



Generación de Conocimiento e Investigación
**Plan General de la Operación Estadística Balance
de Masa Glaciar**

Código: GCI-BG-PG001
Versión: 04
Fecha: 24/02/2026



Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

CONTENIDO

1	IDENTIFICACIÓN Y CONFIRMACIÓN DE NECESIDADES	5
1.1	Nombre de la operación estadística:	5
1.2	Actividades para consolidar las necesidades de la operación estadística..	5
1.3	Necesidades de información confirmadas con los usuarios	6
1.3.1	Caracterización de usuarios y uso de la información	6
1.3.2	Identificación de las necesidades.....	19
1.3.3	Evaluación de la satisfacción de los usuarios	21
2	JUSTIFICACIÓN	24
2.1	Importancia y beneficios para el país	24
2.2	Relevancia de los resultados de la operación estadística.....	27
3	OBJETIVOS	28
3.1	Objetivo general	28
3.2	Objetivos específicos	28
4	ALCANCE TEMATICO.....	28
5	CONCEPTOS BÁSICOS, VARIABLES, INDICADORES ESTADÍSTICOS Y CLASIFICACIONES	29
5.1	Generalidades.....	29
5.2	Conceptos básicos.....	31
5.3	Variables.....	33
5.4	Indicadores estadísticos	35

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

5.5 Nomenclaturas y clasificaciones (cuando aplique)	36
6 RESULTADOS ESPERADOS	38
7 EXPLORACIÓN Y COMPROBACIÓN DE FUENTES DE DATOS Y SU DISPONIBILIDAD	40
8 EXPLORACIÓN METODOLÓGICA	41
8.1 Aspectos básicos para el diseño estadístico	41
8.1.1 Tipo de operación estadística:	42
8.1.2 Universo de estudio	42
8.1.3 Población objetivo:	43
8.1.4 Unidades estadísticas:	43
8.1.5 Periodo de referencia	44
8.1.6 Periodo de recolección/acopio y frecuencia	45
8.1.7 Cobertura geográfica:	46
8.2 Método y técnicas de recolección y/o acopio de los datos:	48
8.3 Instrumento de recolección apropiado	50
8.4 Métodos, estrategias e instrumentos propuestos para el procesamiento y análisis	50
8.5 Infraestructura requerida	51
8.6 Pruebas previstas de los diseños y su construcción	52
9 DIAGNÓSTICO DEL MARCO ESTADÍSTICO	52
10 PLAN DE ACTIVIDADES, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO	52
11 BIBLIOGRAFÍA	53
12 HISTORIAL DE CAMBIOS	54



Generación de Conocimiento e Investigación
Plan General de la Operación Estadística Balance
de Masa Glaciar

Código: GCI-BG-PG001
Versión: 04
Fecha: 24/02/2026

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

1 IDENTIFICACIÓN Y CONFIRMACIÓN DE NECESIDADES

1.1 Nombre de la operación estadística:

BALANCE DE MASA GLACIAR (BMG)

1.2 Actividades para consolidar las necesidades de la operación estadística

El IDEAM establece mecanismos e instrumentos para la detección y análisis de usuarios y necesidades de información glaciológica. Este reconocimiento y caracterización inicia por medio del Grupo de Servicio al Ciudadano, que en un proceso interno selecciona y dirige las necesidades provenientes de usuarios externos (PQRS) a las áreas temáticas.

Complementariamente se recolecta e identifica los usuarios y necesidades de información glaciológica también por medio de la herramienta de encuesta.

La información obtenida por medio de PQRS, aplicación de encuesta, correo electrónico, o cualquier otro canal de atención dispuesto por el IDEAM; se documenta en el formato GCI-OE-F001 de **FORMATO IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE USUARIOS Y NECESIDADES DE INFORMACIÓN GLACIOLÓGICA**.

Complementariamente y debido a la importancia de realizar un seguimiento continuo a la dinámica de la criosfera terrestre como indicador del actual cambio climático, Colombia responde a llamados de solicitudes de información de redes

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

internacionales que recopilan datos de glaciares, entre ellos, datos de balance de masa.

1.3 Necesidades de información confirmadas con los usuarios

1.3.1 Caracterización de usuarios y uso de la información.

Usuarios y necesidades internas

Los usuarios internos de la entidad que requieren de la información estadística como otras dependencias que fungen como usuarias de la información, utilizan canales internos como el correo electrónico institucional, el Sistema de Gestión Documental (ORFEO) o solicitudes formales como memorandos para dichos requerimientos. La información estadística de la operación puede y ha sido usada en diferentes informes y comunicaciones eventuales de la entidad productora. A continuación, se reseñan los principales productos de otras dependencias al interior del IDEAM, que representan necesidades periódicas internas de la información estadística.

• Estudio Nacional del Agua (ENA):

Los Estudios Nacionales del Agua son documentos misionales del IDEAM, que de manera periódica dan cuenta del estado y dinámica del agua y los recursos hídricos en Colombia, uno de los cuales es el estado de los glaciares del país (IDEAM, 2015). El ENA contribuye aportando y actualizando información y conocimiento sobre la oferta, la demanda, la calidad, el riesgo, las respuestas hidrológicas a la variabilidad climática, las aguas subterráneas y la huella hídrica en Colombia (IDEAM, 2019). En esta publicación, con una periodicidad de cuatro años, se integra la información de Balance de Masa Glaciar como base de

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

información y aportante al enfoque conceptual y la metodología general a partir de la cual se realiza dicho estudio tan relevante para el país. La información de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar ha sido reportada en los ENA 2014 (IDEAM, 2015), ENA 2018 (IDEAM, 2019), ENA 2022 (IDEAM 2023) a manera de una síntesis de las características, el estado y la evolución reciente de los glaciares colombianos.

Aquí se puede encontrar el último informe del Estudio Nacional de Agua:

<https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/publicacion-jue-23032023-1200>

• **Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables (IEARNR)**

Este informe, publicado anualmente y coordinado por el IDEAM, incluye información oficial y un análisis en temas ambientales como aire, ecosistemas, cambio climático, biodiversidad, residuos, meteorología y agua de todo el país. Este documento pone a disposición de la comunidad en general, la información generada por los institutos de investigación adscritos y vinculados al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en relación con el estado, el comportamiento, la calidad y la cantidad de los recursos naturales renovables del país; en los que se incluye información de los glaciares colombianos y su proceso de derretimiento, como parte integral del capítulo de evidencias y casos territoriales de un clima cambiante (IDEAM, IAvH, Invemar, IIAP y Sinchi, 2019). La información de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar ha sido reportada en los Informes del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables de los años 2010 (IAvH et.al., 2011), 2011 (IDEAM et.al., 2013),

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

2014 (IDEAM, 2015 B), 2016 (IDEAM et.al., 2017), 2017-2018 (IDEAM et.al., 2019), 2019 (IDEAM et.al., 2021), 2020 (IDEAM et.al., 2022), 2021-2022 (IDEAM et.al., 2023), 2023 (IDEAM et.al., 2024); y la construcción del IEARNR 2024, el cual será publicado en el 2026.

En el enlace relacionado a continuación se encuentra el último Informe del estado del ambiente y los recursos naturales renovables: <https://ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/Estado-del-ambiente-y-los-recursos-naturales>

• **Comunicación Nacional de Cambio Climático**

Esta Comunicación Nacional publicada por el IDEAM, es el principal mecanismo de reporte que tienen los países miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para comunicar los avances en la implementación de la Convención (IDEAM, PNUD, MADS, DNP y CANCELLERÍA, 2017). Hasta la actualidad se han presentado tres versiones (2001, 2010 y 2017) como parte de un proceso de construcción colectiva interinstitucional para la recolección y el análisis de la información relacionada con el cambio climático. La información estadística obtenida por la operación permitió argumentar parte integral del análisis de cambios de coberturas glaciares en Colombia en la Segunda Comunicación (IDEAM, 2010), así como parte del capítulo de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en el marco de la Articulación de Gestión del riesgo y adaptación al Cambio Climático - UNDGR de la Tercera Comunicación (IDEAM et.al., 2017 B).

La información compartida en diferentes productos tales como la Cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático tienen particular relevancia, ya que

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

la OE BMG ofrece información relevante del estado de los glaciares colombianos y la evolución glaciar frente a escenarios departamentales de cambio climático. Esto genera que la información producida en esta operación sea tenida en cuenta para las comunicaciones oficiales del IDEAM en las que se vislumbran recomendaciones de política pública y acciones de mitigación y adaptación.

Enlace: <https://visualizador.ideam.gov.co/portal/apps/storymaps/stories/660ec48de9454157b54adc074b1f38fd>

• **Informe del estado de los glaciares colombianos**

Este informe, de publicación anual y emitido por el IDEAM, en el que se presentan elementos como el indicador ambiental de Área y cambio de cobertura glaciar, el indicador ambiental de Balance de Masa Glaciar, las tecnologías de monitoreo glaciar, entre otras. En esta publicación se informa de manera detallada el Balance de Masa Glaciar para el Glaciar El Hongo del Nevado Santa Isabel, el Glaciar Ritacuba Blanco de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán y el Glaciar Shimmer, del Nevado del Tolima. En este informe se detallan aspectos conceptuales del Balance de Masa Glaciar, los valores calculados para el periodo de tiempo descrito y un análisis del comportamiento de este indicador de acuerdo con las características climáticas de la zona, en ese periodo hidrológico.

El último informe del Estado de los Glaciares Colombianos se encuentra publicado en el siguiente enlace: <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/Informe%20del%20estado%20de%20los%20glaciares%20colombianos>

Usuarios y necesidades externas

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

Desde el ámbito nacional, diferentes entidades han presentado necesidades de información glaciológica, directa o indirectamente dada la representatividad de los datos para la comprensión del medio ambiente y el cambio climático. Tal es el caso del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's), quienes a su vez también usan información registrada en el Estudio Nacional del Agua (ENA) y en el Informe del Estado del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (IEARNR). Vale la pena destacar a la entidad de orden nacional Parques Nacionales Naturales de Colombia, encargada de la administración y manejo del Sistema de Parques Nacionales Naturales y la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, como otro usuario de información glaciológica; particularmente en los Parques Nacionales Naturales dentro de los cuales se están los glaciares estudiados.

A nivel internacional, la Operación Estadística BMG encuentra la principal razón de la necesidad para su desarrollo y viabilidad en el hecho que es de importancia mundial. El IDEAM ha conformado desde el año 2006 una red de monitoreo glaciológico e hidrometeorológico en la alta montaña para comprender su funcionamiento y la relación con el clima y su cambio. Dos glaciares de estudio se han instrumentado para observarlos directamente en campo: el volcán nevado Santa Isabel (cordillera Central, departamentos de Caldas, Tolima y Risaralda, en el Parque Nacional Natural los Nevados) y la sierra nevada El Cocuy o Güicán (cordillera Oriental, departamentos de Boyacá y Arauca, en el Parque Nacional Natural El Cocuy). Gracias a este monitoreo en terreno, que tienen como eje central la operación estadística, el primero de estos glaciares ha sido incluido como un glaciar representativo ecuatorial con información detallada en los boletines de cambio glaciar global de la principal red de datos glaciológicos en el planeta y usuario de la información: el Servicio Mundial de Monitoreo Glaciar (WGMS, por sus siglas en inglés) con sede en la Universidad de Zúrich

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

en Suiza. La necesidad de este organismo internacional por los datos generados de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar se materializa mediante una solicitud vía correo electrónico con el asunto “*Call for data*” la cual es anual e ininterrumpida desde 2009, cuando Colombia logra por primera vez en su historia ingresar a esta red mundial, cumpliendo los requisitos como observaciones sistemáticas, metódicas, continuas e institucionalmente soportadas en el tiempo, exigidos por esta organización.

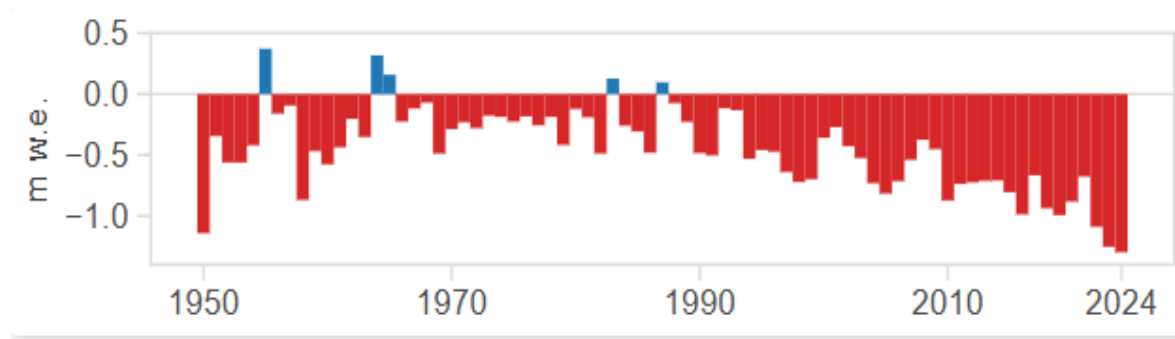


Figura 1. Balance de masa anual de los glaciares de referencia con más de 30 años de mediciones glaciológicas en curso. Los valores de cambio de masa anual se presentan en el eje y en la unidad de metro equivalente de agua (m we), que corresponde a toneladas por metro cuadrado (1000 kg m^{-2}). Fuente: WGMS, 2025.

Esta correspondencia supone la confirmación de la necesidad de información de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar por parte de esta autoridad mundial. En el caso de Colombia, al ser el IDEAM la única entidad pública encargada misionalmente del estudio de los glaciares colombianos, desde el año 2015 y hasta la actualidad, el profesional especializado de la Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, Jorge Luis Ceballos Liévano es el representante nacional de Colombia (<https://wgms.ch/contact-ncs/>). Las tareas principales de los corresponsales nacionales son a) coordinar el monitoreo

glaciar del país representado, b) ser el nodo central de comunicación entre el país y el personal del organismo internacional y c) ser el principal responsable de la recolección de datos y del envío de dichos datos para su publicación en la serie de boletines de cambio glaciar global, una de las publicaciones más importantes de este organismo internacional. En la Figura 2 y Tabla 1 se puede observar la red mundial de glaciares que reportan Balances de masa glaciar, en las que Colombia tiene glaciares catalogados como “*benchmark*”, que son los glaciares con menos de 30 años de mediciones continuas que hacen parte de este servicio de monitoreo.

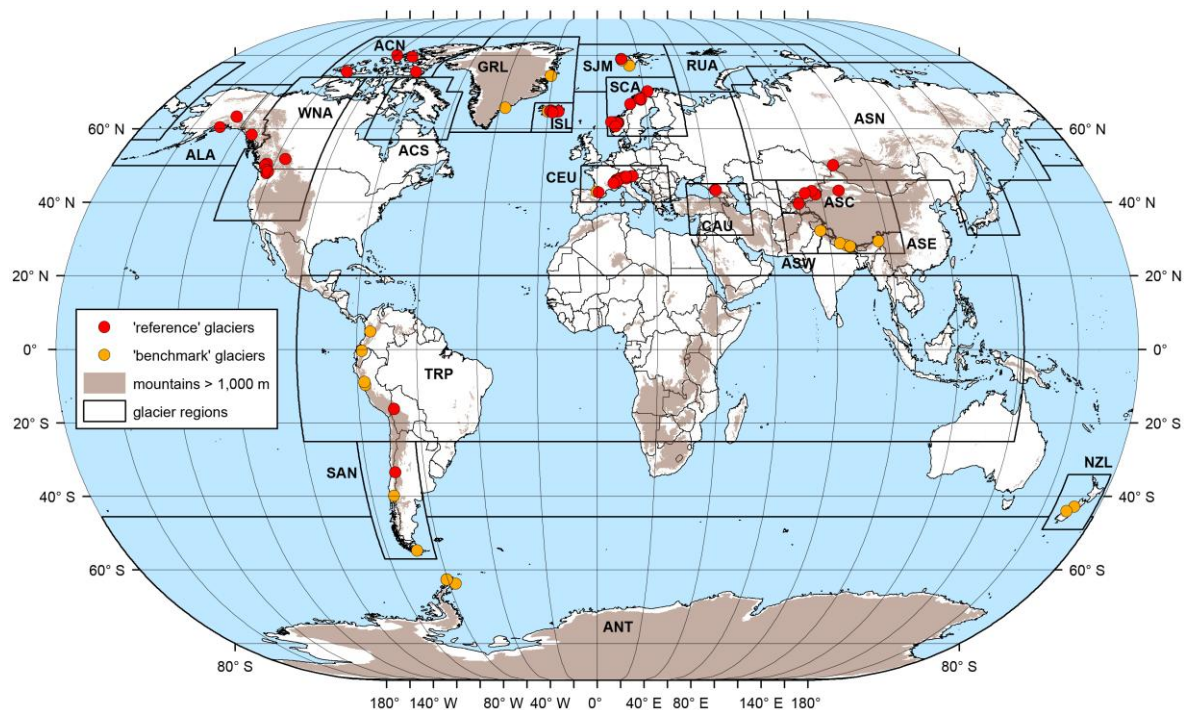


Figura 2. Lugares en el mundo donde se realizan observaciones de balance de masa glaciológico - Glaciares de referencia y “benchmark”. Tomado de:
https://wgms.ch/products_ref_glaciers/

Glaciares de referencia (más de 30 años de mediciones continuas)		
Región	País	Nombre del glaciar

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	--	---

ALASKA	US	GULKANA
	US	WOLVERINE
AMÉRICA DEL NORTE OCCIDENTAL	US	COLUMBIA (2057)
	US	EASTON
	US	LEMON CREEK
	US	RAINBOW
	US	SOUTH CASCADE
	CA	HELM
	CA	PEYTO
	CA	PLACE
CANADÁ ÁRTICO NORTE Y SUR	CA	DEVON ICE CAP NW
	CA	MEIGHEN ICE CAP
	CA	MELVILLE SOUTH ICE CAP
	CA	WHITE
ISLANDIA	IS	BRÚARJÖKULL
	IS	EYJABAKKAJÖKULL
	IS	HOF SJÖKULL E
	IS	HOF SJÖKULL N
	IS	HOF SJÖKULL SW
	IS	TUNGNÁRJÖKULL
SVALBARD Y JAN MAYEN	SJ	AUSTRE BROEGGERBREEN
	SJ	MIDTRE LOVÉN BREEN
ESCANDINAVIA	NO	AALFOTBREEN
	NO	ENGABREEN
	NO	GRAASUBREEN
	NO	HELLSTUGUBREEN

	NO	LANGFJORDJOEKELEN
	NO	NIGARDSBREEN
	NO	REMBESDALSKAAKA
	NO	STORBREEN
	SE	MARMAGLACIÄREN
	SE	RABOTS GLACIÄR
	SE	RIUKOJIETNA
	SE	STORGLACIÄREN
EUROPA CENTRAL	AT	GOLDBERGKEES
	AT	HINTEREISFERNER
	AT	JAMTALFERNER
	AT	KESSELWANDFERNER
	AT	PASTERZE
	AT	VERNAGTFERNER
	CH	ALLALIN
	CH	BASÒDINO
	CH	GIÉTRO
	CH	GRIES
	CH	SILVRETTA
	ES	MALADETA
	FR	ARGENTIÈRE
	FR	SAINT SORLIN
	FR	SARENNE
	IT	CARESÈR
	IT	CIARDONEY
CÁUCASO Y MEDIO ORIENTE	RU	DJANKUAT
	RU	GARABASHI

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

	RU	LEVIY AKTRU
ASIA CENTRAL	KG	ABRAMOV
	KG	GOLUBIN
	KG	KARA-BATKAK
	KZ	TS. TUYUKSUYSKIY
	CN	URUMQI GLACIER NO. 1
ANDES MERIDIONALES	BO	ZONGO
	CL	ECHAUREN NORTE
Glaciares "Benchmark" (Menos de 30 años de mediciones continuas)		
Región	País	Nombre del glaciar
GROENLANDIA	GL	FREYA
	GL	MITTIVAKKAT
ISLANDIA	IS	LANGJÖKULL ICE CAP
SVALBARD Y JAN MAYEN	SJ	IRENEBREEN
	SJ	WALDEMARBREEN
	SJ	WERENSKIOLDBREEN
EUROPA CENTRAL	FR	OSSOUE
ASIA CENTRAL	CN	PARLUNG NO. 94
ASIA SUROESTE Y SUDESTE	IN	CHHOTA SHIGRI
	NP	MERA
	NP	POKALDE
	NP	RIKHA SAMBA
	NP	YALA
ANDES MERIDIONALES	AR	MARTIAL ESTE
	BO	CHARQUINI SUR
	CL	MOCHO CHOSHUENCO SE

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

	CO	CONEJERAS
	EC	ANTIZANA 15 ALPHA
NUEVA ZELANDA	NZ	BREWSTER
	NZ	ROLLESTON
ANTÁRTIDA E ISLAS SUBANTÁRTICAS	AQ	BAHÍA DEL DIABLO
	AQ	HURD
	AQ	JOHNSONS

Tabla 1. Lugares en el mundo donde se realizan observaciones de balance de masa glaciológico. Tomado de: https://wgms.ch/products_ref_glaciers/

La información básica reportada corresponde con la generada el año inmediatamente anterior de este “llamado de datos”, debido a la necesidad de reportar un año hidrológico completo. Por ejemplo, a mediados de octubre de 2025, la WGMS envía el mensaje “call-for-data 2025”, que concierne al cálculo generado en los dos glaciares de estudio durante el ciclo hidrológico 2024.

Son 130 glaciares en el mundo que reportan a esta entidad suiza datos de balance de masa. Para Colombia, el volcán nevado Santa Isabel en el sector geográficamente conocido como Conejeras, fue el sitio de monitoreo continuo desde marzo de 2006 y cuyos datos del balance de masa fueron aceptados para incorporarlo a la base de datos mundial desde 2009. Este sector o glaciar Conejeras se le asignó el código WGMS ID: 2721. Los datos de balance de masa glaciar reportados pueden evidenciarse en los siguientes enlaces: <https://wgms.ch/data/glacier-profiles/2721.html>

Posteriormente y a raíz del rápido derretimiento del glaciar Conejeras, se previó su inminente extinción y se decidió implementar una red adicional de registro de datos para el balance de masa desde 2021 en el glaciar El Hongo que hace

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

parte del mismo glaciar Santa Isabel y muy cerca al glaciar Conejeras. Con lo cual se aseguró la continuidad en las mediciones en las mismas condiciones físicas y climáticas.

Colombia				
Glaciar	BMG 2022	BMG 2023	BMG 2024	Responsable
Conejeras	-2.434	-5.041	Extinto	J.L. Ceballos Liévano, S.Y. Martinez Serrano, A.F. Cruz Mendoza, Y.P. Nocua Ruge, A. Ospina (IDEAM)
El Hongo	-0.381	-3.4	-5.638	A.F. Cruz Mendoza, S.Y. Martinez Serrano, J.L. Ceballos Liévano, Y.P. Nocua Ruge, A. Ospina (IDEAM)
Ritacuba Blanco	0.654	-0.932	-3.569	Y.P. Nocua Ruge, S.Y. Martinez Serrano, J.L. Ceballos Liévano, A.F. Cruz Mendoza, A. Ospina (IDEAM)

Tabla 2. Balance de Masa Glaciar de los glaciares benchmark de Colombia reportado al WGMS. Tomado de: <https://wgms.ch/latest-glacier-mass-balance-data/>

El sector El Hongo, en el Nevado Santa Isabel, sitio de estudio monitoreado mensualmente desde junio del 2021, para la estimación de un balance de masa

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

glaciar fue incluido en la red de glaciares del WGMS desde 2024 bajo el código internacional 2718.

Debido a la diversidad orográfica y climática colombiana que ha permitido una diversidad de glaciares, el monitoreo glaciar en Colombia se extiende a un segundo glaciar de estudio en terreno: La Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, en el sector Ritacuba Blanco. Este glaciar también ha ingresado con éxito a ser parte de esta red de glaciares de observación mundial bajo el código 2763 y ha sido monitoreado desde el 2009.



Figura 3. Portadas de las publicaciones del WGMS. <https://wgms.ch/>

A su vez, ser parte de esta red implica la contribución indirecta de los datos resultado de la operación estadística con entidades internacionales a las cuales el GMS presta sus servicios como: la *Global Terrestrial Network for Glaciers-GTN-G*, que hace parte del *Global Climate Observing System.GCOS* y el *Terrestrial Observation Panel for Climate-TOPC*; así como el aporte a órganos consultivos como el *Global Environment Outlook* del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (GEO-UNEP), el Programa Hidrológico

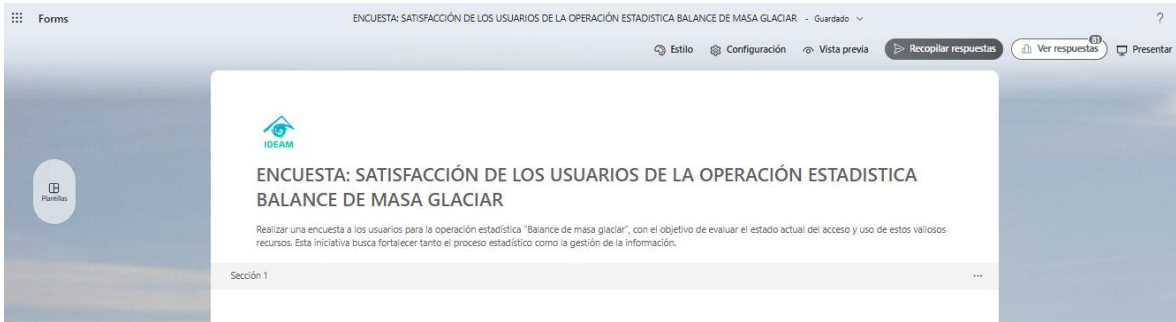
	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

Internacional de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (PHI-UNESCO) o el Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC-ONU), por ejemplo, en el Informe especial sobre los océanos y la criósfera en un clima cambiante (Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate- SROCC).

De la misma forma, la información glaciológica generada y liderada por el IDEAM hace parte de las actividades regionales en materia de glaciología y nivología en países latinoamericanos, a cargo del Grupo de Trabajo de Nieves y Hielos (GTNH) del Programa Hidrológico Intergubernamental para América Latina y el Caribe de la UNESCO (PHI-LAC); grupo del cual Colombia es representada por medio del IDEAM (<https://www.unesco.org/es/node/86086>)

1.3.2 *Identificación de las necesidades*

Se recopila, identifica y caracteriza a los usuarios y necesidades de la información glaciológica mediante la “Encuesta de satisfacción de los usuarios de la operación estadística de balance de masa glaciar”, a través del diligenciamiento de un formulario en *Forms Office* como se muestra en la figura 4.



	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

Figura 4. Captura de pantalla del formulario en Forms Office de la encuesta de satisfacción de los usuarios de la operación estadística balance de masa glaciar

La caracterización de los usuarios de información y las solicitudes realizadas se desarrolla a partir de la información suministrada en la encuesta de satisfacción con el fin de confirmar dichas necesidades. En la siguiente figura se encuentra la caracterización de usuarios de la operación estadística Balance de Masa Glaciar, a partir del formulario:

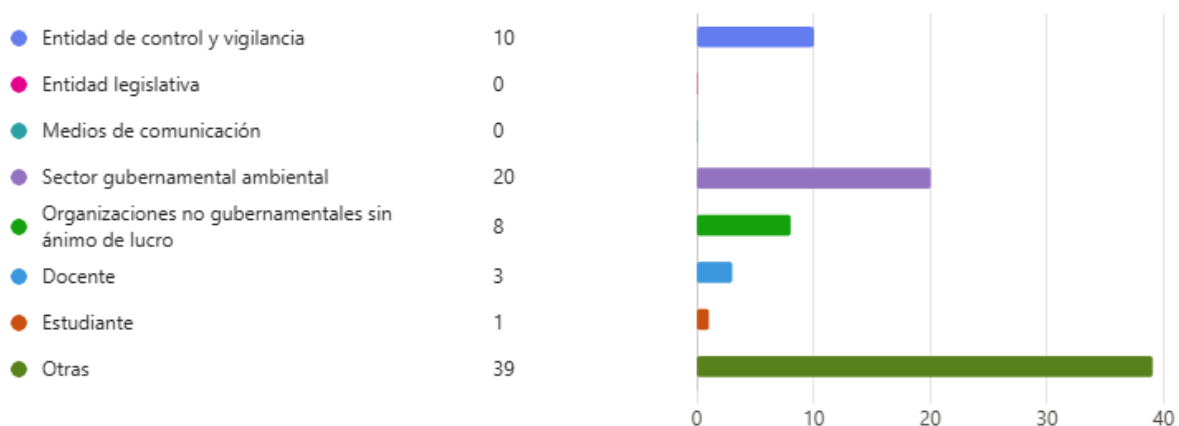


Figura 5. Caracterización de usuarios de la encuesta de satisfacción de los usuarios de la operación estadística balance de masa glaciar

A partir de la segunda iteración, el Grupo de Servicio al Ciudadano por medio de los canales que se muestran en la figura 6, reciben las peticiones, quejas, reclamos, sugerencias o denuncias (PQRS). Este mecanismo permite el acceso a la información pública de los ciudadanos, usuarios o grupos de interés a la información producida de la OE BMG. Así mismo, permite la actualización de necesidades de información que hagan que la operación estadística se fortalezca.

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--



Figura 6. Canales de atención a la ciudadanía del IDEAM

<https://www.ideam.gov.co/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania>

Adicionalmente, se cuenta con el Directorio de usuarios de información glaciológica, que consiste en una lista actualizada de usuarios de información glaciológica en el que se identifica la entidad, los datos de contacto y la ciudad.

1.3.3 Evaluación de la satisfacción de los usuarios

Los mecanismos de consulta anteriormente descritos permiten a la entidad revisar y actualizar las necesidades de los usuarios en cada iteración de la operación estadística. La **Encuesta de satisfacción de los usuarios de la operación estadística de balance de masa glaciar**, presentada en la figura 7, se aplicó a ochenta personas pertenecientes a diversas entidades. Los

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

resultados indican que el **70 % de los encuestados** busca información relacionada con dicha operación estadística. Las entidades a las que pertenecen los usuarios de la operación estadística son diversas; sin embargo, el análisis de la encuesta evidencia que los principales sectores interesados en la información corresponden a grupos vinculados con actividades de montaña, tales como operadoras turísticas, guías y otros actores afines. Así mismo, se identifica un interés relevante por parte del sector gubernamental ambiental en el uso de esta información.

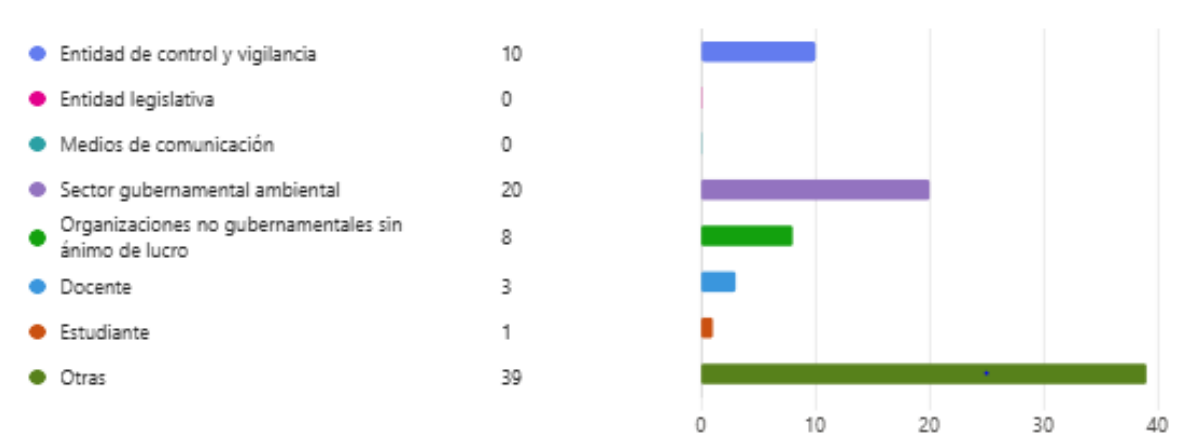


Figura 7. Entidades a las que pertenecen los usuarios de la encuesta de satisfacción de los usuarios de la operación estadística balance de masa glaciar

En la figura 8 se evidencia que la mayoría de los usuarios de la operación estadística de balance de masa glaciar accede a la información por medio de la **página web**, al ser una de las herramientas de más fácil acceso para la consulta de datos de glaciares recientes del país. No obstante, el **correo electrónico** también constituye un canal relevante, ya que por este medio se recibe una proporción significativa de las solicitudes de información por parte de los usuarios.

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

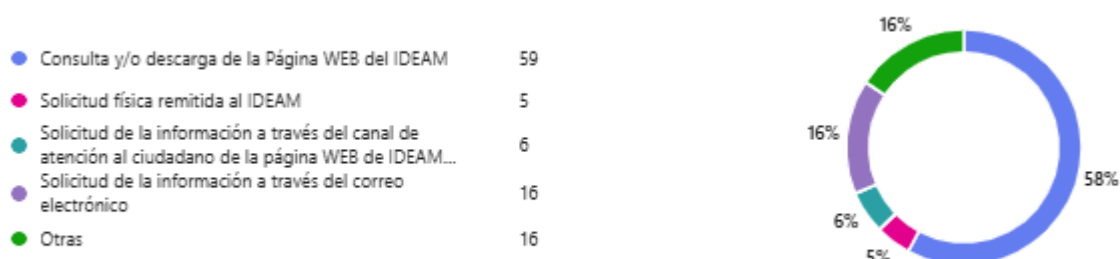


Figura 8. Medios de acceso de la información glaciológica según la encuesta

Asimismo, se ha identificado que los productos de información glaciológica que más solicitan los usuarios tienen que ver con el indicador de Balance de Masa Glaciar, los informes anuales del estado de los glaciares colombianos y fotografías de la evolución de los glaciares, principalmente, Esta información se ve reflejada en la siguiente gráfica:

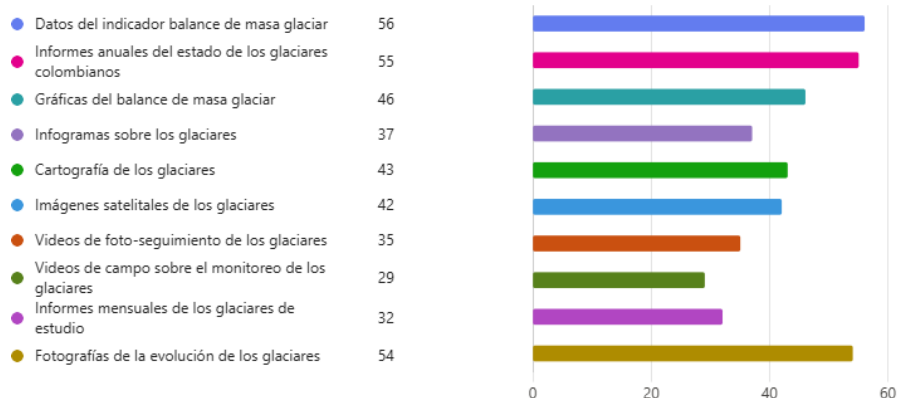


Figura 9. Productos de información glaciológica, proporcionados y generados por el IDEAM

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

Finalmente, los resultados mencionados anteriormente cuentan con soporte técnico a través de un **informe de análisis de la encuesta**, en el cual se detallan el procesamiento de la información y la interpretación de los datos obtenidos.

Así también con el sistema de PQRS se caracterizan los usuarios usando el formato GCI-OE-F001, y los diferentes eventos de difusión.

La operación estadística desarrolló actividades divulgativas como respuesta a una variedad de solicitudes en razón a la conmemoración del Año Internacional de la Conservación de los glaciares 2025, declarado por la Asamblea General de las Naciones Unidas y que se convirtió en una oportunidad para ampliar la difusión de información glaciológica del país entre ellos el indicador Balance de masa glaciar.

Adicionalmente y una vez terminada cada iteración del proceso estadístico, se revisan y actualizan estas necesidades, en caso de ser necesario, por medio de una reunión anual al finalizar el proceso estadístico.

2 JUSTIFICACIÓN

2.1 Importancia y beneficios para el país

La OE BMG encuentra la principal razón de la necesidad para su desarrollo y viabilidad en la gran importancia nacional e internacional. La necesidad del estudio de los glaciares en todo el planeta es incuestionable, los glaciares son uno de los mejores indicadores naturales de cambio climático, ampliamente

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

reconocidos en el mundo como el Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas – IPCC, órgano de las Naciones Unidas encargado de evaluar los conocimientos científicos relativos al cambio climático. La mayor ventaja de los glaciares como objeto de estudio radica en su sensibilidad climática. Los cambios en los glaciares proporcionan una de las evidencias más claras del cambio climático, y como tal, constituyen variables clave para la identificación de estrategias de observación del clima global.

En el caso de Colombia, el IDEAM tiene esa particular responsabilidad. A nivel mundial se ha recomendado que los países que posean en su territorio parte de la criósfera terrestre realicen observaciones periódicas, sistemáticas y estandarizadas, para tener comparabilidad y relacionar estos cambios con dinámicas observadas en la atmósfera, hidrósfera e incluso la biósfera terrestre. Sumado a la importancia que cumplen los glaciares como indicadores de alteraciones en el clima terrestre, hay que añadirle las posibles implicaciones para los grupos sociales que mantienen una relación directa con estos sistemas desde los aspectos socioeconómico y cultural. Los glaciares ecuatoriales, como los de Colombia, son especialmente sensibles a este proceso, pues aun cuando el proceso de reducción glaciar es mundial, es diferencial según la zona geográfica del planeta. Los glaciares tropicales andinos se consideran especialmente sensibles al actual cambio climático (Schoolmeester et al., 2018). Según el informe especial *El océano y la criósfera en un clima cambiante* del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático IPCC, se prevé que las regiones donde predominan los glaciares más pequeños -por ejemplo, Europa central, el Cáucaso, Asia septentrional, Escandinavia, los Andes tropicales, México, África oriental e Indonesia- sufrirán la pérdida de más del 80 % de su masa de hielo actual en 2100 en el marco de la trayectoria de concentración representativa (RCP 8,5), el modelo más pesimista o la trayectoria con el nivel más elevado de emisiones de gases de efecto invernadero (IPCC, 2019).

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

Los seis actuales glaciares o nevados colombianos son estudiados rutinariamente por el IDEAM aplicando métodos directos e indirectos, es decir, usando imágenes satelitales para el primer caso, evaluando el cambio de superficie y para el segundo caso, estimando el cambio de masa. Sin embargo, teniendo en cuenta condiciones de seguridad, accesibilidad y representatividad en varios de estos glaciares, solamente se estudian en terreno dos de estos, que aseguran el conocimiento del comportamiento de los glaciares nacionales.

En este último sentido, a inicios del presente siglo, el IDEAM adoptó una de las técnicas glaciológicas de mayor uso a nivel mundial en dos zonas glaciares del país (Volcán Nevado Santa Isabel y Sierra Nevada El Cocuy o Güicán): el cálculo del Balance de Masa Glaciar por el método glaciológico directo el cual consiste en realizar observaciones sobre la superficie glaciar de manera periódica que precisen cuantitativamente cuánto varía esa superficie en un lapso determinado. Ese cambio en la superficie de un glaciar es respuesta a los elementos, variables y factores del clima, de allí que se conviertan en los mejores indicadores naturales del cambio climático.

El IDEAM, como integrante del Sistema Estadístico Nacional (SEN) y entidad productora de información estadística, implementa técnicas de estudio glaciológico como el Balance de Masa Glaciar, que permiten evaluar la dinámica y evolución de los glaciares o nevados nacionales. El Balance de Masa Glaciar es una estadística oficial única en todo el país y de importancia mundial, representa una cuantificación de cuánta masa gana o pierde un glaciar en determinado periodo de tiempo.

La información compartida en diferentes productos tales como la cuarta Comunicación Nacional de Cambio Climático tienen particular relevancia, ya que la OE BMG ofrece información relevante del estado de los ecosistemas estratégicos en esta publicación y hace parte argumental de las evidencias de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en el país. Esto genera que la

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

información producida en esta operación sea tenida en cuenta para las comunicaciones oficiales del IDEAM en las que se vislumbran recomendaciones de política pública y acciones de mitigación y adaptación.

Las operaciones estadísticas de dinámica glaciar del IDEAM son únicas para el país. Es así como, teniendo en cuenta la evidente relevancia del seguimiento a la dinámica de los glaciares en el mundo, lo cual refleja la importancia de la información estadística generada; los resultados de estas operaciones estadísticas evidencian a su vez un margen amplio para una mayor difusión y conocimiento de los resultados, que puedan ser usados en un futuro para la toma de decisiones en estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático a nivel de políticas nacionales.

2.2 Relevancia de los resultados de la operación estadística

Las dos operaciones estadísticas de dinámica glaciar del IDEAM son únicas para el país. Es así como, teniendo en cuenta la evidente relevancia del seguimiento a la dinámica de los glaciares en el mundo, lo cual refleja la importancia de la información estadística generada; los resultados de estas operaciones estadísticas evidencian a su vez un margen amplio para una mayor difusión y conocimiento de los resultados, que puedan ser usados en un futuro para la toma de decisiones en estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático a nivel de políticas nacionales.

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Generar estadísticas de la dinámica glaciar en Colombia, mediante el cálculo del balance de masa glaciológico por el método directo para el Volcán Nevado Santa Isabel (sector El Hongo) y la Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco), que permita identificar el estado del glaciar conociendo sus pérdidas y ganancias de masa anualmente.

3.2 Objetivos específicos

3.2.1 Calcular por cada unidad estadística y periodo de medición el balance de masa específico, balance de masa total o ponderado, balance de masa acumulado y línea de equilibrio altitudinal.

3.2.2 Calcular por cada unidad estadística y año hidrológico el balance de masa anual o neto y la línea de equilibrio altitudinal anual.

3.2.3 Calcular el indicador ambiental Balance de masa glaciológico por cada periodo intranual.

3.2.4 Publicar las estadísticas derivadas de la operación estadística en el portal web institucional.

4 ALCANCE TEMATICO

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

El cambio de masa de un glaciar (medido como un volumen de agua líquida equivalente), ocurrido durante un periodo de tiempo (normalmente la duración del año hidrológico) y para los sitios escogidos por el IDEAM; por medio del método denominado “método directo o glaciológico”, desarrollado principalmente en el Volcán Nevado Santa Isabel y la Sierra Nevada El Cocuy, que permita identificar el estado del glaciar de estudio conociendo sus pérdidas y ganancias de masa durante un periodo establecido.

5 CONCEPTOS BÁSICOS, VARIABLES, INDICADORES ESTADÍSTICOS Y CLASIFICACIONES

5.1 Generalidades

La estimación del Balance de Masa Glaciar consiste en un cálculo periódico y cuantitativo de las pérdidas y ganancias de masa (hielo y nieve) derivado de mediciones periódicas en campo sobre la superficie glaciar mediante la aplicación de un método denominado ‘método directo o glaciológico’. Representa metafóricamente el estado de salud de un glaciar, pues indica cuánta masa (hielo y nieve) ha perdido o ganado durante un lapso determinado. Bajo este cálculo, el glaciar es entendido conceptualmente como un sistema de entradas (+) y salidas (-). Las entradas representan ganancia o acumulación de masa (precipitación sólida); por el contrario, las salidas evidencian pérdida, ablación o derretimiento (fusión, evaporación y sublimación). Mediante mediciones directas sobre la superficie del glaciar en dos momentos diferentes, se estiman las salidas o entradas para el periodo de tiempo transcurrido. Para las entradas se considera únicamente la precipitación sólida (nieve y granizo) la cual, bajo

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

determinadas condiciones ambientales, se acumula sin derretirse y puede transformarse en hielo. Para las salidas del sistema solo se considera la pérdida por fusión glaciar (estado sólido a líquido) y se desprecia las pérdidas por evaporación y sublimación debido a su insignificante contribución en el balance y su difícil medición.

Al ser por el método denominado directo o glaciológico, las mediciones se realizan directamente en terreno y se soportan en la instalación y medición de una serie de estacas o balizas (tubos delgados de plástico, metal o madera) distribuidas uniformemente y enterradas a algunos metros de profundidad (6 a 12 m) en forma vertical, que permiten un muestreo sistemático. Las balizas son utilizadas -a modo de limnómetro en un río- para medir los cambios altitudinales de la nieve y el hielo superficial. En este punto es fundamental tener en cuenta las longitudes medidas de materiales con diferentes densidades, de ahí que se necesita tomar en cuenta de una manera separada el balance de la nieve y el balance del hielo para calcular el balance al nivel de una baliza (Francou y Pouyaud, 2004). Una vez identificados estos procesos deben ser cuantificados, por lo que las mediciones continuas de las balizas sirven como referencia. De esta forma, la suma de las entradas y salidas de masa en un lapso conocido (dos mediciones), ponen evidencia el comportamiento del glaciar, si ganó o perdió masa, de acuerdo con las alturas y densidades medidas. Generalmente y dada la posición ecuatorial de Colombia, los registros de campo se hacen, por lo menos, siguiendo las dos temporadas de lluvia y las dos temporadas secas, es decir siguiendo el ritmo de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT).

Tomando como principal y más actual referente internacional los glosarios del 'Informe especial sobre los océanos y la criósfera en un clima cambiante del IPCC (2019) y el glosario de balance de masa y términos relacionados del Programa Hidrológico Internacional, aceptado por la WGMS (Cogley et.al., 2011).

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

5.2 Conceptos básicos

Ablación: conjunto de procesos que reducen la masa de un glaciar. Incluye la transferencia de energía desde la atmósfera mediante procesos de radiación y flujos turbulentos en el aire adyacente a la superficie (IPCC, 2019).

Acumulación: conjunto de procesos que adicionan masa a un glaciar. Incluye la deposición por escarcha, lluvia helada, precipitación sólida en formas como nieve, vientos de nieve y avalanchas (IPCC, 2019).

Año o ciclo hidrológico: ciclo o período de un año dado por la sucesión natural de las estaciones hidrológicas en períodos de precipitación y períodos secos (Cogley et.al., 2011). Para los estudios de glaciología en Colombia se aproxima desde inicios del calendario gregoriano (febrero) hasta febrero del año siguiente.

Balance de masa: el cambio de masa de un glaciar (medido como un volumen de agua líquida equivalente), ocurrido durante un periodo de tiempo, normalmente la duración del año hidrológico. Un balance positivo indica acumulación de masa mientras que un balance negativo significa pérdida de masa (Cogley et.al., 2011).

Baliza o estaca de ablación: tubo delgado normalmente de plástico y de algunos centímetros de diámetro, enterrado en forma vertical a varios metros de profundidad dentro de la superficie del hielo. Sirve como instrumento con el cual se obtienen los datos mediante observaciones y mediciones directamente en campo de los cambios altitudinales de la superficie glaciar (Cogley et.al., 2011).

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

Glaciar: Cuerpo de hielo que cubre un sector de la superficie del planeta. Se caracteriza por tener una zona de acumulación, una de ablación y una línea de equilibrio (IDEAM, 2012).

Hielo glaciar: hielo que hace parte de un glaciar y que, a través de la compactación y la recrystalización, sobrevivió al menos una temporada de ablación. Convencionalmente se entiende la densidad de 900 kg/m^3 a la cual se compactan los espacios vacíos, es decir: la neviza se convierte en hielo de glaciar (Cogley et.al., 2011).

Línea de equilibrio: El conjunto de puntos en la superficie del glaciar donde el balance de masa es cero en un determinado momento; la línea de equilibrio (Equilibrium-line altitude ELA) separa las zonas de acumulación y ablación (Cogley et.al., 2011).

Método glaciológico directo: método para determinar el balance de masa de forma directa o in-situ, por medio de medidas de acumulación y ablación, generalmente balizas y pozos sobre el glaciar; método directo es un sinónimo (Cogley et.al., 2011).

Nieve: precipitación sólida compuesta de cristales de hielo entrelazados, con espacios ocupados por agua líquida y aire. Convencionalmente se entiende la densidad de la nieve entre 10 y 400 kg m^{-3} (Cogley et.al., 2011).

Perforadora de hielo: taladro de vapor de agua caliente que perfora la superficie del hielo y la nieve deritiendo un punto de diámetro definido a través del vapor de agua dispersado desde una punta metálica. El equipo de perforación completo consiste en un generador de vapor, una manguera de

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

caucho y un tubo de perforación con puntas intercambiables (Rivera et.al, 2016).

Zona de ablación: la parte del glaciar donde la ablación excede a la acumulación (Cogley et.al., 2011).

Zona de acumulación: la parte del glaciar donde la acumulación excede en magnitud a la ablación (Cogley et.al., 2011).

La relación bibliográfica de estos conceptos se puede encontrar en la metodología de la operación estadística balance de masa glaciar

5.3 Variables

ÁREA GLACIAR: extensión en dos dimensiones del glaciar de estudio o parte de este cuando el límite del glaciar se proyecta sobre la superficie de un elipsoide que se aproxima a la superficie de la Tierra o sobre un plano (horizontal) aproximado a ese elipsoide (Cogley et.al., 2011).

ÁREA RELATIVA POR RANGO: (Area-altitude distribution): La distribución del área de los glaciares en rangos altitudinales (elevación), generalmente presentada como una tabla con valores hipsométricos que indica el área del glaciar dentro de sucesivos intervalos de altitud (Cogley et.al., 2011).

DENSIDAD DE LA NIEVE: relación entre la masa del hielo y el volumen que ocupa. Convencionalmente, la línea divisoria entre nieve y neviza está cerca de una densidad de 400 kg/m^3 (Cogley et.al., 2011). Para Colombia, convencionalmente se asume la densidad de la nieve en la superficie de los glaciares en 400 kg m^{-3} .

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

DENSIDAD DEL HIELO: relación entre la masa del hielo y el volumen que ocupa. Es muy común asumir que la densidad aparente del glaciar es 900 kg/m^3 (Cogley et.al., 2011). Para Colombia, convencionalmente se asume la densidad del hielo en 900 kg/m^3 .

EMERGENCIA o SURGENCIA DE LA BALIZA: medida vertical del segmento aflorado por fuera de la superficie del glaciar de una baliza en un punto fijo en el espacio, debido al vector de velocidad de flujo del glaciar en el sentido contrario (Cogley et.al., 2011). Altura de la baliza sobre la superficie (Rivera et.al, 2016).

ESPESOR DEL HIELO: distancia vertical entre la superficie del glaciar y el lecho rocoso. El espesor del hielo se mide idealmente interpolando mediciones puntuales, realizadas con un equipo de radar de penetración de tierra (Cogley et.al., 2011).

ESPESOR DE LA NIEVE: distancia vertical entre la superficie del glaciar y la superficie del hielo para un punto cualquiera del glaciar, por ejemplo, una baliza o un pozo o calicata (Cogley et.al., 2011).

PROFUNDIDAD AL HIELO: distancia vertical entre la parte final de la última sección de una baliza y la superficie del hielo. Se obtiene mediante la suma de la emergencia de la baliza (teniendo en cuenta posibles secciones de la baliza afloradas) y espesor de la nieve medidos directamente sobre la superficie glaciar.

RANGOS ALTITUDINALES: secciones o intervalos altitudinales en las que se divide el glaciar y que fluctúan, generalmente, entre 50 y 100 m. Su determinación es importante ya que cada área relativa por rango del glaciar es afectada por el valor medido con la baliza (o del pozo) localizada en el rango en cuestión (Francou y Pouyaud, 2004).

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

SECCIÓN DE LA BALIZA: segmento del que se componen las balizas compuestas, lo que permite sustraer tramos de la baliza cuando la ablación es muy alta o por el contrario, agregar un nuevo segmento para así extender el largo total cuando la acumulación de nieve es suficiente como para sepultar una baliza (Rivera et.al, 2016). En Colombia, generalmente cada sección de la baliza tiene una longitud de dos metros y se denomina con un número ascendente (i, ii, iii...) empezando por la sección que se encuentra a mayor profundidad.

5.4 Indicadores estadísticos

El indicador ambiental Balance de Masa Glaciar, hace parte del conjunto de indicadores ambientales del IDEAM, reglamentados por la Resolución 667 de 2016 y a partir del Decreto 1086 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Corresponde a la sumatoria de la acumulación y de la ablación glaciar, en una unidad espacial de referencia en el tiempo. Ese cambio de masa se representa en una **columna de agua equivalente** ocurrido durante un lapso definido, determinado normalmente, por la duración de un año hidrológico. Se representa bajo la siguiente ecuación:

$$b = c + a$$

donde b es el balance de masa específico, c es la acumulación y a es la ablación, todos medidos en cualquier punto del glaciar y expresados en volumen equivalente de agua, generalmente milímetros equivalentes de agua (mm e.a.)

Complementariamente otros indicadores estadísticos son producidos durante el proceso de la operación estadística:

Altitud de la Línea de Equilibrio: El conjunto de puntos en la superficie del glaciar donde el balance de masa es cero en un determinado momento; la línea de equilibrio (Equilibrium-line altitude ELA) separa las zonas de acumulación y

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

ablación (Cogley et.al., 2011). Es un indicador usado en el mundo para seguir el impacto del actual cambio climático en los glaciares y como un indicador indirecto de su intensidad. En los glaciares de montaña, la tendencia mundial es que la ELA asciende cada vez más rápido.

Balance de masa glaciar intra-anual: Corresponde a los balances de masa intermedios y calculados dentro del año hidrológico. Ya que se realizan varias mediciones intra-anales es posible determinar el comportamiento del glaciar en diferentes temporadas climáticas (lluvia o seca) dentro de un año.

Balance de masa glaciar acumulado: Corresponde a la sumatoria algebraica de los balances anuales. De esta forma se tiene las pérdidas o ganancias de masa glaciar total multianual.

Gradiente del balance de masa glaciar: Es una estadística para conocer cuánto varía el balance de masa en relación con la altitud. Es una regresión lineal que utiliza los datos del balance de masa de cada punto de medición o baliza su altitud. Se relaciona directamente con la ELA.

Nieve acumulada: Durante las campañas de campo se toman datos de la nieve acumulada sobre la superficie glaciar en cada punto o baliza como una de las fuentes para calcular el balance de masa. Usando independientemente estos datos es posible calcular estadísticas intra-anales o anuales de cómo se comporta esta variable.

5.5 Nomenclaturas y clasificaciones (cuando aplique)

Esta operación estadística no tiene comparación en nuestro territorio. Por esta razón, se basa en estándares internacionales. Se aplica y usa la clasificación estandarizada en el sistema métrico y la metodología de 'Balance de masa glaciar', reconocida en el ámbito mundial y aplicada con éxito en los Andes la

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

cual está detallada en el documento *Métodos de observación de glaciares en los Andes Tropicales, mediciones de terreno y procesamiento de datos* (https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers12-08/010039443.pdf) de los autores Bernard Francou y Bernard Pouyaud . La relación bibliográfica antes referida se puede encontrar en la *metodología de la operación estadística balance de masa glaciar*. Ahora bien, las clasificaciones y nomenclaturas referidas son aceptadas y usadas por el WGMS.

Específicamente, el WGMS dispone de una clasificación y nomenclatura internacional, la cual utiliza la operación estadística. Estas se encuentran disponibles en el documento 'General Guidelines for Data Submission and Notes on the Completion of Data Sheets' disponible en https://wgms.ch/downloads/WGMS_AttributeDescription.pdf

Bajo esta clasificación y nomenclatura estandarizada internacional, los glaciares de estudio tienen las siguientes características [descripción del campo]:

1. POLITICAL UNIT [alphabetic code; 2 digits]
2. GLACIER NAME [alpha-numeric code; up to 60 digits]
3. WGMS ID [numeric code; 5 digits]
4. GEOGRAPHICAL LOCATION (GENERAL) [alpha-numeric code; up to 30 digits]
5. GEOGRAPHICAL LOCATION (SPECIFIC) [alpha-numeric code; up to 30 digits]
6. LATITUDE [decimal degree North or South; up to 6 digits]
7. LONGITUDE [decimal degree East or West; up to 7 digits]
8. CODE [numeric code; 3 digits]

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

9. EXPOSITION OF ACCUMULATION AREA [cardinal point; up to 2 digits]
10. EXPOSITION OF ABLATION AREA [cardinal point; up to 2 digits]
11. PARENT GLACIER [numeric code; 5 digits]
12. GLACIER REGION [alphabetic code; 3 digits]
13. GLACIER SUBREGION [alpha-numeric code; 6 digits]

El uso estandarizado de este método de referencia internacional garantiza la integración, comparabilidad e interoperabilidad de la información estadística.

Por último, para la cartografía oficial del IDEAM se tienen el sistema geográfico GCS_MAGNA (wkid: 4686) y el sistema de coordenadas planas/proyectadas MAGNA_Colombia_Bogotá (wkid: 3116), el cual cubre todos los glaciares del país. Esto en concordancia con el estándar de adopción del marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA-SIRGAS como DATUM oficial de Colombia, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.

6 RESULTADOS ESPERADOS

Los principales cruces de variables que se generarán con los resultados obtenidos se encaminan a la obtención de los siguientes resultados:

Balance de masa específico

Balance de masa para un punto cualquiera del glaciar, por ejemplo, una baliza o un pozo o calicata. Es una medición en un punto del glaciar entre dos periodos de medición *dbdt*, por lo cual la ecuación básica teniendo en cuenta esta cualidad es: $dbdt = pdhdt$

donde ρ es la densidad del hielo de espesor h , que varía según el tiempo t . Lo anterior asumiendo un cambio de la masa de hielo con densidad constante. No obstante, se miden longitudes de materiales con diferentes densidades como la del hielo y la nieve, por tanto, el balance de masa específico entre dos periodos de medición es:

$$b_i = \rho_0 \Delta h + (\rho_2 h_2 - \rho_1 h_1)$$

donde b_i corresponde al balance de masa en el sitio i , ρ_0 es la densidad del hielo y Δh su cambio de espesor. El primer término de la ecuación representa por tanto el balance del hielo. La segunda parte de la ecuación representa el balance o la diferencia del material poroso (nieve o neviza) ρ_2 y ρ_1 en función del tiempo.

Balance de masa anual o neto

Balance de masa que representa la suma de la acumulación y la ablación a lo largo de un año hidrológico. El balance específico anual se expresa de la siguiente manera: $b_n = c_t + a_t$

donde b_n es el balance de masa específico anual, y c_t es la acumulación y a_t es la ablación específica total durante el año de balance, por ejemplo, año hidrológico.

Balance de masa total o ponderado

Balance de masa integrado a toda la superficie o área del glaciar después de un proceso de interpolación. La ponderación del balance específico según las áreas por rangos altitudinales relativos, el balance de masa total B_n se expresa como:

$$B_n = 1S(\sum_{j=1}^n b_i S_i)$$

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

donde S corresponde a la superficie total del glaciar estudiado; bi al balance ponderado por área Si dentro de los rangos de altura.

Balance de masa acumulado

La suma algebraica de balances de masa periódicos o parciales.

Línea de equilibrio altitudinal

El conjunto de puntos en la superficie del glaciar donde el balance de masa es cero en un determinado momento; la línea de equilibrio (Equilibrium-line altitude ELA) separa las zonas de acumulación y ablación. Se determina a partir del gráfico de regresión lineal del balance de masa específico de cada punto (baliza) en función de la altitud de ese punto (es la intersección de la abscisa - altitud- con la ordenada cero del balance de masa). Es un parámetro usado en el mundo para seguir el impacto del actual cambio climático en los glaciares y como un indicador indirecto de su intensidad.

7 EXPLORACIÓN Y COMPROBACIÓN DE FUENTES DE DATOS Y SU DISPONIBILIDAD

Por la naturaleza de los datos producidos en el proceso estadístico y el fenómeno natural estudiado, no existen otras operaciones estadísticas en el SEN y en otra entidad de alcance nacional o regional que produzcan información estadística que satisfaga las necesidades identificadas alrededor de la dinámica de la pérdida o ganancia de masa en los glaciares colombianos.

La principal característica de esta operación es que es única en su tipo, ya que es de fuente primaria, siendo un muestreo no probabilístico que no se cuenta con un marco muestral, por ello la entidad productora es la única con disponibilidad de datos con este alcance temático. En vista de la exclusividad y

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

carácter único y especial de los datos producidos, la OE BMG tiene varias características que permiten concluir lo siguiente:

- a) Reconociendo la inexistencia actual de datos oficiales de otras fuentes en el país, el IDEAM está comprometido con la calidad de la producción del registro al ser la única fuente oficial de datos.
- b) Es el único registro existente en el país que puede dar respuesta a solicitudes de información provenientes de requerimientos internacionales por este tipo de información específica. Esta comprobación de disponibilidad de datos permite identificar al IDEAM como la fuente idónea de datos para el plan general de la operación estadística.
- c) En el ámbito mundial, la información estadística de balance de masa es calculada en todos los continentes y en la mayoría de los países bajo la misma metodología.
- d) Es el único registro que permite responder a necesidades de política pública intersectorial o territorial en dicho tema, por lo tanto, puede ser fuente para algunos de los sistemas de información sectoriales de interés para el país o el territorio en lo referente al estado de los glaciares colombianos.
- e) El indicador ambiental institucional 'Balance de Masa Glaciar' ha permitido la construcción de esta operación estadística.

8 EXPLORACIÓN METODOLÓGICA

8.1 Aspectos básicos para el diseño estadístico

Los actuales seis glaciares o nevados del territorio colombiano desde el punto de vista teórico, pueden ser objeto de la operación estadística. No obstante, teniendo en cuenta tanto la experiencia científica de 19 años del IDEAM en el

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

tema de monitoreo glaciar, es necesario seleccionar las áreas de estudio. Esto debido fundamentalmente a la dificultad logística, técnica y económica de realizar mediciones directas sobre todos los glaciares del país. El IDEAM atiende criterios científicos, técnicos y logísticos de desagregación y cobertura geográfica del universo de estudio. Se define por tanto una red de medición para dos sitios de observación que permiten lograr los objetivos de la operación estadística, seleccionando las muestras a partir de los siguientes criterios:

- Representatividad del glaciar
- Tamaño del glaciar
- Morfología de la cuenca
- Estado del frente glaciar e hidrología
- Viabilidad, accesibilidad y seguridad.

8.1.1 Tipo de operación estadística:

La fuente de información es primaria, corresponde con los datos capturados en los puntos de observación sobre la superficie de los glaciares objeto de estudio directo por parte del IDEAM. El tipo de operación estadística se cataloga como un *muestreo no probabilístico* por conveniencia, en donde se seleccionan muestras de la población por conveniencia técnico-científica en la cual cada muestra tiene su propio comportamiento sin que ello afecte la representatividad respecto al universo de estudio.

8.1.2 Universo de estudio

La masa glaciar de la totalidad de los glaciares en el territorio colombiano

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

8.1.3 Población objetivo:

Masa glaciar de la Sierra nevada El Cocuy o Güicán (6° 30 'N; 72° 15 'W; 5380 m.) y el Volcán nevado Santa Isabel (4° 48 'N; 75° 22 'W; 4903 m.).

8.1.4 Unidades estadísticas:

- **Unidad de observación**

La unidad de observación seleccionada para la operación estadística es la masa glaciar medida en el Volcán Nevado Santa Isabel (sector El Hongo) y la Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco) en el territorio colombiano.

- **Unidad de análisis**

En el territorio colombiano, la unidad de análisis sobre la que se expondrán los resultados son las masas glaciares que yacen sobre el Volcán Nevado Santa Isabel (sector El Hongo) y la Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco).

- **Unidad de muestreo**

Las unidades o glaciares seleccionados son la Sierra nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco, Parque Nacional Natural El Cocuy) y el volcán nevado Santa Isabel (sector El Hongo, Parque Nacional Natural Los Nevados). Desde 2009 y 2021 respectivamente, se han realizado sistemática y periódicamente observaciones a estas unidades, con base en una red de instrumentos sobre y alrededor de las superficies glaciares seleccionadas, se han capturado datos que permiten una mejor comprensión del estado actual de la criósfera colombiana, así como de la dinámica de la baja troposfera.

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

8.1.5 Periodo de referencia

El período de tiempo específico al que va referida la operación estadística de Balance de Masa Glaciar es un año determinado. Hace referencia a la generación de información de balance de masa durante un periodo establecido por el IDEAM, normalmente un año hidrológico. Por esta razón el criterio de inicio y finalización de un periodo de medición no está estrictamente determinado por el calendario gregoriano. Históricamente, la duración del año hidrológico ha tenido gran variabilidad en los sitios de estudio. A continuación se detallan estas fechas para los dos glaciares objeto de estudio

Sierra nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco):

- 2009: inicia el 01/01/2009 y finaliza el 31/12/2009
- 2010: inicia el 24/03/2010 y finaliza el 31/12/2010
- 2011: inicia el 17/02/2011 y finaliza el 31/12/2011
- 2012: inicia el 15/03/2012 y finaliza el 31/12/2012
- 2013: inicia el 14/01/2013 y finaliza el 17/02/2014
- 2014: inicia el 17/02/2014 y finaliza el 02/03/2015
- 2015: inicia el 02/03/2015 y finaliza el 23/02/2016
- 2016: inicia el 23/02/2016 y finaliza el 13/02/2017
- 2017: inicia el 13/02/2017 y finaliza el 14/02/2018
- 2018: inicia el 14/02/2018 y finaliza el 23/02/2019
- 2019: inicia el 23/02/2019 y finaliza el 02/12/2019
- 2021: inicia el 09/02/2021 y finaliza el 23/02/2022

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

- 2022: inicia el 23/02/2022 y finaliza el 04/03/2023
- 2023: inicia el 04/03/2023 y finaliza el 07/02/2024
- 2024: inicia el 07/02/2024 y finaliza el 17/02/2025

Volcán Nevado de Santa Isabel (sector El Hongo):

- 2021: inicia el 17/06/2021 y finaliza el 18/02/2022
- 2022: inicia el 18/02/2022 y finaliza el 28/02/2023
- 2023: inicia el 28/02/2023 y finaliza el 03/02/2023
- 2024: inicia el 03/02/2023 y finaliza el 11/02/2025

8.1.6 Periodo de recolección/acopio y frecuencia

El periodo de recolección de datos es acorde con la definición del año hidrológico. Para los estudios de glaciología en Colombia, se considera un año hidrológico a un ciclo estacional completo del comportamiento del clima de la región donde está el glaciar, esto es, inicio de un periodo húmedo o seco y finaliza al año siguiente en el mismo periodo húmedo y seco. De acuerdo con la secuencia bimodal que caracteriza la región natural Andina colombiana, donde están los glaciares monitoreados y de acuerdo con la experiencia adquirida que tiene en cuenta esa condición natural, más la administrativa de las instituciones gubernamentales, se ha definido el ciclo hidrológico desde inicios de febrero a inicios de febrero del año siguiente. Este periodo coincide con el fin de una temporada seca (enero-febrero) e institucionalmente están disponibles los recursos humanos y presupuestales (contratación, fin de temporada vacacional y transferencias presupuestales desde el gobierno central).

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

Ahora bien, dentro de un mismo año hidrológico se tienen previstas mediciones bimestrales para los dos glaciares de estudio. Esta periodicidad en las observaciones en terreno se debe principalmente a la posición ecuatorial de los glaciares colombianos, que implica un comportamiento climático estacional diferente a los regímenes climáticos de altas latitudes, marcados por una periodicidad bianual (fin del verano y fin del invierno). Las visitas periódicas constituyen, de igual forma, una base central del mantenimiento y el correcto funcionamiento de las unidades estadísticas. La inclusión de una nueva unidad de observación estará sujeta a la adopción de alguno de los criterios anteriores.

En cuanto al número mínimo de visitas; por circunstancias de tiempo meteorológico, logístico, presupuestal o de fuerza mayor, este corresponde a una visita a cada sitio por cada periodo seco o de lluvias de la región Andina, es decir, mínimo dos campañas de campo en temporada seca para cada sitio y dos campañas de campo en temporada húmeda para cada sitio, de acuerdo con el régimen bimodal de precipitaciones. Con esta periodicidad se asegura tanto el dato de balance de masa intraanual para investigación, como el dato final de reporte anual (sumatoria de los balances intraanuales).

8.1.7 Cobertura geográfica:

La operación estadística cubre el estudio del Volcán Nevado Santa Isabel (sector El Hongo) y Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco), por lo cual la cobertura es de carácter regional sobre el territorio colombiano.

GLACIARES ACTUALES DE COLOMBIA

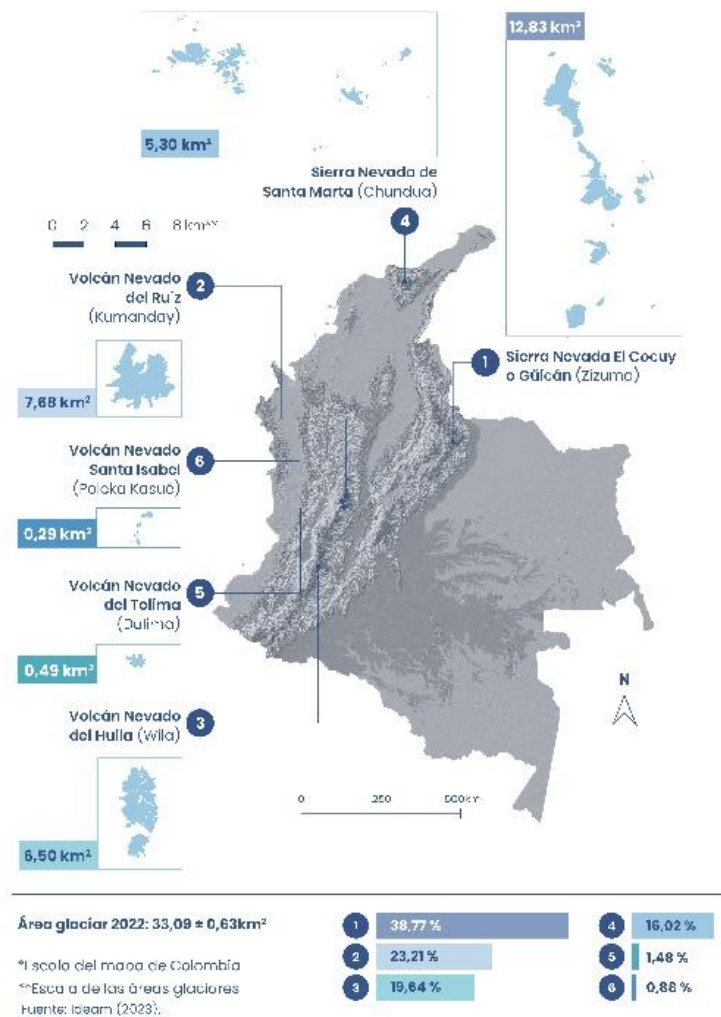


Figura 9. Cobertura geográfica y localización de los glaciares en Colombia, 2024.

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

8.2 Método y técnicas de recolección y/o acopio de los datos:

El método de recolección de datos usado para un sector específico y un período determinado de tiempo, es el método glaciológico de forma directa o in-situ, que consiste en realizar mediciones directamente en el terreno, las cuales se efectúan después de instalar una serie de estacas o balizas (tubos delgados de plástico, metal o madera) en forma vertical y enterradas a algunos metros de profundidad, distribuidas uniformemente por todo el glaciar y de acuerdo a condiciones de seguridad y representatividad, con el fin de medir los cambios de la nieve y el hielo en la superficie glaciar, los cuales se calculan teniendo en cuenta la división del terreno en rangos altitudinales a criterio del investigador. Dentro de cada rango altitudinal se selecciona al menos un punto también a criterio de los expertos, en el cual se realiza el levantamiento de datos primarios.

La recolección se divide en dos grandes momentos: preparación o planificación de la recolección y ejecución de la recolección. La primera, hace referencia a actividades de pre-campo administrativas y logísticas que aseguran el éxito de la toma de datos en campo. La segunda, se enfoca al detalle del acceso, abordaje de los sitios exactos de medición, toma cautelosa de las mediciones, registro y salvaguarda en campo. Los aspectos necesarios para considerar en la planificación y ejecución de la recolección se detallan en el FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN DE CAMPO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR (GCI-BG-F002)

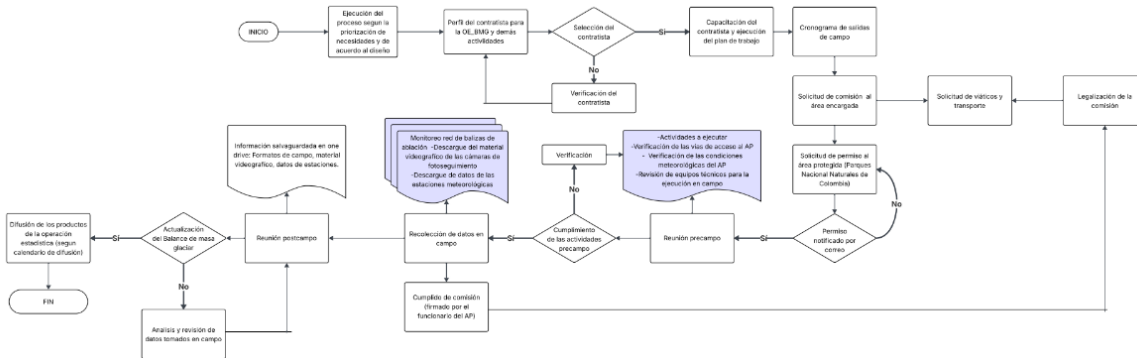


Figura 10. Esquema metodológico para la recolección, procesamiento y resultado de datos de la OE BMG

El método de recolección de datos usado para un sector específico y un período de determinado de tiempo es el método glaciológico de forma directa o in-situ, que consiste en realizar mediciones directamente en el terreno, según lo mencionado anteriormente

Además de este método, existen otros para estimar el balance volumétrico de masa como los métodos topográfico/geodésico o de restitución aerofotogramétrica o método indirecto por balance hidrológico. No obstante, el método glaciológico, también conocido como Directo, es el más común en todo el mundo para medir el cambio de masa de un glaciar (Francou y Pouyaud, 2004). Además, se considera el método más preciso hasta la fecha y proporciona la información más detallada sobre la variación espacial de las magnitudes del balance de masa (Kaser et.al., 2003). Complementariamente, puede lograr la mayor precisión, pero se basa en mediciones de campo repetidas, que deben llevarse a cabo en condiciones ocasionalmente desafiantes por las características propias de la alta montaña tropical (meteorología cambiante y altitud), por lo que implica una tasa de adquisición de datos lenta y gastos relativamente elevados en cuanto a logística y mano de obra (Kaser et.al., 2003). Concluyentemente, el único método para el monitoreo detallado y a largo plazo

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

del balance de masa es el método glaciológico directo; no sin dejar claro que las series de datos climatológicos e hidrológicos representan un complemento para realizar un análisis más detallado y una mejor interpretación de los datos (Kaser et.al., 2003).

8.3 Instrumento de recolección apropiado

La medición directa, es decir, sobre la superficie del glaciar, se lleva a cabo a partir de la instalación de una red de balizas o estacas en una parte del glaciar y atendiendo a un criterio de distribución espacial lo más uniformemente posible. No obstante, debido a condiciones fácticas de la naturaleza de los glaciares como su topografía o dinamismo, es imposible establecer una red perfectamente equidistante desde el punto de vista cartesiano. Generalmente dichas estacas se utilizan para medir la ablación glaciar; pero en la zona alta de un glaciar, donde en condiciones normales la acumulación supera la ablación, se excavan pozos (puits o pits en francés e inglés respectivamente) donde se mide directamente la cantidad de nieve o de hielo acumulada(o) entre el inicio y el fin del año hidrológico (Francou y Pouyaud, 2004). Los datos numéricos para cada baliza o estaca se consignan en el FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN DE CAMPO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR (GCI-BG-F00). Cada dato numérico requiere simplemente de una cinta métrica que para mayor comodidad y manejo no debe ser mayor a 5 metros de extensión.

8.4 Métodos, estrategias e instrumentos propuestos para el procesamiento y análisis

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

El procesamiento y análisis de la información recolectada para el Balance de Masa Glaciar se realiza mediante un conjunto de métodos estandarizados que permiten transformar los datos crudos obtenidos en campo en indicadores confiables y reproducibles sobre la dinámica glaciar. Este proceso incluye la validación, depuración, cálculo y análisis estadístico de los datos, siguiendo los lineamientos técnicos.

8.5 Infraestructura requerida

Para su aplicación, la metodología definida requiere de la visita periódica a los glaciares, pues la implementación y mantenimiento de la red de instrumentos de medición, así como la recolección de los datos dependen de ello.

Los aspectos técnicos, tecnológicos e informáticos requeridos para la recolección, el procesamiento, el análisis y la difusión consisten en manera general en:

- Estructura operativa para ejecución de comisiones de campo
- Personal capacitado para la ejecución de actividades de campo y oficina.
- Equipos especializados para monitoreo glaciar en campo (Perforadora de hielo, GPS, sonda de nieve, cámara fotográfica).
- Para los análisis estadísticos se utiliza el software Excel. Para la generación de documentos técnicos el software Word y para las presentaciones PowerPoint, por lo que se requiere de una licencia de Microsoft Office.
- Programas computacionales especializados para el procesamiento e interpretación de imágenes de satélite tales como los Sistemas de

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

Información Geográfica (ArcGis, Qgis, etc.) y adicionales como Pix4D para procesos fotogramétricos.

- Suministro y mantenimiento de equipos de cómputo
- Formatos institucionales
- Hoja de cálculo para el Balance de Masa Glaciar
- Plataforma institucional de almacenamiento y gestión de datos
- Repositorios y carpetas institucionales para versionamiento

8.6 Pruebas previstas de los diseños y su construcción

Con el propósito de verificar el funcionamiento del diseño y la construcción para la implementación de la operación estadística, se contempla la realización de pruebas que se establecen en el formato de pruebas GCI-CT-F03; al concluir las, los resultados se describen en el informe de pruebas correspondiente.

9 DIAGNÓSTICO DEL MARCO ESTADÍSTICO

Acorde con la Norma Técnica de la Calidad del Proceso Estadístico (NTCPE 1000:2020), la determinación de un marco estadístico sólo aplica para operaciones estadísticas censales o por muestreo probabilístico

10 PLAN DE ACTIVIDADES, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO

Como parte integral del Plan General se establece un plan de actividades por fases para el desarrollo de la operación estadística con su respectivo cronograma y presupuesto requerido, el cual se encuentra como anexo a este documento, en el

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

formato *GCI-CT-F003 Plan de actividades, cronograma y presupuesto para la operación estadística Balance de Masa Glaciar.*

11 BIBLIOGRAFÍA

- Cogley, G., Hock, R., Rasmussen, A., Arendt, A., Bauder, A., Braithwaite, R., Jansson, P., Kaser, G., Möller, M., Nicholson, L. y Zemp, M. 2011. Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms, IHP-VII Technical Documents in Hydrology No. 86, IACS Contribution No. 2, COGLEY ET.AL.- IHP. Paris.
- Francou y Pouyaud .2004. Métodos de observación de glaciares en los Andes Tropicales. Mediciones de terreno y procesamiento de datos. Great Ice. IRD. Francia
- IDEAM (2012). Glaciares de Colombia, más que montañas con hielo. IDEAM. Bogotá. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2012. Glaciares de Colombia, más que montañas con hielo. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 344p
- IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. In press
- Kaser, G., Fountain, A., & Jansson, P. (2003). A manual for monitoring the mass balance of mountain glaciers. IHP-VI- Technical documents in

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

hydrology.

- Rivera, A., Bown, F., Napoleoni, C., Muñoz, C., Vuille, M. 2016. Balance de masa glaciar. Ediciones CECs. Valdivia, Chile
- Schoolmeester, T., Johansen, K.S., Alfthan, B., Baker, E., Hesping, M., y Verbist, K., 2018. Atlas de Glaciares y Aguas Andinos. El impacto del retroceso de los glaciares sobre los recursos hídricos. UNESCO y GRID-Arendal.
- World Glacier Monitoring Service [Internet]. Wgms.ch. 'reference glaciers' for mass balance. Disponible en: https://wgms.ch/products_ref_glaciers/

12 HISTORIAL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Descripción
1	04/06/2021	Creación del plan general
2	30/06/2022	Ajustes en la distribución y contenido del documento acorde con la implementación de plan de mejora del proceso estadístico.
3	11/07/2025	Se actualiza el Formato de acuerdo con el memorando enviado por la OAP memorando 20251100097283 lineamientos para la actualización documental en el marco de la implementación del

	Generación de Conocimiento e Investigación Plan General de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-PG001 Versión: 04 Fecha: 24/02/2026
---	---	--

		aplicativo suite visión. Pasa de M-GCI-EM030 a GCI-BG-PG001.
4	24/02/2026	Se actualiza el plan general conforme a la NTC 1000:2020