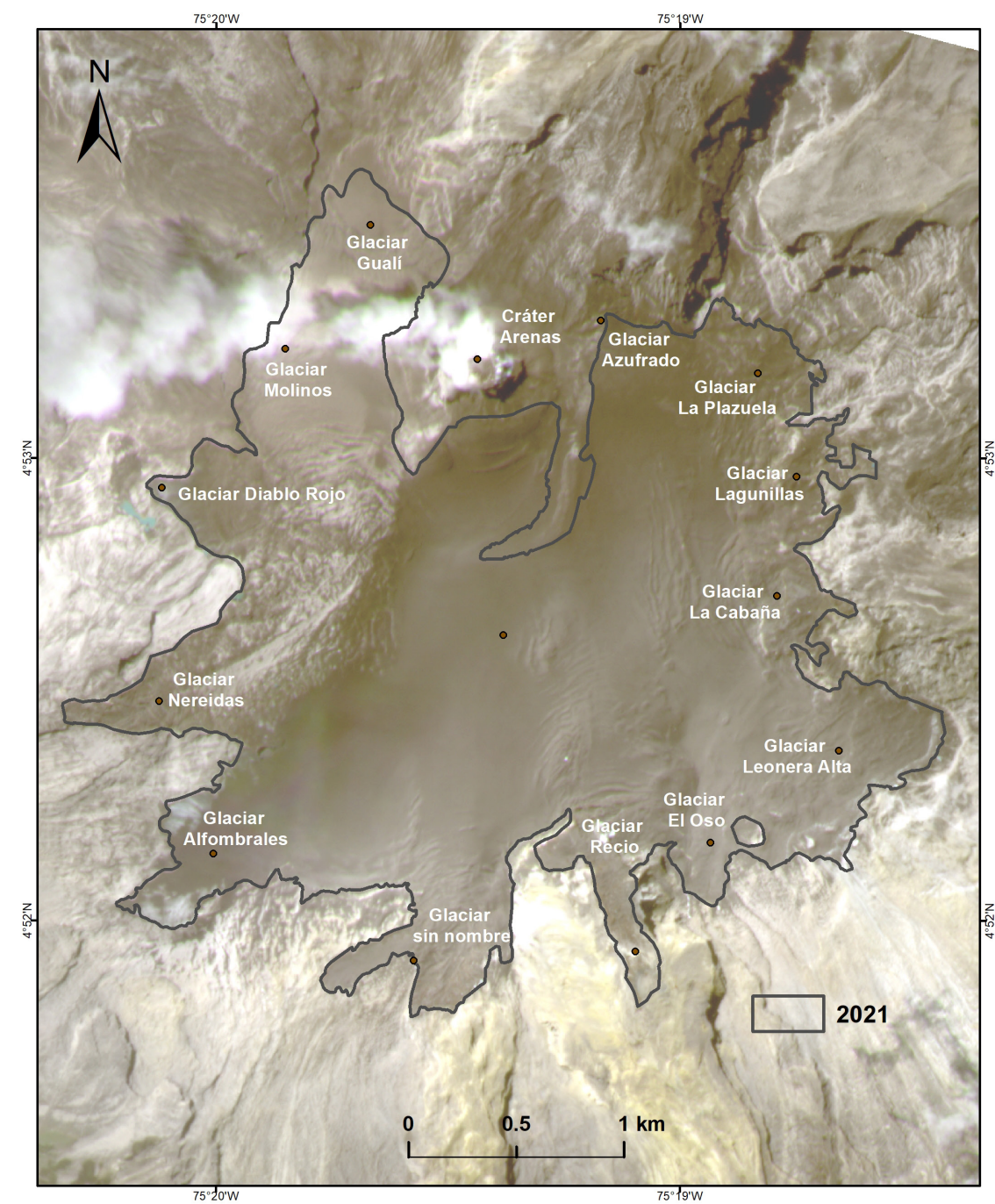


2.3. Volcán Nevado del Ruiz (Kumanday)

Localizado en la cordillera Central, en jurisdicción del Parque Nacional Natural Los Nevados, es el punto más alto e icónico de la región Andina central. Está compuesto por una única masa de hielo, cuya área se estimó, para el 2021, en $7,96 \pm 0,29 \text{ km}^2$. Esto significa una reducción de $0,18 \text{ km}^2$ (2,2 %) respecto a la medición anterior en el 2020 ($8,14 \pm 0,24 \text{ km}^2$).

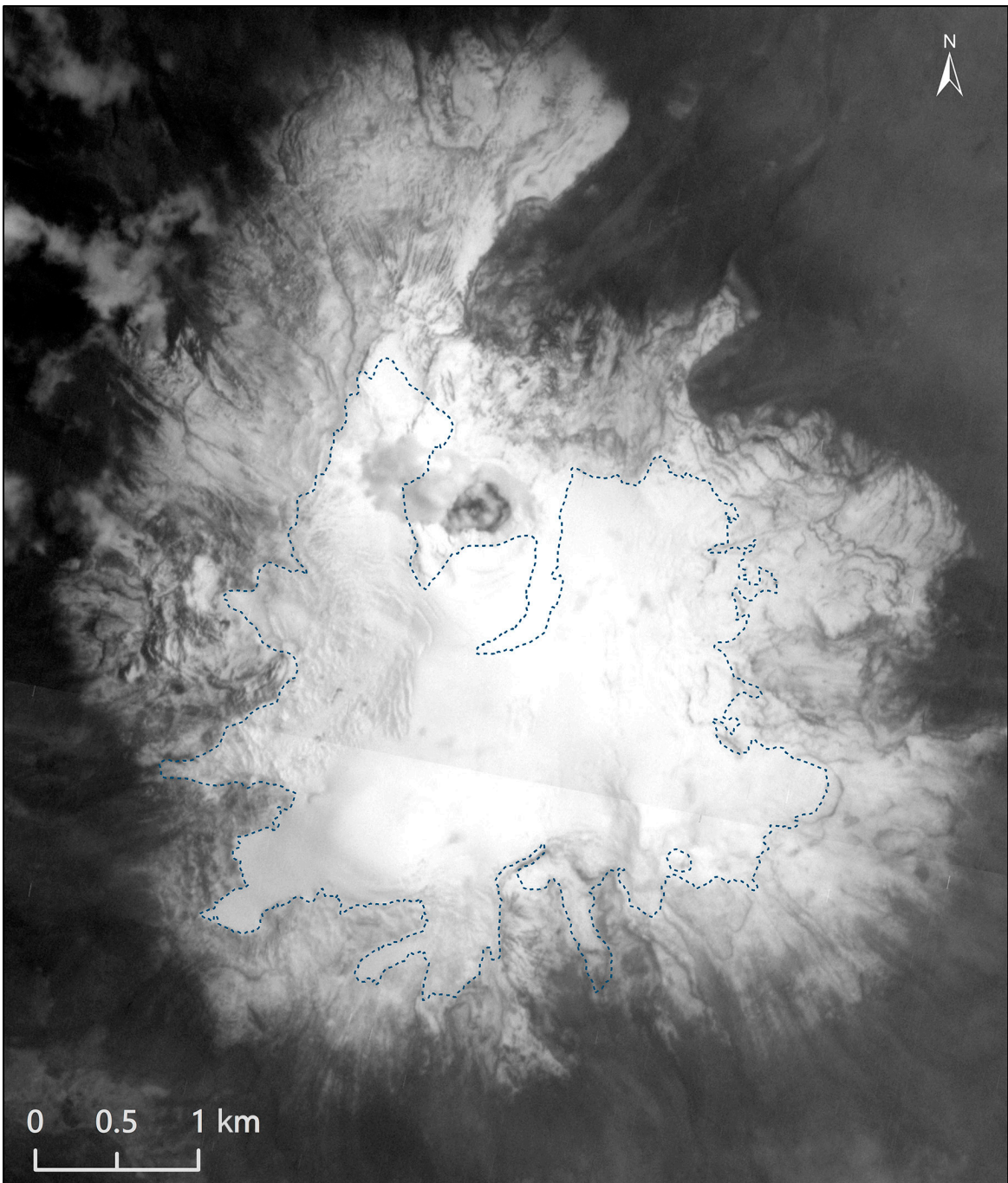
La característica destacada de este volcán nevado, durante el 2021, fue la emisión de ceniza volcánica y su acumulación sobre parte o la totalidad del glaciar (figura 17), lo que generó, dependiendo del espesor acumulado, un incremento en el derretimiento (depósitos de ceniza de pocos centímetros) o un aislamiento térmico del glaciar (depósitos de ceniza mayores a 10 cm aprox.). Durante el fenómeno climático extremo “La Niña”, fue común que la nieve cubriera los depósitos de ceniza (figura 18).

Figura 17. Volcán Nevado del Ruiz con su glaciar cubierto por ceniza volcánica. Imagen del satélite PlanetScope del 17 de noviembre del 2021



Fuente: Ideam (2022).

Figura 18. Volcán Nevado del Ruiz con una cobertura de nieve estacional que excede al glaciar (línea punteada). Imagen del satélite PlanetScope del 19 de abril del 2021



Fuente: Ideam (2022).

A continuación (figura 19), se muestran los sectores del volcán Nevado del Ruiz donde se pueden observar los cambios de la cobertura glaciар durante los años 2020 y 2021.

Figura 19. Cambio de cobertura glaciар en el volcán Nevado del Ruiz, durante los años 2020 y 2021

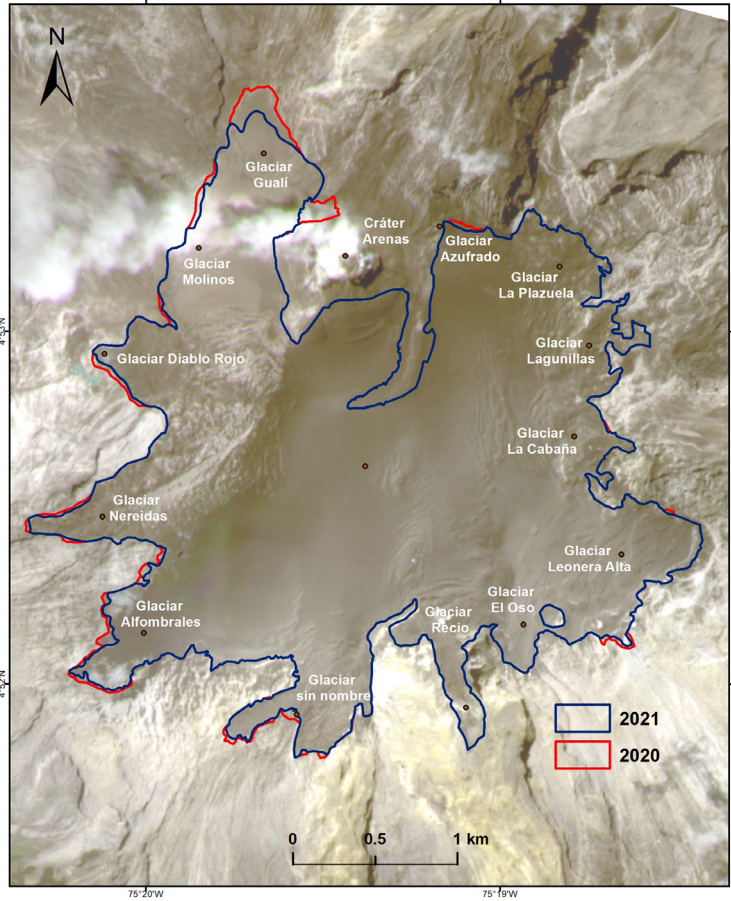


Figura 20. Cambio de cobertura glaciар en el sector glaciар Alfombrales, durante los años 2020 y 2021

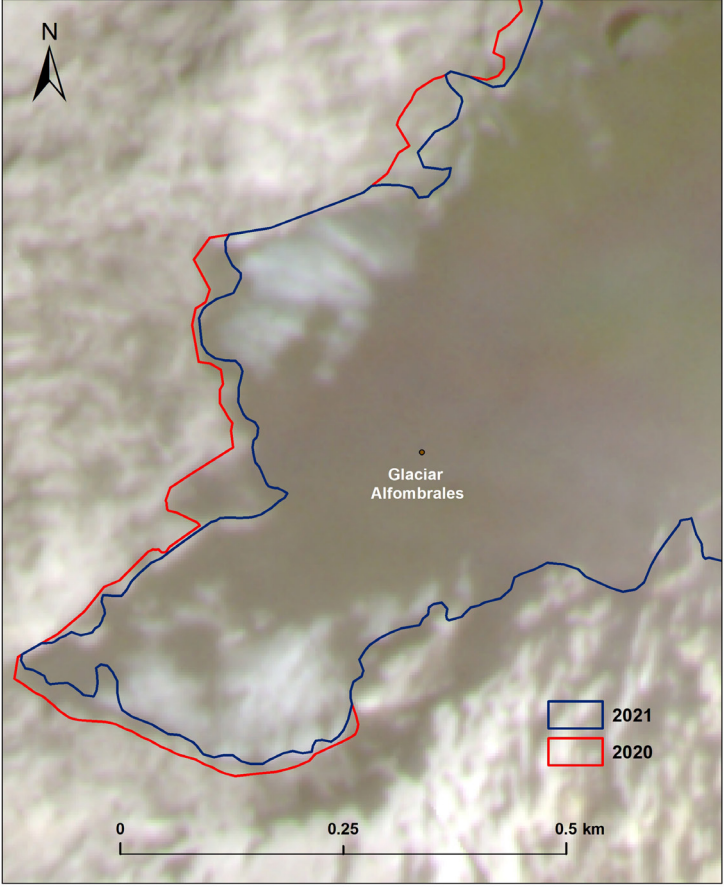
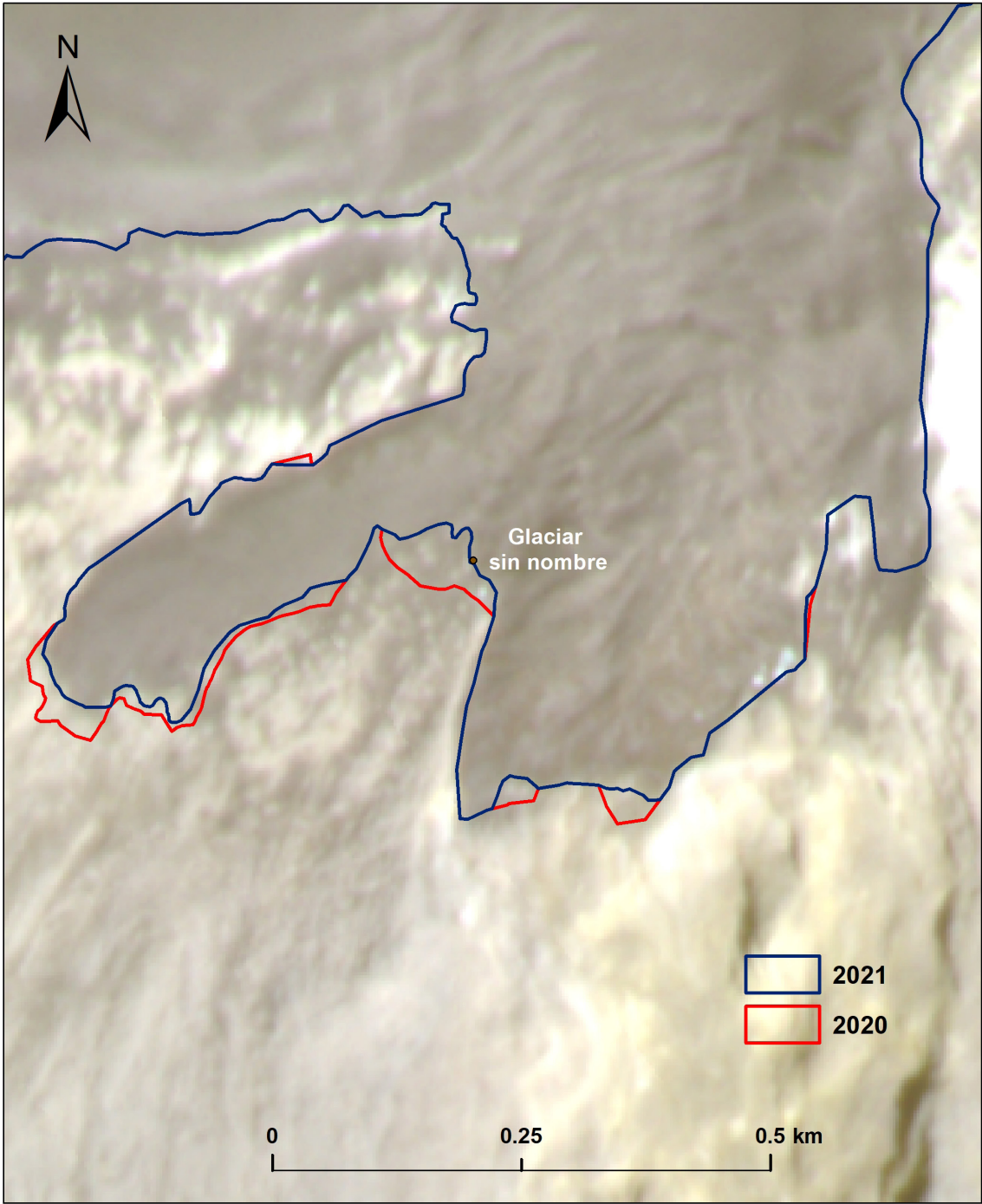


Figura 21. Cambio de cobertura glaciар en el sector del glaciар sin nombre durante los años 2020 y 2021.



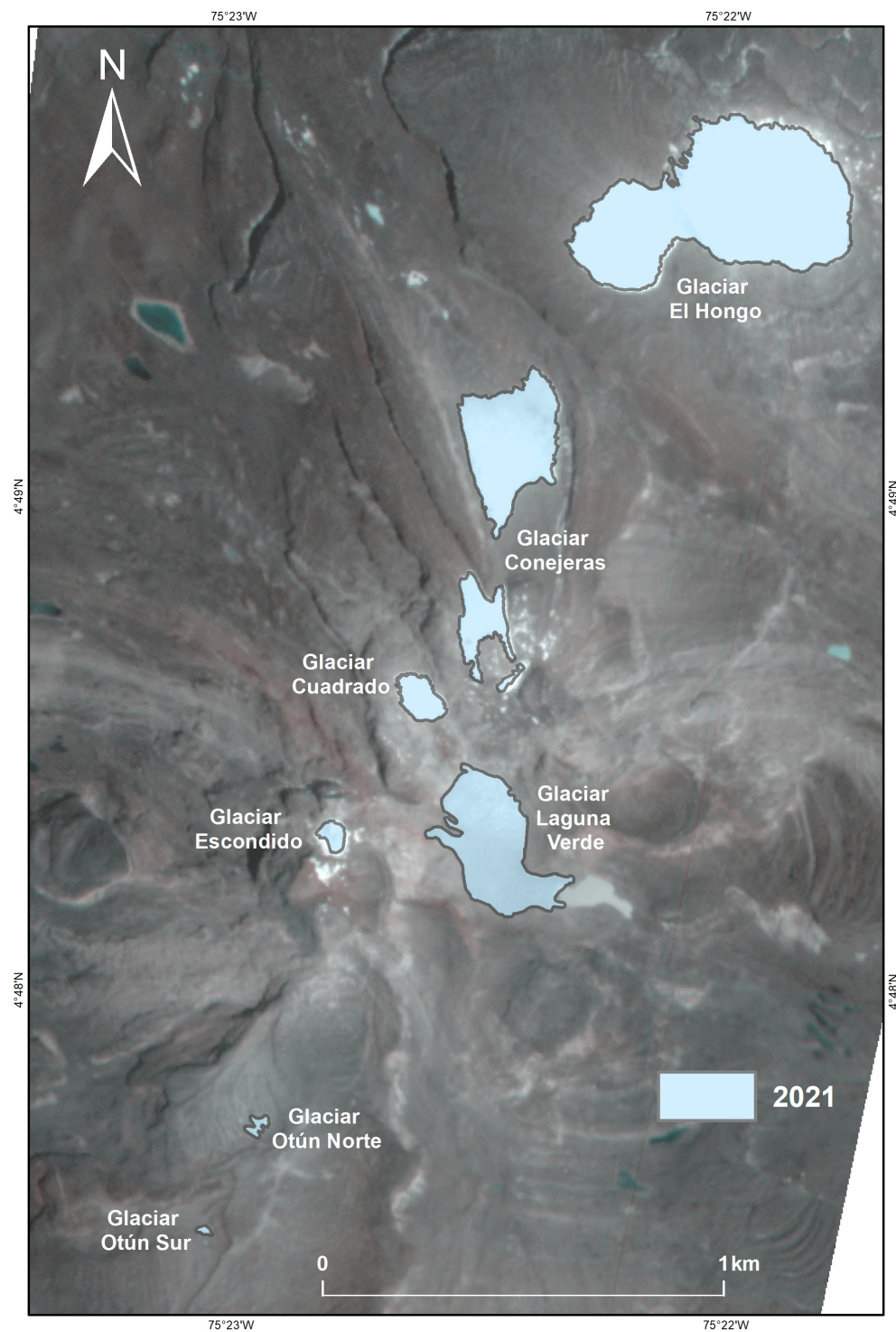
Fuente: Ideam (2022).



2.4. Volcán Nevado Santa Isabel (Poleka Kasué)

Localizado en la cordillera Central colombiana, en jurisdicción del Parque Nacional Natural Los Nevados, para el 2021, su área se calculó en $0,35 \pm 0,02 \text{ km}^2$, que, comparada con la del 2020 ($0,45 \pm 0,04 \text{ km}^2$), se redujo a $0,1 \text{ km}^2$ (22 %), lo que lo convierte en el glaciar nacional con mayor ritmo de derretimiento. La situación del glaciar Santa Isabel presenta el escenario nacional más preocupante, dado que su evolución desde el 2016 apunta a su inminente extinción, la cual podría suceder durante la presente década, y su último relicto de hielo sería el denominado como Cumbre Norte (también conocido como glaciar El Hongo) (figura 22).

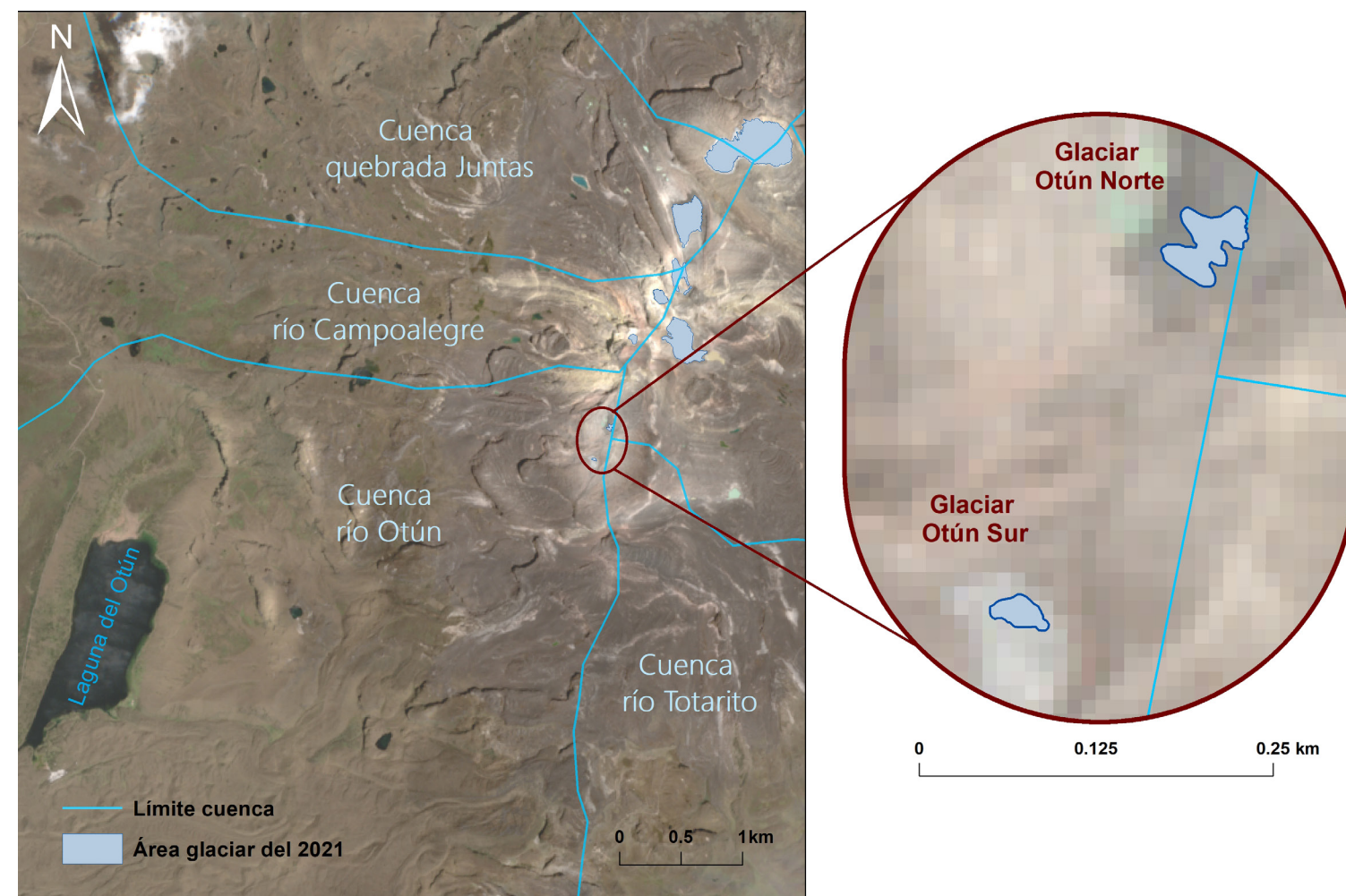
Figura 22. Fragmentos de hielo que conforman actualmente el volcán Nevado Santa Isabel (la toponimia es sugerida por el Ideam). Imagen del satélite PlanetScope del 17 de febrero del 2021



Fuente: Ideam (2022).

Durante el 2021, este glaciar estaba subdividido en nueve fragmentos, pero, entre finales de ese año y comienzos de enero del 2022, se extinguieron dos de ellos, denominados por el Ideam como glaciar Otún Norte (1.873 m²) y glaciar Otún Sur (647 m²), únicos y últimos glaciares que drenaban sus aguas de derretimiento a la laguna del Otún (figura 23).

Figura 23. Volcán Nevado Santa Isabel y sus cuencas hidrográficas. Imagen del satélite Sentinel 2 del 3 de febrero del 2020



Fuente: Ideam (2022).

La extinción de estos relictos glaciares fue documentada mediante la instalación de cámaras de foto-seguimiento, en un trabajo colaborativo entre la empresa Aguas y Aguas de Pereira, la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), el Parque Nacional Natural Los Nevados y el Ideam. En las siguientes secuencias fotográficas se evidencia tal extinción:

Fotografía 2. Relicto glaciario Otún Sur en enero del 2020 (longitud máxima del glaciario: 150 m)



Fuente: Ceballos (2019).

Fotografía 3. Relicto glaciario Otún Sur en septiembre del 2021



Fuente: Ceballos (2021).



Fuente: Ideam (2022).

Fotografía 4. Relicto glaciario Otún Sur en diciembre 15 del 2021 (longitud: 10 m). Fotografía tomada por una de las cámaras de foto-seguimiento instalada por Aguas y Aguas de Pereira y la UTP, bajo la asesoría del Ideam



Fuente: Nocua (2021).



Fuente: Ideam (2022).

Fotografía 5. Relicto glaciario Otún Norte en noviembre 23 del 2021 (longitud aproximada del glaciario: 200 m)

Fotografía 6. Relicto glaciario Otún Norte en diciembre 15 del 2021 (longitud del glaciario: 40 m). Fotografía tomada por una de las cámaras de foto-seguimiento instalada por Aguas y Aguas de Pereira y la UTP, bajo la asesoría del Ideam

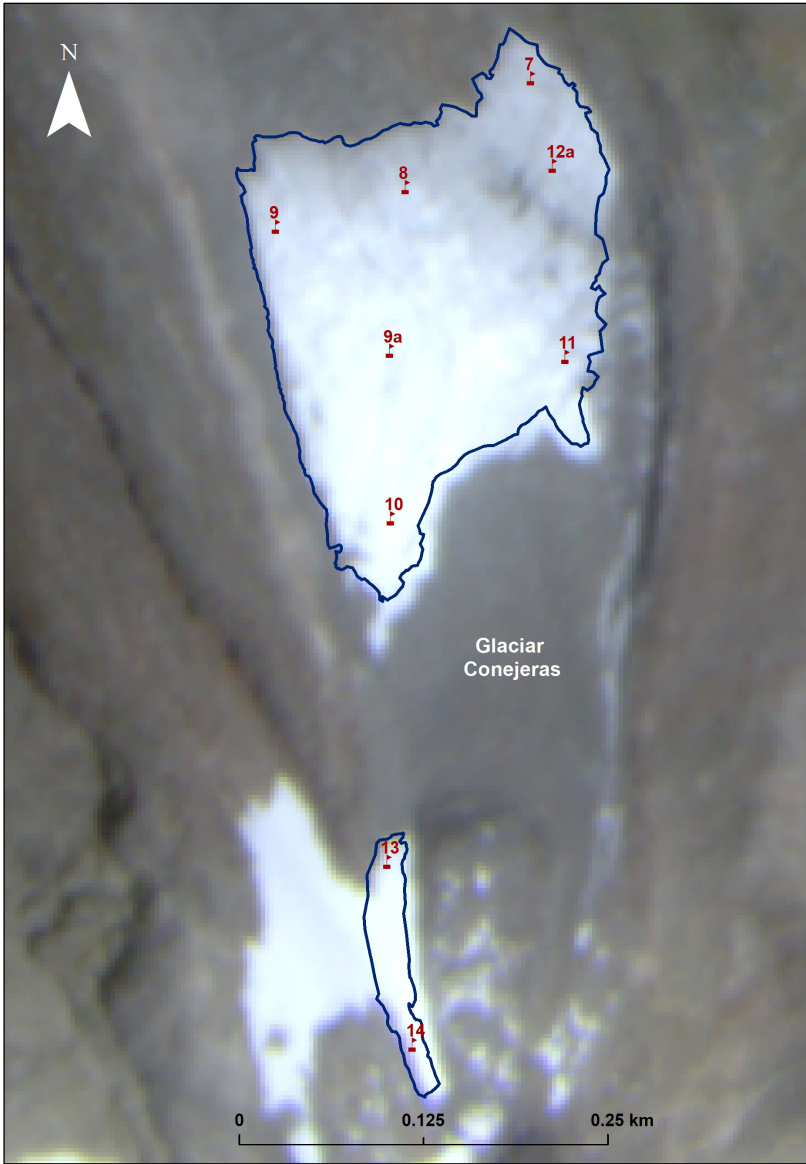


Fuente: Ideam (2022).

Fotografía 7. Relicto glaciario Otún Norte en enero 12 del 2022 (longitud: 15 m). Fotografía tomada por una de las cámaras de foto-seguimiento instalada por Aguas y Aguas de Pereira y la UTP, bajo la asesoría del Ideam

El indicador ambiental Balance de Masa Glaciar se estima directamente en terreno desde el 2006, mediante mediciones sucesivas sobre la superficie del glaciar Conejeras en el volcán Nevado Santa Isabel, y representa las ganancias y pérdidas de masa del glaciar. La figura 24 muestra el área de monitoreo y la ubicación de los sitios de medición mensual sobre la superficie del glaciar.

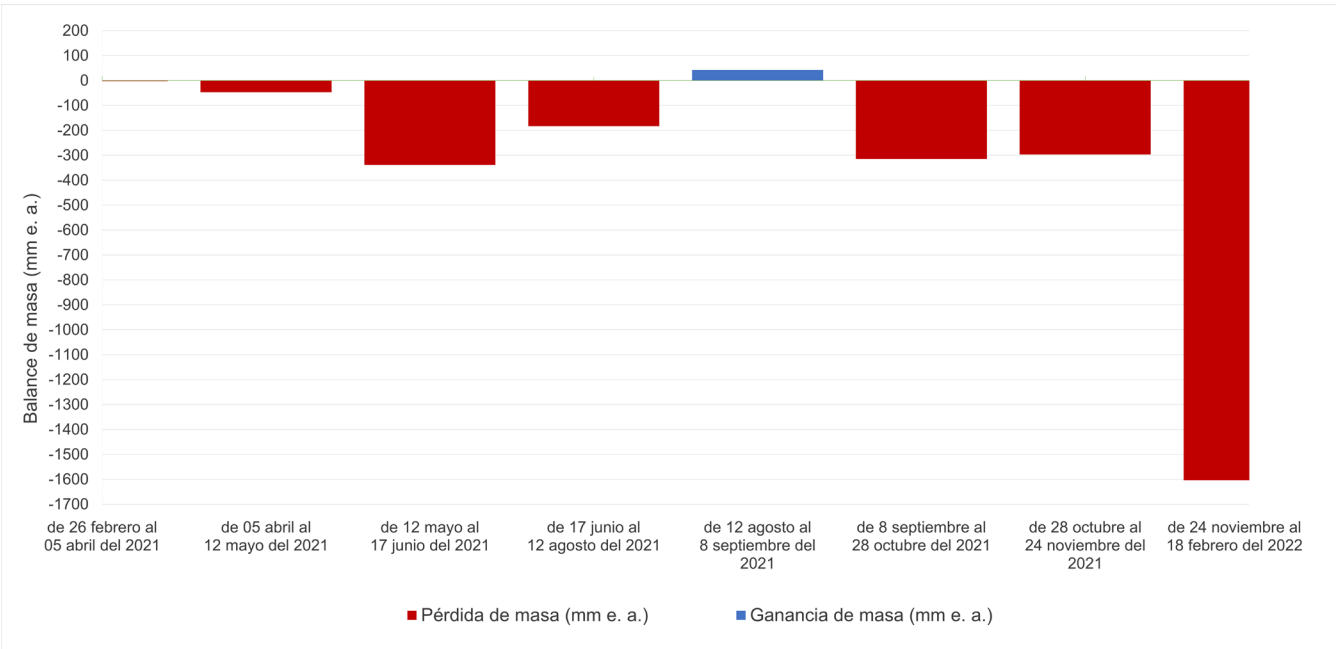
Figura 24. Zona de monitoreo glaciar en terreno y ubicación de la red de balizas o estacas para medición del cambio de la superficie del volcán Nevado Santa Isabel, sector glaciar Conejeras. Imagen del satélite PlanetScope del 17 de febrero del 2021



Fuente: Ideam (2022).

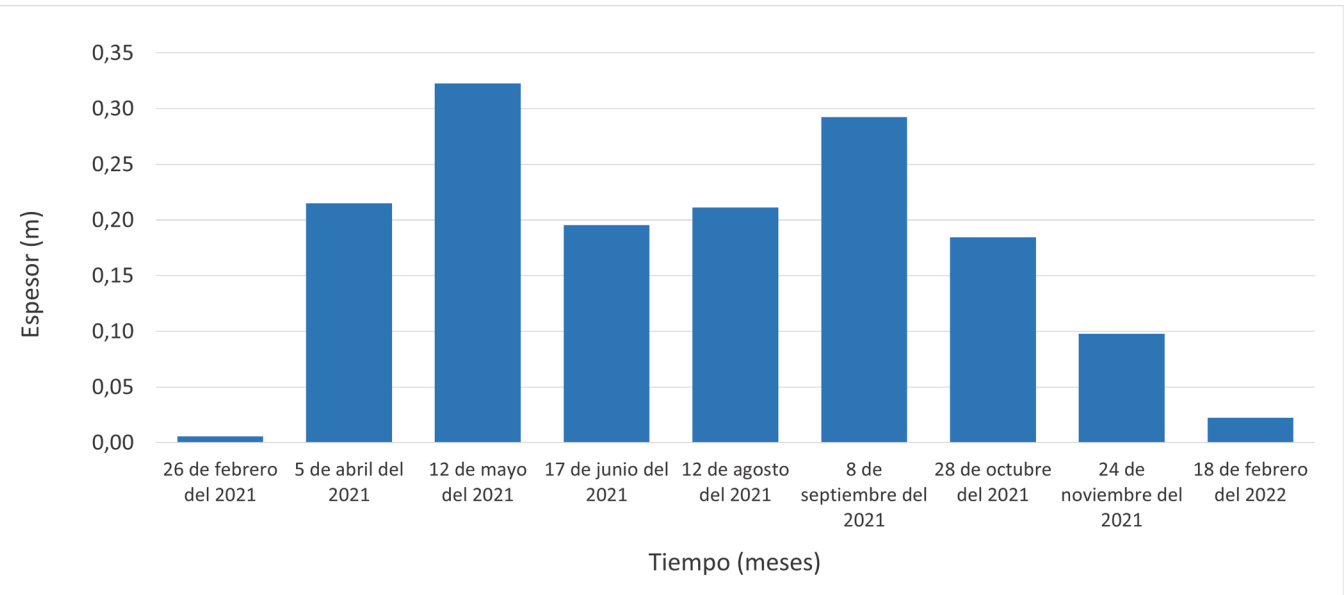
La figura 25 muestra los resultados del cálculo del balance de masa para este glaciar (correspondientes a ocho campañas de campo realizadas durante el 2021), en los que se aprecia la predominancia de pérdidas de masa. Se destaca una ligera ganancia de masa de 42,7 mm e. a., entre agosto y septiembre, causada por la acumulación de nieve sobre el glaciar, como resultado del impacto del fenómeno climático “La Niña”; sin embargo, a pesar del incremento en las precipitaciones sólidas durante el año, estas no fueron suficientes para reducir el derretimiento. El balance de masa total para el 2021 fue de -2743 milímetros equivalentes de agua (mm e. a.). Cabe recordar que la nieve sobre el glaciar se considera la materia prima del hielo glaciar, pero, según observaciones de campo, su ocurrencia viene disminuyendo en el tiempo (figuras 26 y 27). La figura 28 representa el historial de balances de masa anuales desde que el Ideam inició las mediciones detalladas en campo, en el 2006, de acuerdo con las cuales se observan las continuas pérdidas de masa y, en consecuencia, se comprueba el total desequilibrio de este glaciar con el clima actual.

Figura 25. Balance de masa intraanual para el volcán Nevado Santa Isabel, sector glaciar Conejeras, durante el ciclo hidrológico del 2021



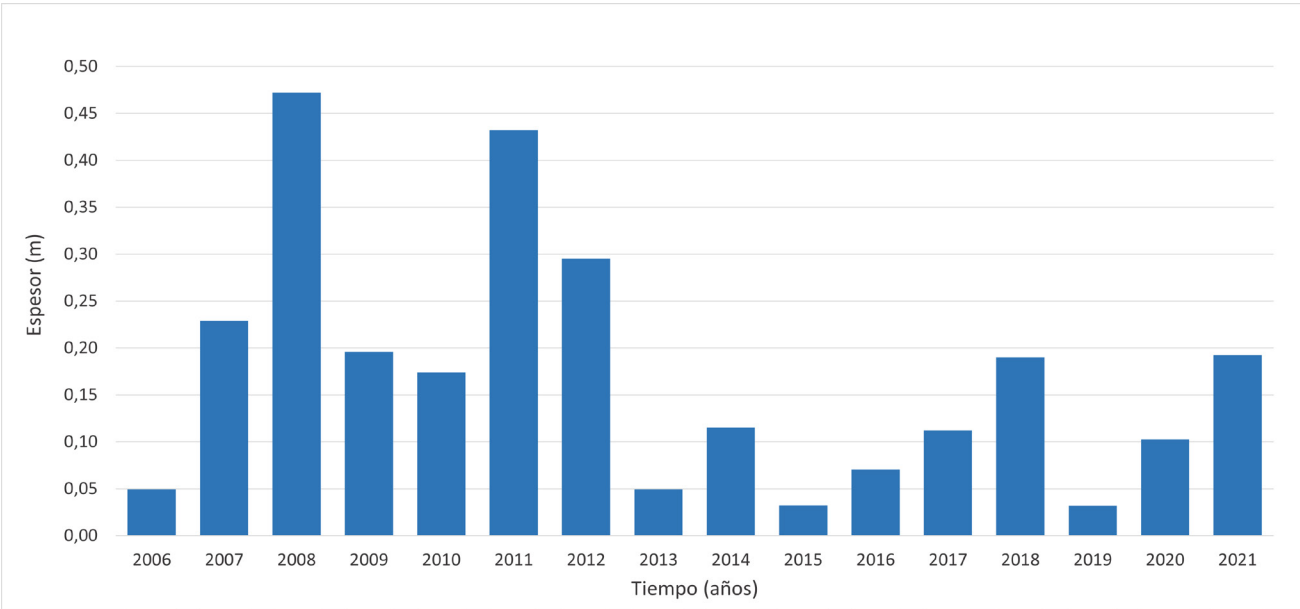
Fuente: Ideam (2022).

Figura 26. Espesor promedio de la nieve medida en cada campaña de campo, en el 2021 (volcán Nevado Santa Isabel, sector glaciar Conejeras)



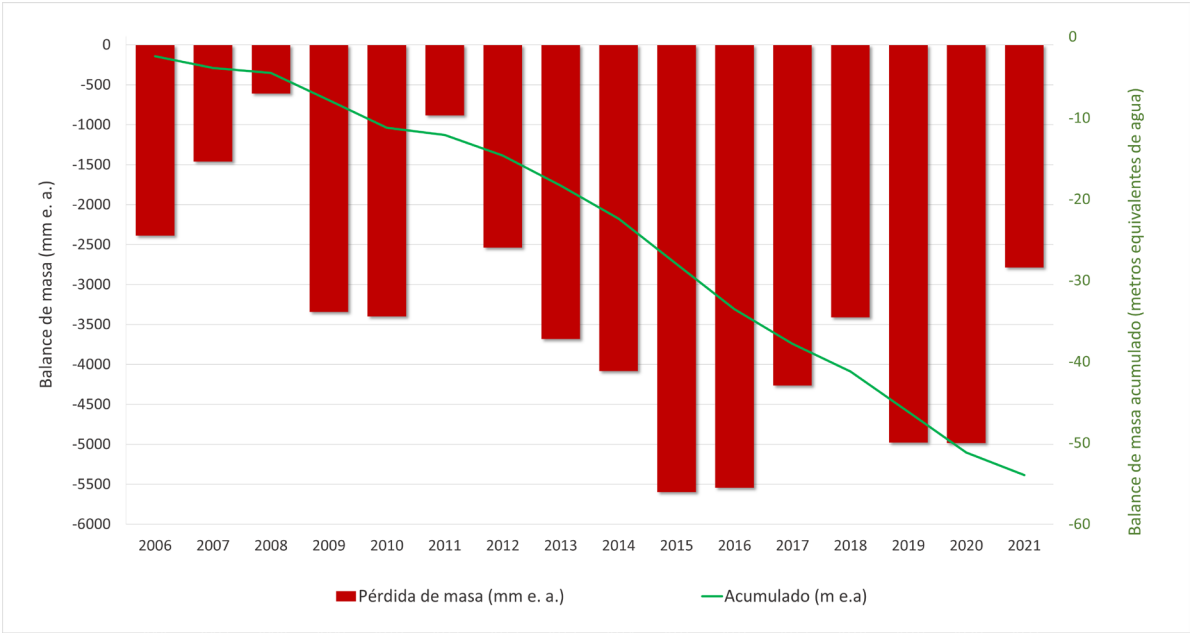
Fuente: Ideam (2022).

Figura 27. Espesor promedio anual de la nieve medida en cada campaña de campo, en el 2021 (volcán Nevado Santa Isabel, sector glaciar Conejeras)



Fuente: Ideam (2022).

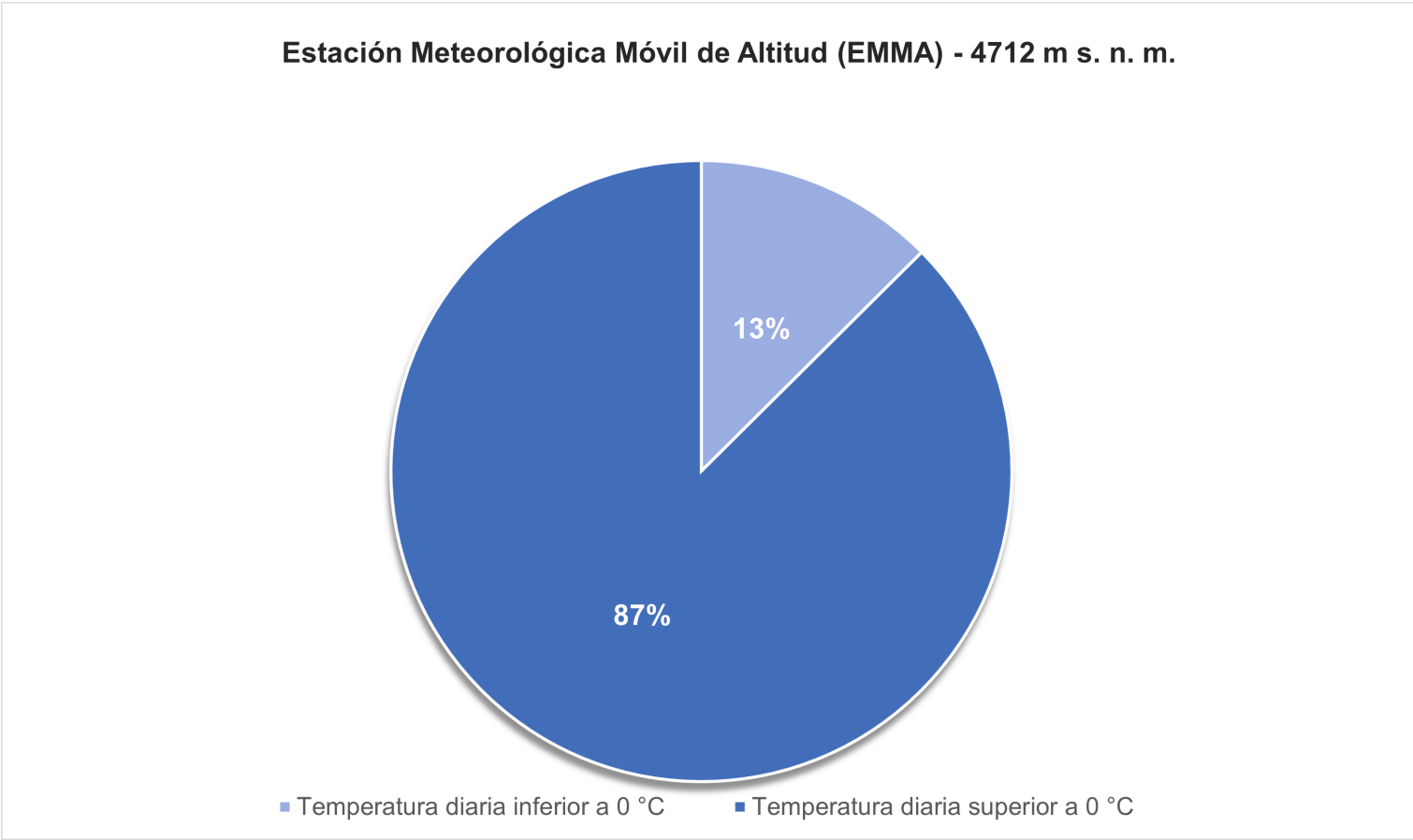
Figura 28. Balance de masa multianual del volcán Nevado Santa Isabel, sector glaciar Conejeras (Parque Nacional Natural Los Nevados)



Fuente: Ideam (2022).

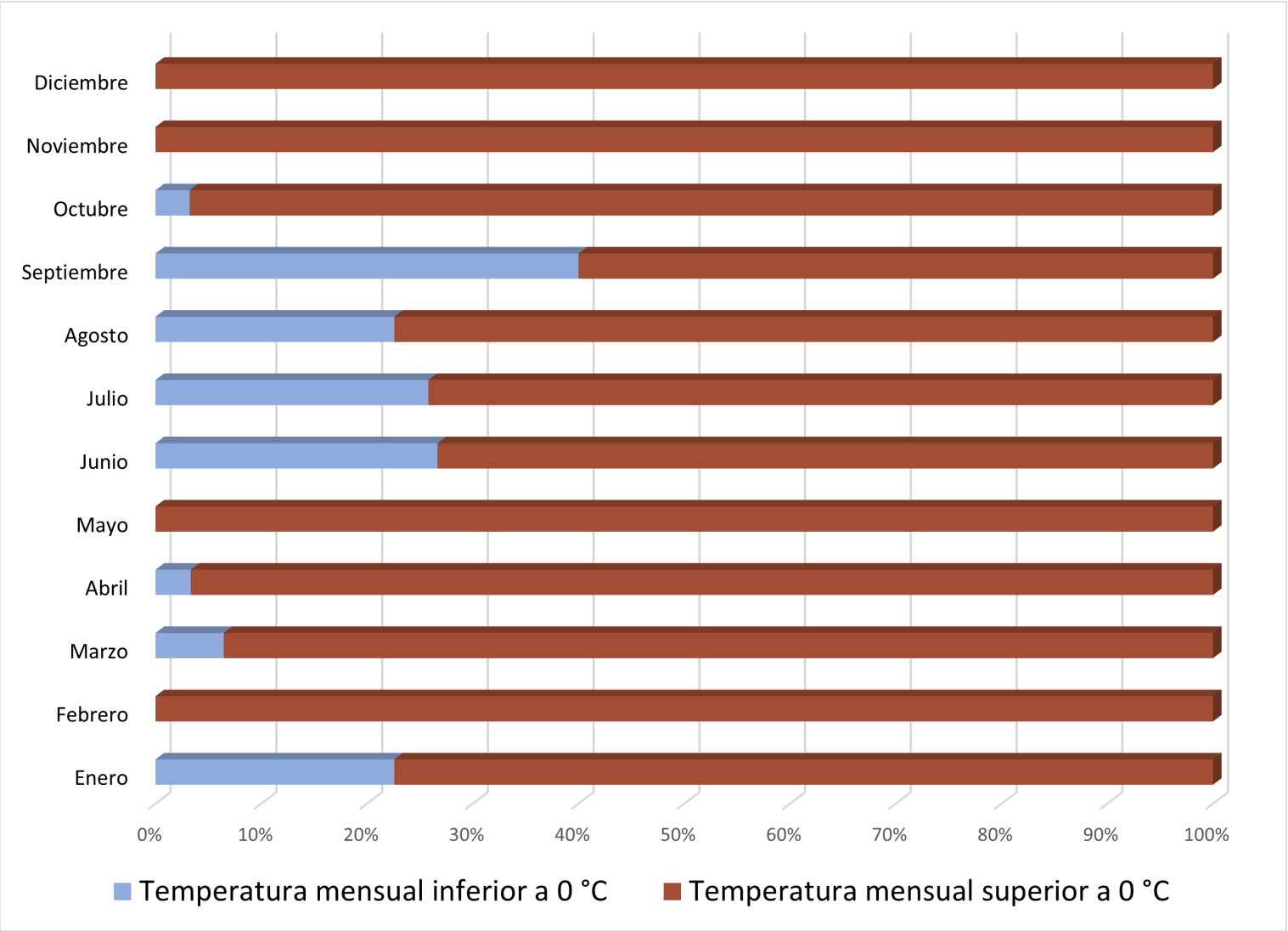
Su acelerado derretimiento se atribuye, principalmente, a su baja altitud (menor a 5.000 m s. n. m.), una disminución de las precipitaciones sólidas y una prevalencia, en el 2021, de temperaturas por encima de cero grados Celsius durante el 87 % del año (figura 29). Adicionalmente, una cobertura de ceniza volcánica sobre la superficie glaciar ha generado una reducción del albedo, con el consecuente aumento de la fusión del hielo (figura 30).

Figura 29. Distribución de los valores de temperatura diaria sobre el glaciar Conejeras, durante el 2021 (volcán Nevado Santa Isabel, Parque Nacional Natural Los Nevados)



Fuente: Ideam (2022).

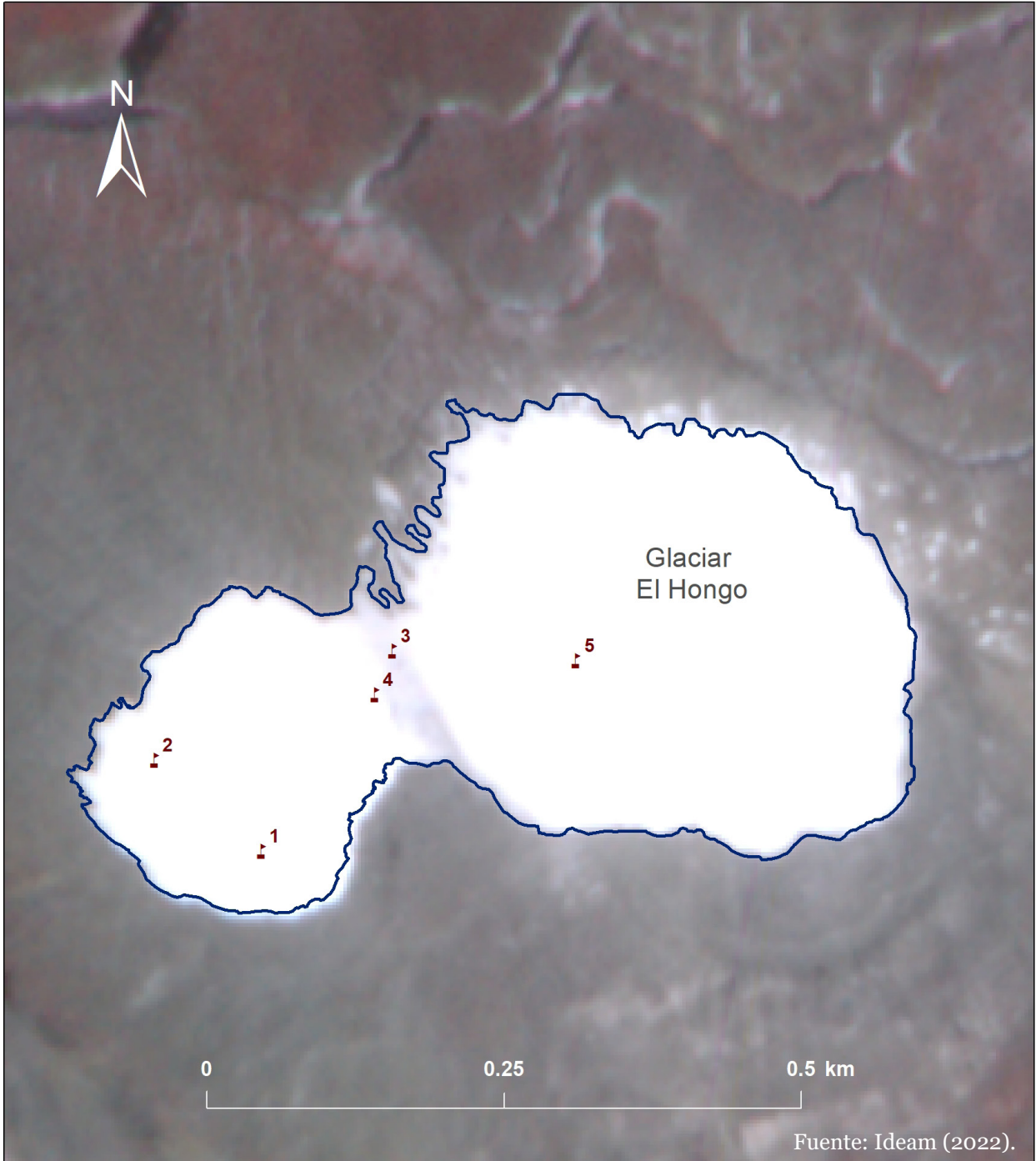
Figura 30. Comportamiento de la temperatura mensual sobre el glaciar Conejeras, durante el 2021 (volcán Nevado Santa Isabel, Parque Nacional Natural Los Nevados)



Fuente: Ideam (2022).

Debido al acelerado proceso de derretimiento del volcán Nevado Santa Isabel, en el sector glaciar Conejeras, se instala, para el mes de junio del 2021, una nueva red de medición sobre la superficie del glaciar El Hongo o Cumbre Norte, con el objetivo de poder continuar con el estudio de la dinámica del glaciar cuando el glaciar Conejeras esté extinto. La figura 31 muestra la zona de monitoreo glaciar en terreno y la ubicación de los nuevos sitios de medición.

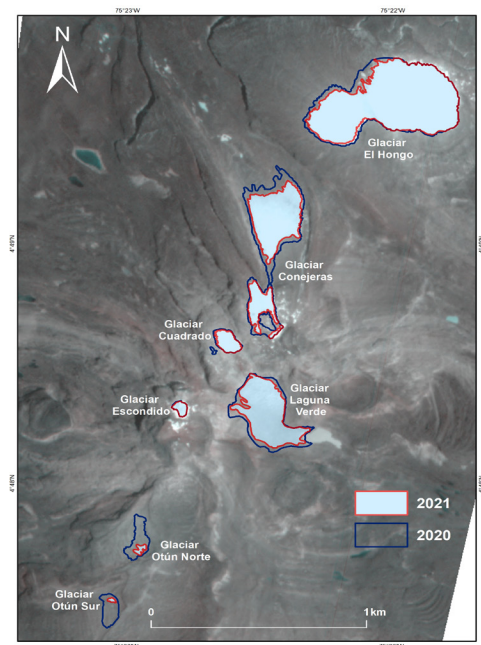
Figura 31. Zona de monitoreo glaciar y ubicación de la red de balizas o estacas para medición del cambio de la superficie glaciar del volcán Nevado Santa Isabel, sector glaciar El Hongo. Imagen del satélite PlanetScope del 17 de febrero del 2021



Fuente: Ideam (2022).

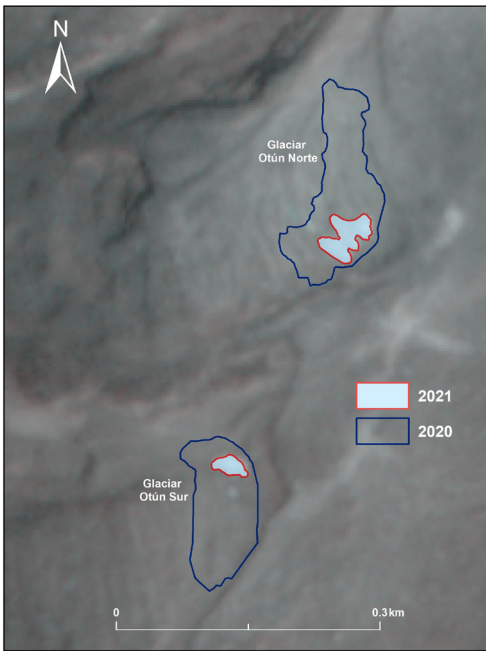
A continuación, se muestran los sectores del volcán Nevado Santa Isabel donde se pueden observar los cambios de la cobertura glaciар durante el período reportado.

Figura 32. Cambio de cobertura glaciар en el volcán Nevado Santa Isabel, durante los años 2020 y 2021



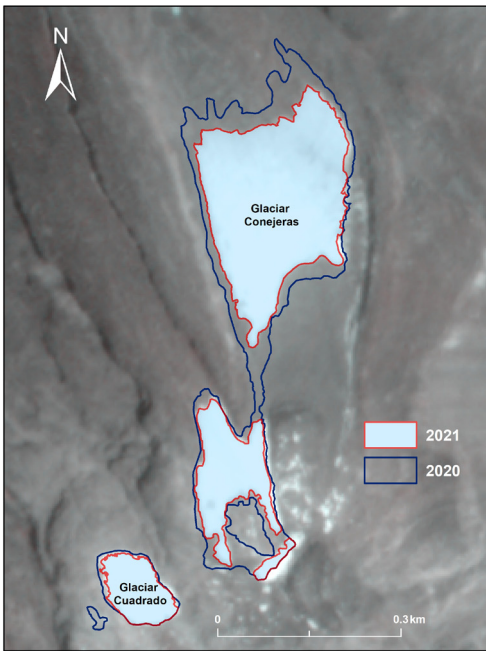
Fuente: Ideam (2022).

Figura 33. Cambio de cobertura glaciар en el sector de los glaciares Otún Norte y Otún Sur, durante los años 2020 y 2021



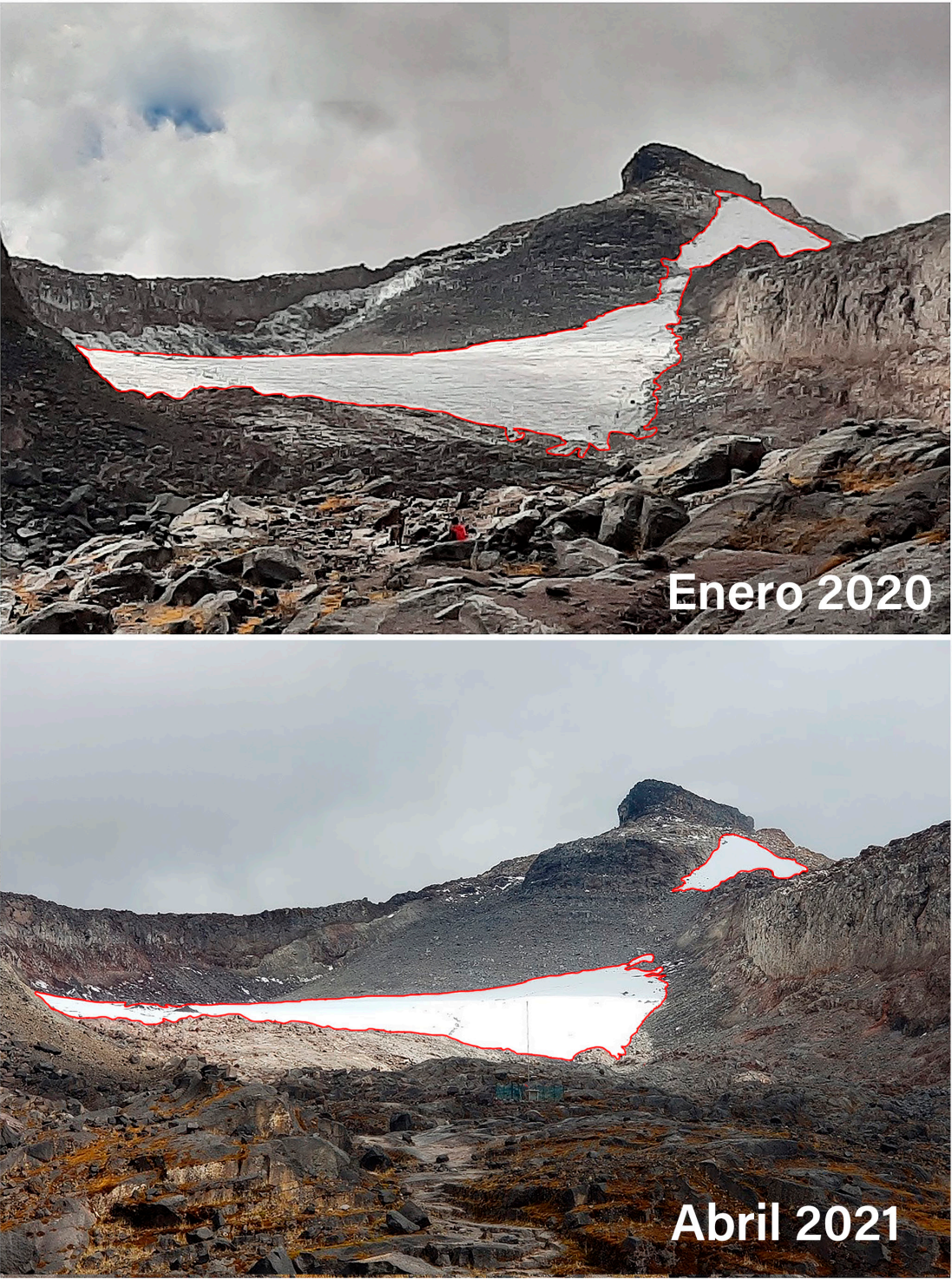
Fuente: Ideam (2022).

Figura 34. Cambio de cobertura glaciар en el sector de los glaciares Conejeras y Cuadrado, durante los años 2020 y 2021



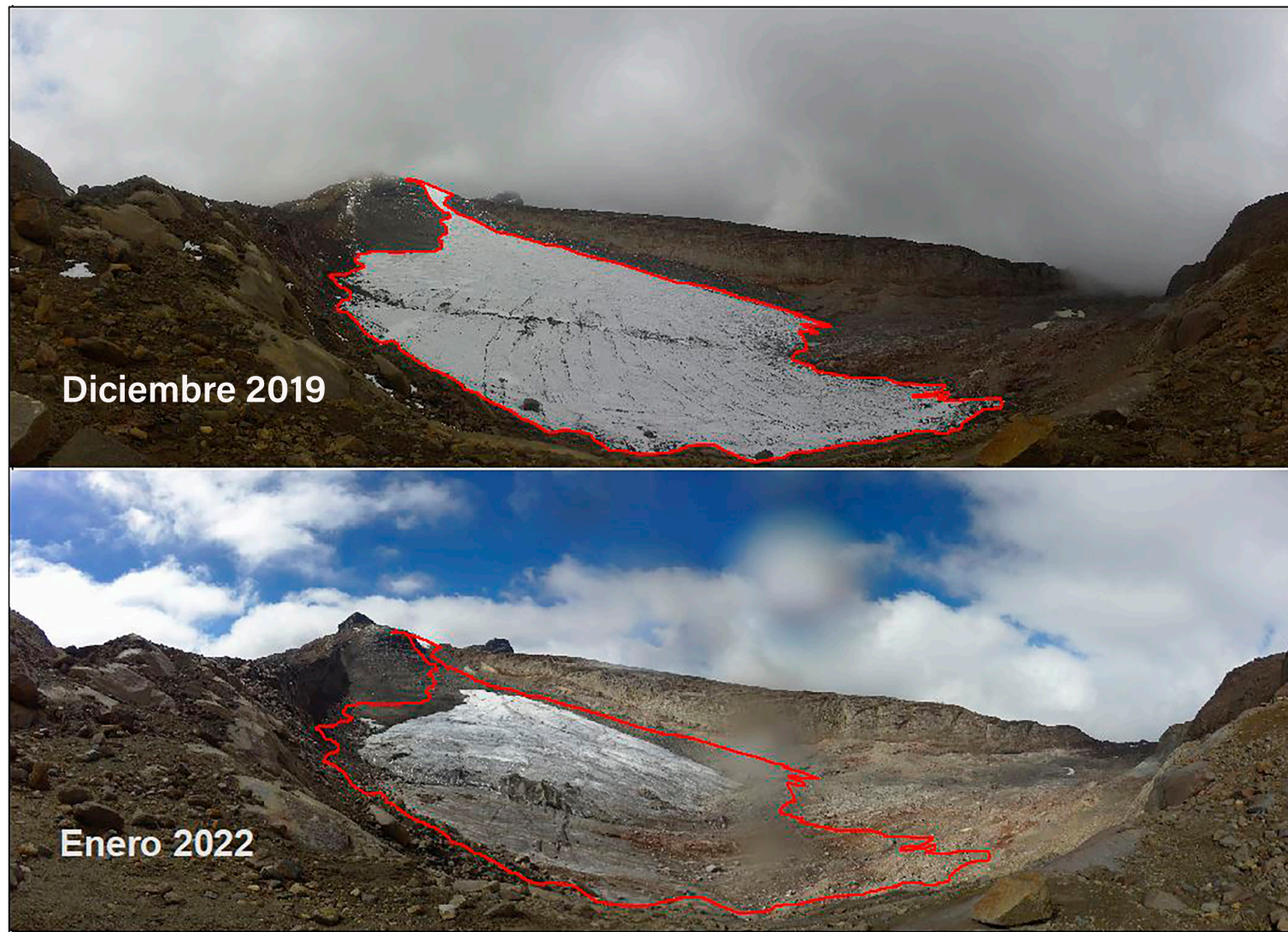
Fuente: Ideam (2022).

Figura 35. Cambio de cobertura glaciар en el volcán Nevado Santa Isabel, sector glaciар Conejeras, durante los años 2020 y 2021



Fuente: Ideam (2022).

Figura 36. Cambio de cobertura glaciar en el sector glaciar Conejeras, durante los años 2019 y 2022. Fotografías tomadas por una de las cámaras de foto-seguimiento



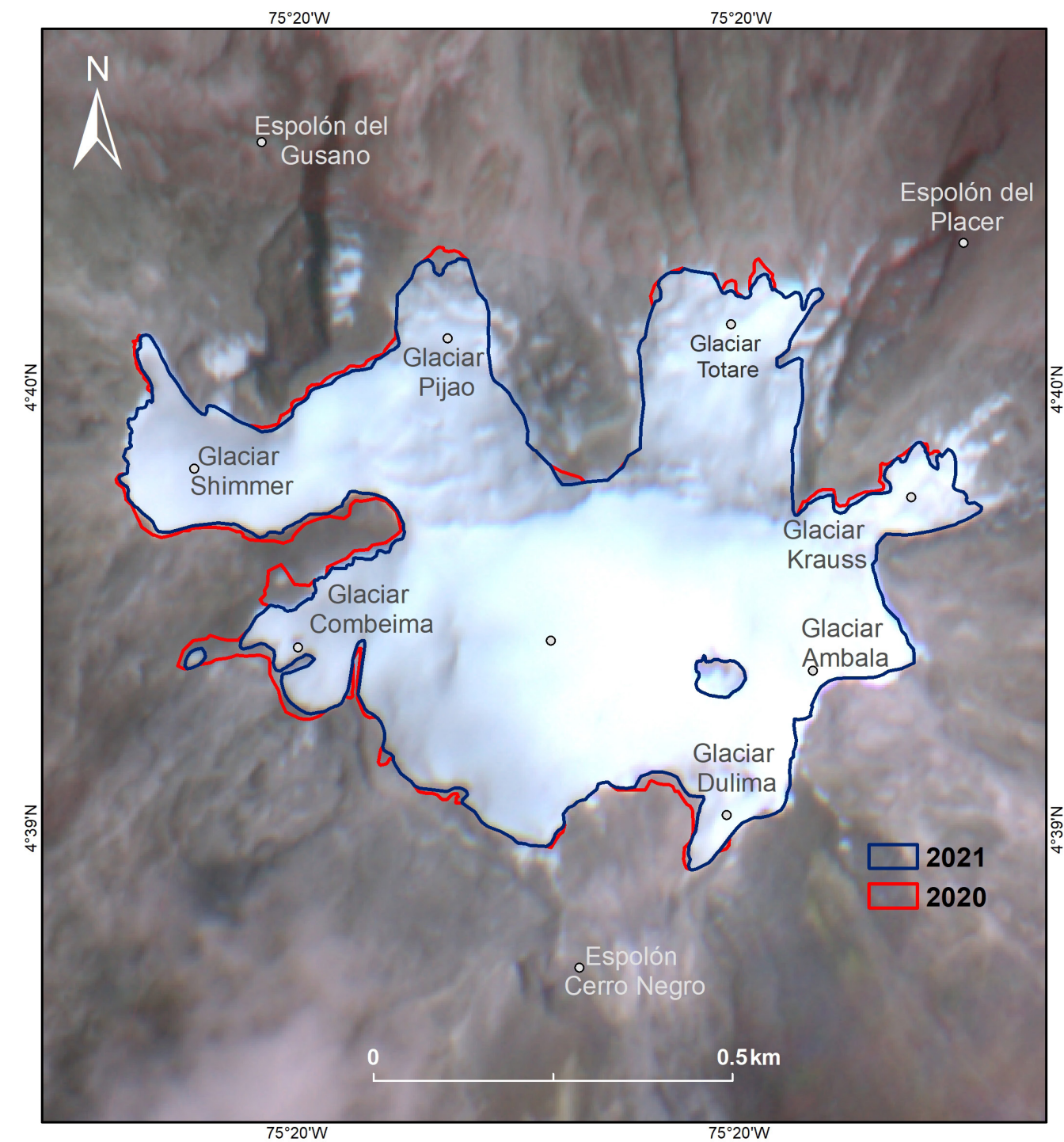
Fuente: Ideam (2022).

2.5. Volcán Nevado del Tolima (Dulima)

Localizado en la cordillera Central colombiana, en jurisdicción del Parque Nacional Natural Los Nevados, el glaciar del Tolima (Dulima) estaba históricamente compuesto por una única masa de hielo. Sin embargo, para el 2021, se reporta una pequeña fragmentación del hielo en la lengua del glaciar Combeima (figura 38). Para el año reportado (2021), el área de este nevado se calculó en $0,51 \pm 0,06 \text{ km}^2$, con una reducción de $0,02 \text{ km}^2$ (3,78 %) entre el período 2020 y 2021 (figura 37). A pesar de lo pequeño, la relativa baja reducción de área del Tolima se atribuye, principalmente, a que aproximadamente el 93 % del glaciar está por encima de los 5.000 metros de altitud (zona considerada como de acumulación por sus bajas temperaturas que mantienen las precipitaciones de nieve).

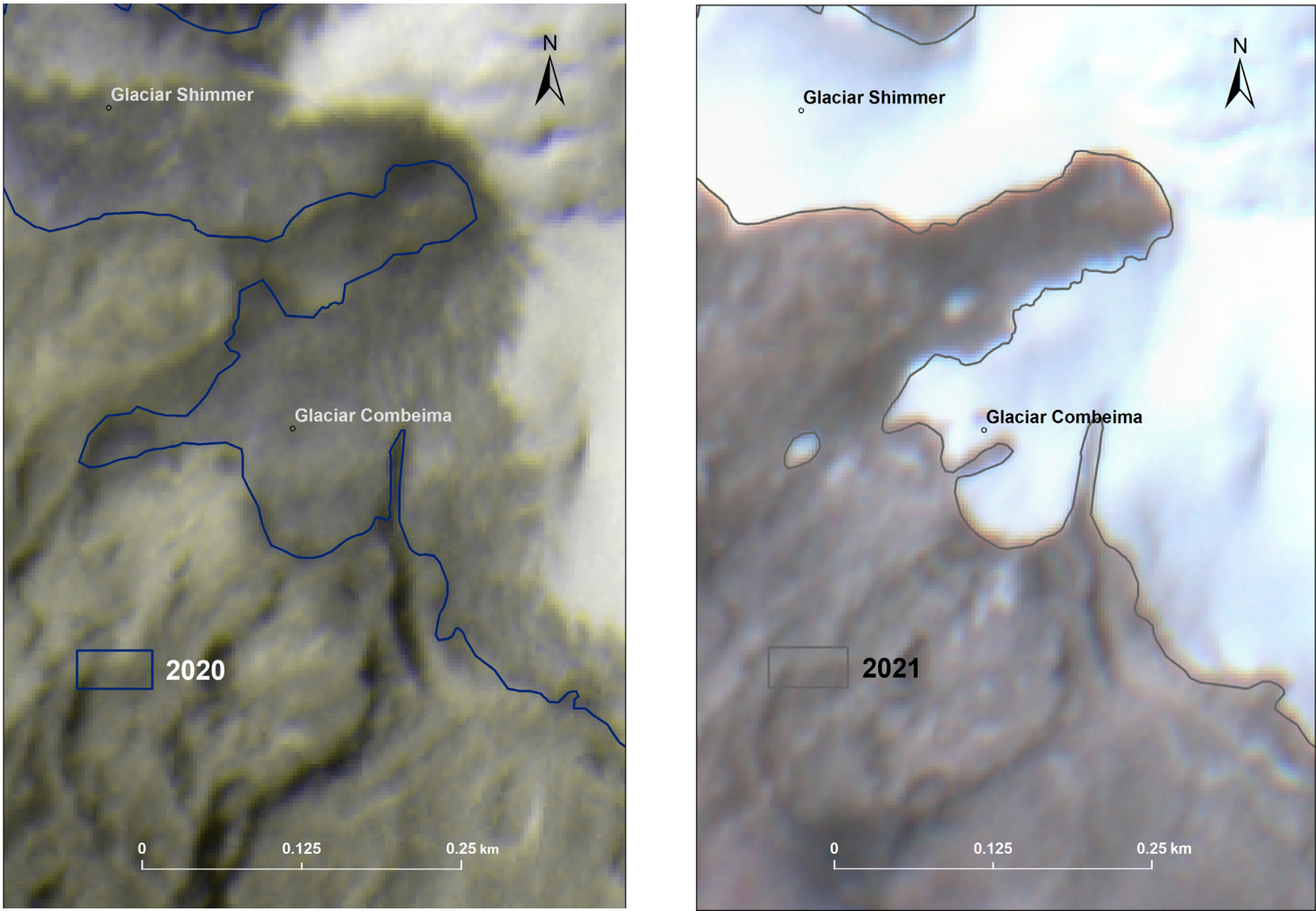


Figura 37. Volcán Nevado del Tolima. Imagen del satélite PlanetScope del 9 de marzo del 2021



Fuente: Ideam (2022). Imagen donada por Chemonics Inc. Colombia.

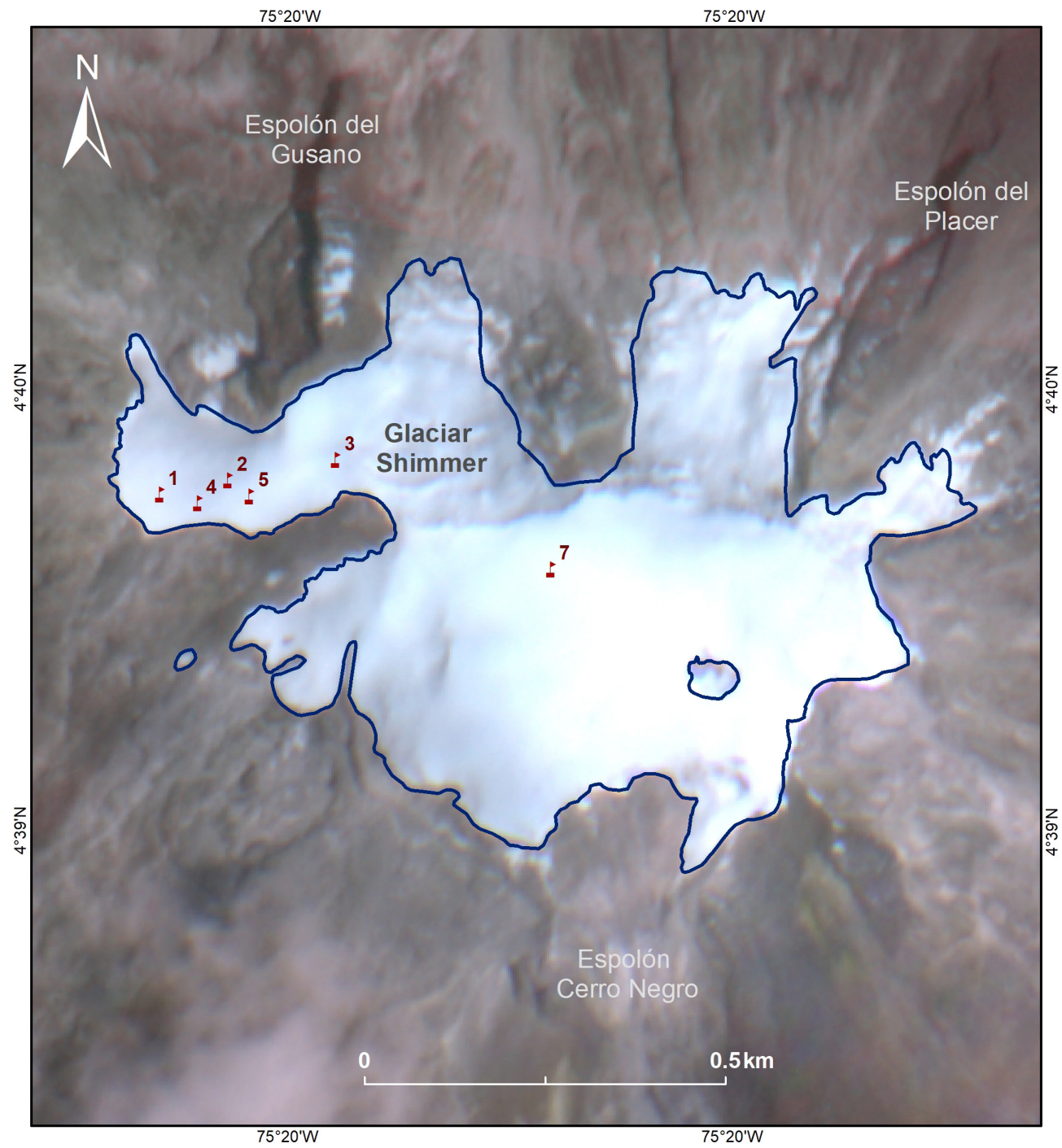
Figura 38. Fragmentación del glaciar Combeima. Imagen del satélite PlanetScope (derecha, 2020; izquierda, 2021)



Fuente: Ideam (2022). Imágenes donadas por Chemonics Inc. Colombia.

En febrero del 2021, este glaciar fue objeto de un monitoreo ambiental participativo, durante el cual los colectivos de jóvenes Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima y la Corporación Cumbres Blancas instalaron, bajo la asesoría técnica y el acompañamiento en campo del Ideam, una red de seis estacas o balizas para medir los cambios en la superficie del glaciar Tolima, sector glaciar Shimmer, lo que se considera el primer caso de ciencia ciudadana en un glaciar colombiano (figura 39).

Figura 39. Ubicación de la red de balizas o estacas para medición del cambio de la superficie del glaciar Shimmer, volcán Nevado del Tolima. Imagen del satélite PlanetScope del 9 de marzo del 2021



Fuente: Ideam (2022).

Durante las seis campañas de monitoreo realizadas por el colectivo tolimense, se registraron en la superficie glaciar acumulaciones sucesivas de nieve que variaron entre 0,5 y 1,31 m, como resultado del incremento de las temporadas de lluvia por el fenómeno climático extremo “La Niña” (figuras 40 y 41).

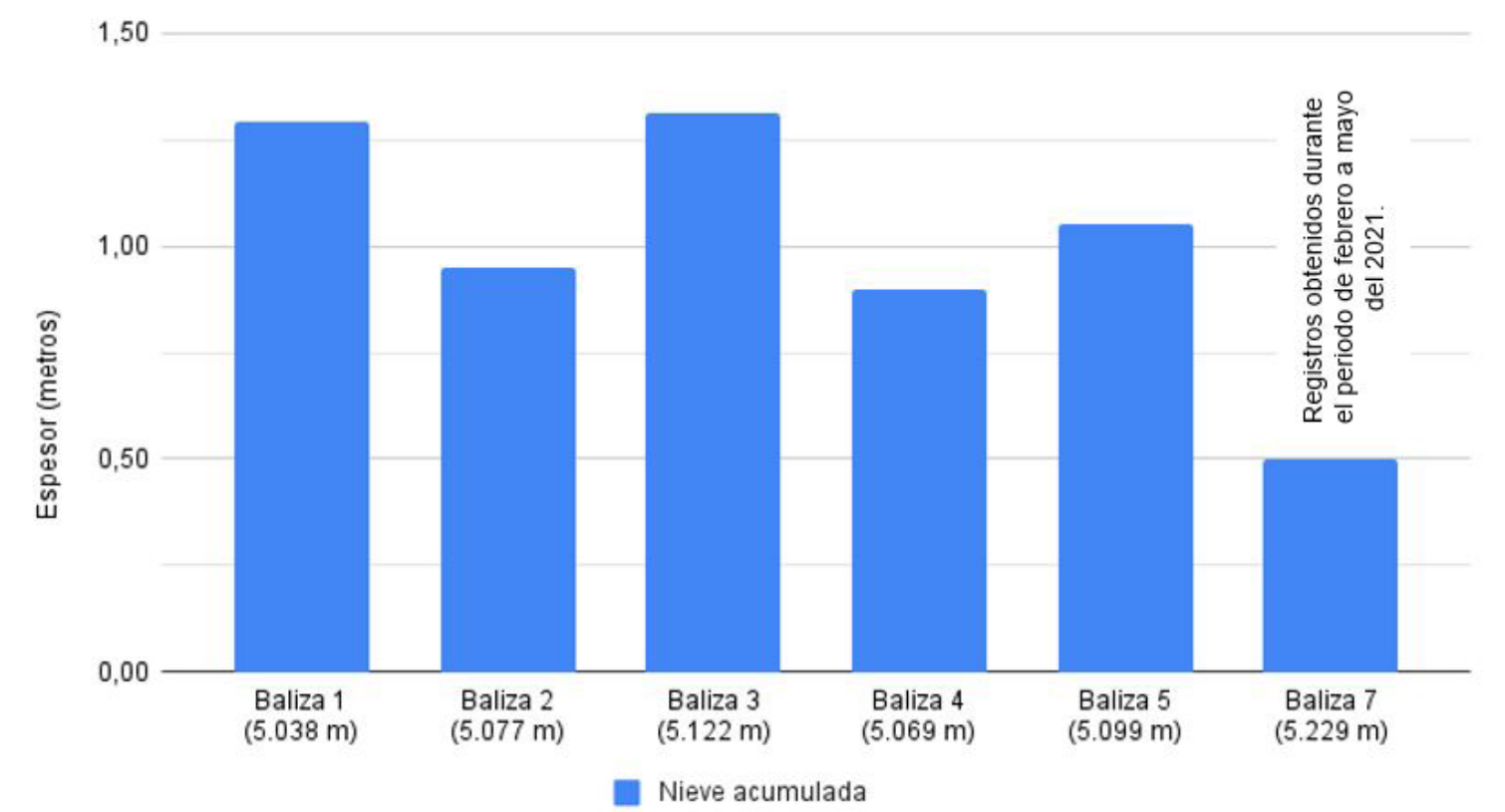
³ Datos procesados y socializados, en conjunto con el Ideam, como parte del ejercicio de monitoreo participativo en alta montaña.

Fotografía 8. Monitoreo glaciar participativo en el volcán Nevado del Tolima



Fuente: Herrera (2022).

Figura 40. Nieve acumulada en el sector glaciar Shimmer del volcán Nevado del Tolima, entre febrero del 2021 y enero del 2022. La baliza N.º 7 se encuentra cubierta de nieve desde mayo del 2021



Fuente: Red de Monitoreo Participativo volcán Nevado del Tolima (2022).

Fotografía 9. Acumulación de nieve en el glaciar del Tolima, sector glaciar Shimmer, entre febrero del 2021 (izquierda) y enero del 2022 (derecha)

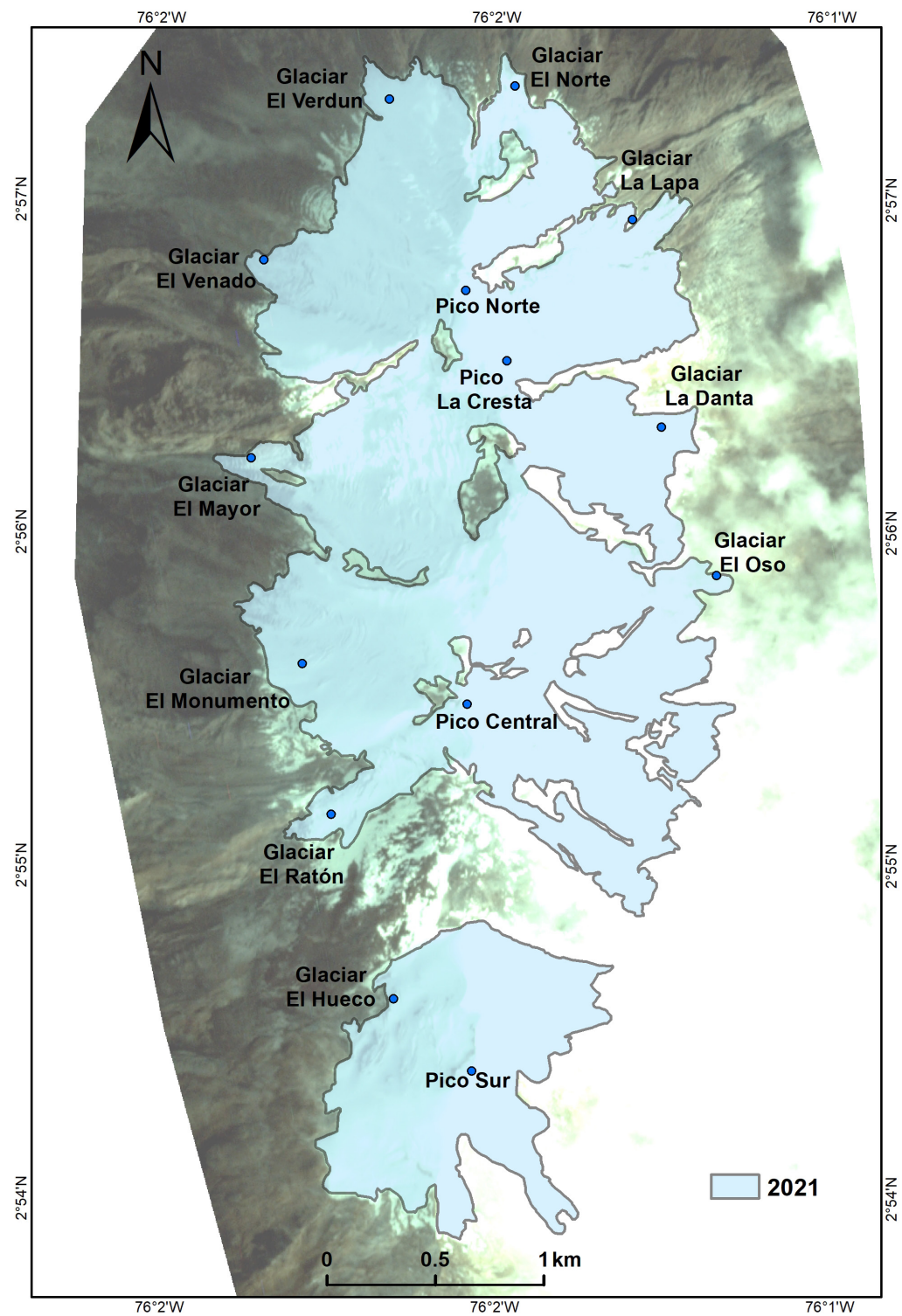


Fuente: Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima (2022).

2. 6. Volcán Nevado del Huila (Wila)

Localizado en la cordillera Central colombiana, en jurisdicción del Parque Nacional Natural Nevado del Huila, es el glaciar más meridional y con el punto de mayor altitud en los Andes colombianos. Está subdividido en dos grandes fragmentos de hielo (figura 42). Su área actual, para el 2021, se calculó en 6,64 ±0,42 km². Esto significa una pérdida de 0,22 km² (3,2 %) respecto a la medición anterior en el 2020 (6,86 ± 0,45 km²).

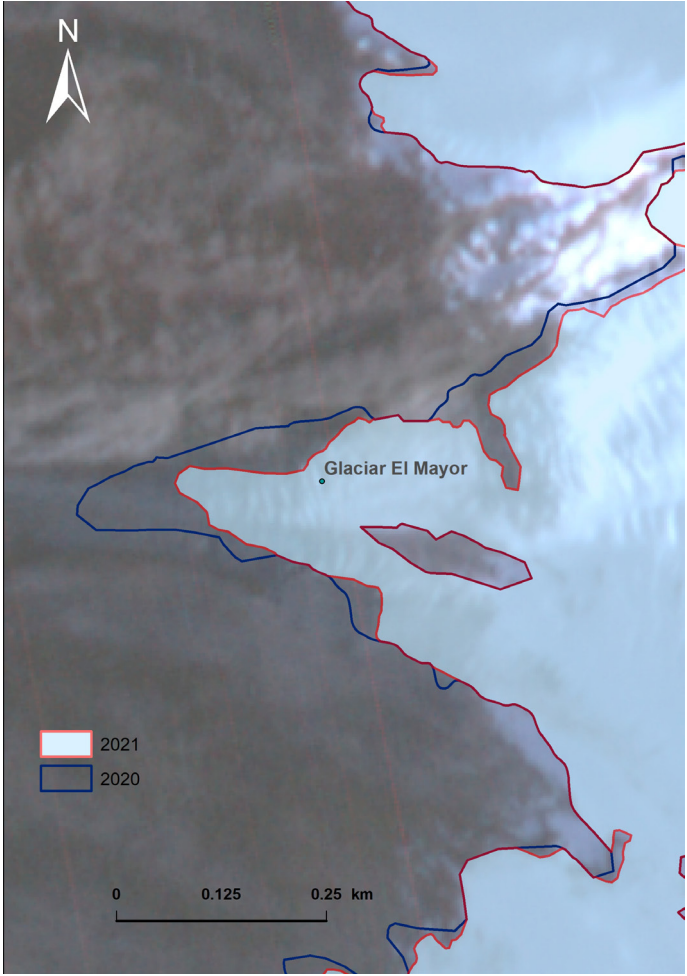
Figura 41. Volcán Nevado del Huila. Imagen del satélite PlanetScope del 5 de enero del 2021



Fuente: Ideam (2022).

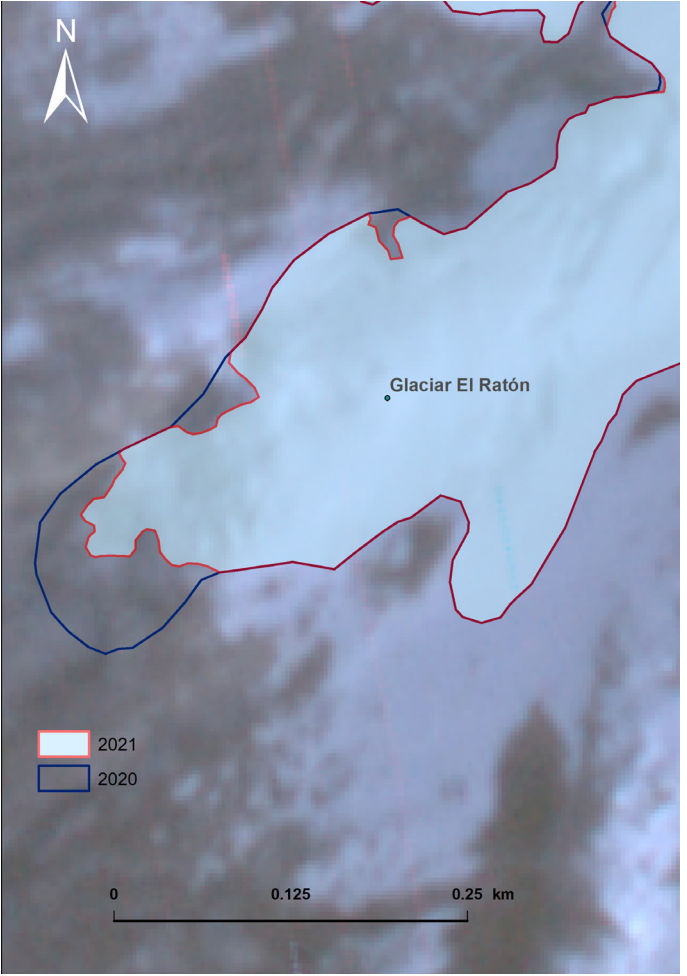
A continuación, se muestran los sectores del volcán Nevado del Huila donde se registraron los mayores cambios de la cobertura glaciaria entre el 2020 y 2021.

Figura 42. Cambio de cobertura glaciaria en el sector glaciario El Mayor, durante los años 2020 y 2021



Fuente: Ideam (2022).

Figura 43. Cambio de cobertura glaciaria en el sector glaciario El Ratón, durante los años 2020 y 2021



Fuente: Ideam (2022).

3. Impacto de “La Niña” en los glaciares

En el 2021, se registraron varias nevadas en la alta montaña, algunas de ellas en los Parques Nacionales Naturales Los Nevados y El Cocuy (ver fotografías), que alcanzaron a cubrir el páramo desde los 4.000 m de altitud aproximadamente, con una capa de nieve y granizo de hasta 15 cm. La figura 45 evidencia la acumulación de nieve en la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán. El comportamiento de la temperatura del aire también estuvo influenciado por este fenómeno de variabilidad climática; la figura 46 muestra el comportamiento de la temperatura del aire en una estación meteorológica localizada sobre la superficie del glaciar Santa Isabel, sector Conejeras, que registró una temperatura promedio de 0.3 °C, durante el período de enero a diciembre del 2021. Allí, los días más fríos se registraron el 13 de septiembre en la madrugada (2:00 a 6:00 a. m.), con una temperatura de -4,45 °C, y el 19 de enero (4:00 a. m.), con una temperatura de -4,44 °C. Los días con la temperatura más alta se registraron el 1 de noviembre (10:00 a. m.), con una temperatura de 7,38 °C, y el 21 de marzo (12:30 p. m.), con 6,02 °C.

Fotografía 10. Aspecto del páramo en el Parque Nacional Natural El Cocuy (después de una nevada presentada el 11 de enero del 2021), asociado a un frente húmedo proveniente del oriente colombiano



Fotografía 11. Impacto del fenómeno climático “La Niña” del 2021 (generó nevadas que alcanzaron a cubrir el superpáramo). Nevada de abril del 2021 en el Parque Nacional Natural Los Nevados



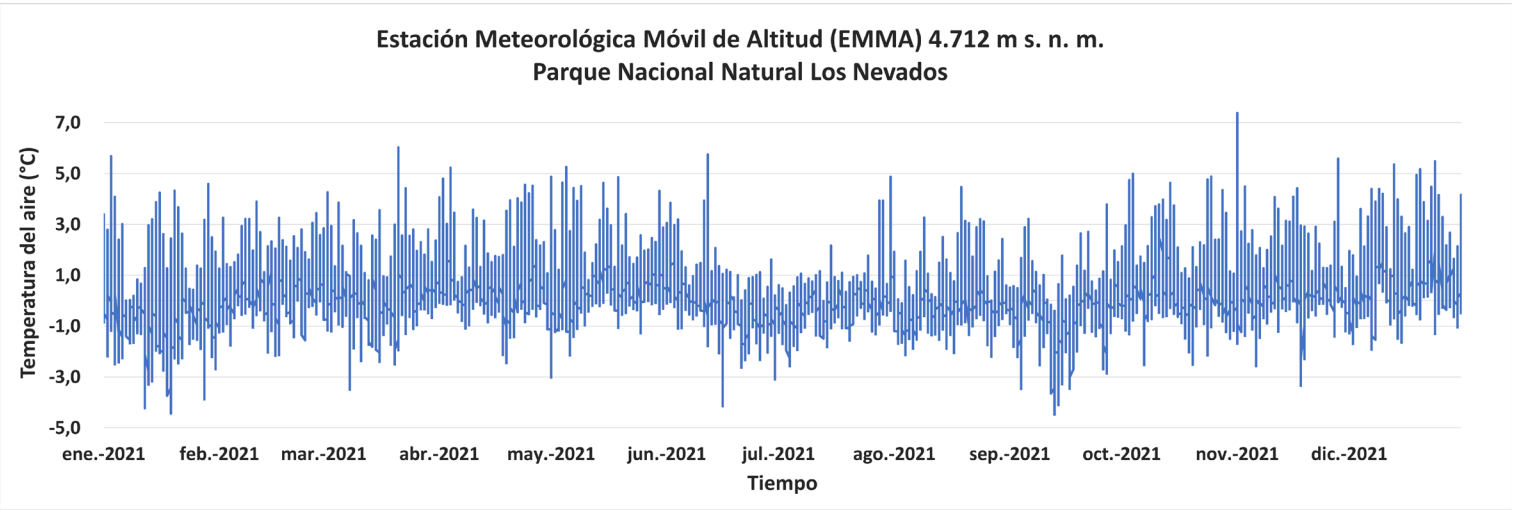
Fuente: Ceballos (2021).

Fotografía 12. La baliza o estaca hincada e inmóvil sobre la glaciación muestra la acumulación de nieve entre febrero (izquierda) y julio del 2021 (derecha), a una altitud de 5.100 m, en el glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán



Fuente: Ceballos (2021).

Figura 44. Temperatura ambiente diaria sobre la superficie del glaciar Conejeras, volcán Nevado Santa Isabel, en el 2021



Fuente: Ideam (2022).



Conclusiones

- La cobertura glaciar nacional continúa disminuyendo, aunque su ritmo se redujo ligeramente entre el 2020 y 2021, debido a los efectos del fenómeno climático extremo “La Niña”, que generaron un incremento en las precipitaciones sólidas (nieve y granizo) sobre los glaciares de los Andes colombianos, los cuales se mantuvieron gracias a las bajas temperaturas.
- Persiste el rápido derretimiento del glaciar Santa Isabel, el cual registró las mayores pérdidas de área durante el período reportado (22 %). Se destaca, para este glaciar, la extinción de los dos últimos relictos de hielo que pertenecían a la cuenca del río Otún. De seguir la actual tendencia de derretimiento, su extinción total podría suceder en el transcurso de los próximos 10 a 15 años.
- El indicador ambiental Balance de Masa Glaciar, que se calcula para dos glaciares colombianos (Sierra Nevada El Cocuy o Güicán y el volcán Nevado Santa Isabel), continuó en el 2021 siendo disímil entre ambos sitios y se atribuye, principalmente, a condiciones geográficas y climáticas locales y regionales. Así mismo, el balance de masa acumulado sigue siendo negativo para ambos sitios, pero desigual en sus pérdidas de masa.
- Por cuarto año (2017, 2018, 2019 y 2021,) la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, sector Ritacuba Blanco, presenta un balance de masa positivo (ganancia) como resultado de condiciones atmosféricas regionales y locales que han permitido frecuentes precipitaciones de nieve acumuladas sobre la superficie.
- La ubicación ecuatorial de los glaciares colombianos los hace particularmente sensibles a las condiciones climáticas actuales, pero, a pesar de que existe una condición global de cambio climático, hay circunstancias locales que acentúan o menguan su reducción. Algunas de ellas son la altitud, la pendiente, el clima local y la exposición al sol. Adicionalmente, los eventos climáticos regionales ENSO, en la fase cálida “El Niño”, acentúan el derretimiento, como en el caso del evento 2015-2016. Por el contrario, la fase fría “La Niña” tiende a estabilizar la reducción glaciar, como en el caso del evento 2010-2011.
- La alianza entre el colectivo de jóvenes Red de Monitoreo del Volcán Nevado del Tolima y el Ideam, para llevar a cabo un ejercicio de monitoreo participativo a la dinámica de un glaciar colombiano (Tolima,) resultó ser un ejercicio innovador y eficiente.

Referencias

IDEAM. (2020). Informe del estado de los glaciares colombianos 2020. Bogotá, Colombia.

Enlaces de interés

- Informe del Estado de los Glaciares 2020. <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/229819/GLACIARES+COLOMBIANOS+2020/027da172-1c95-4842-9f69-3b4ddcfc8767>
- Informe del Estado de los Glaciares 2019. <http://www.ideam.gov.co/documents/11769/229819/Estado+de+los+glaciares+colombianos+2019/ofdd1967-28bd-4120-9d58-8ebe81deaf8c>
- Informe del Estado de los Glaciares 2018. <http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72621342/Informe+del+Estado+de+los+glaciares+colombianos.pdf/26773334-c132-4672-91db-f620e-8a989f9>
- Glaciares de Colombia, más que montañas con hielo. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbi-blio/bvirtual/022428/022428.htm>
- Sitio web del Ideam, sección Glaciares. <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/glaciares>
- Sitio web del Ideam, sección Glaciares (documentos de interés). <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/investigacion-publicaciones>

Insumos para el cálculo del área glaciar en el 2021

Las imágenes de satélite utilizadas para este cálculo del área glaciar colombiana fueron donadas en el marco del Memorando de Entendimiento MoU-2019-1 entre el Ideam y Chemonics International Inc., sucursal Colombia, a través del proyecto “Modelos Innovadores de Conservación para Páramos y Bosques”.

Glaciar	Insumo	Resolución espacial	Fecha de toma
Volcán Nevado Santa Isabel	Imagen Pleiades	0,5 m	22 de noviembre del 2020
	Imagen PlanetScope	3 m	17 de febrero del 2021
Volcán Nevado Tolima	Imagen PlanetScope	3 m	9 de marzo del 2021
	Imagen Sentinel	10m	13 de abril del 2021
Volcán Nevado del Ruiz	Imagen Sentinel	10 m	13 de abril del 2021
	Imagen PlanetScope	3 m	30 de enero del 2021
Sierra Nevada de Santa Marta	Imagen Sentinel	10 m	14 de marzo del 2021
	Imagen Pleiades	0,5 m	21 de febrero de 2021
Sierra Nevada El Cocuy o Güicán	Imagen Spot 6	1,5 m	17 de enero del 2021
	Imagen PlanetScope	3 m	29 de enero de 2021
Volcán Nevado del Huila	Imagen PlanetScope	3m	05 de enero del 2021
	Imagen PlanetScope	3m	29 de enero del 2021



