



**FICHA METODOLÓGICA PARA LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA
BALANCE DE MASA GLACIAR**

Código: M-GCI-F018

Versión: 01

Fecha: 04/06/2021

Página: 1 de 13



**Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales**

**FICHA METODOLÓGICA PARA LA
OPERACIÓN ESTADÍSTICA
“BALANCE DE MASA GLACIAR”**

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	FICHA METODOLÓGICA PARA LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-F018
		Versión: 01
		Fecha: 04/06/2021
		Página: 2 de 13

FICHA METODOLÓGICA

Nombre de la operación estadística y sigla Balance de masa glaciar

Entidad responsable Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM

Tipo de operación estadística Muestreo No Probabilístico.

Antecedentes

La necesidad por el estudio de la criosfera terrestre, entre ellos los glaciares, es incuestionable debido a que son uno de los mejores indicadores naturales de cambio climático por su sensibilidad a los cambios en la temperatura, la precipitación y la radiación solar. En el país, el IDEAM es la única entidad gubernamental que por su misionalidad tiene bajo su responsabilidad el estudio de los glaciares colombianos. Atendiendo a esta demanda global de necesidades, el IDEAM ha conformado desde el año 2006 una red de monitoreo glaciológico e hidrometeorológico en la alta montaña para comprender su funcionamiento, la relación con el clima y reportar al país el estado y tendencia de los glaciares o nevados nacionales. En el ámbito mundial, los principales indicadores utilizados para establecer el estado de la criosfera son la extensión del hielo marino, el balance de masa de los glaciares y el balance de masa del hielo de Groenlandia y la Antártica. En este sentido para Colombia se realizan estimaciones periódicas del balance de masa glaciar. Dos glaciares de estudio se han instrumentado para observarlos directamente en campo.

Objetivo general

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

Objetivos específicos

- Obtener información intra-anual del comportamiento de los glaciares representativos.
- Determinar los lineamientos de la recolección de datos glaciológicos en el país.
- Generar información de alta calidad e importancia global.
- Calcular el indicador ambiental Balance de masa glaciológico.
- Poner a disposición del público en general la información glaciológica producida

Alcance temático

Generación de información sobre la dinámica glaciar en Colombia mediante el cálculo de balance de masa glaciológico, específicamente por un corpus teórico y consecuente método denominado “método directo o glaciológico”,



Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

FICHA METODOLÓGICA PARA LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA BALANCE DE MASA GLACIAR

Código: M-GCI-F018

Versión: 01

Fecha: 04/06/2021

Página: 3 de 13

desarrollado en el Volcán Nevado Santa Isabel (sector Conejeras) y la Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco), que permita identificar el estado del glaciar conociendo sus pérdidas y ganancias de masa durante un periodo establecido.

Principales conceptos:

Ablación: conjunto de procesos físicos 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.

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.

Año o Ciclo Hidrológico: ciclo de tiempo dado por la sucesión natural de los periodos de lluvia y periodos secos.

Balace de Masa: el cambio de masa superficial de un glaciar (medido como un volumen de agua líquida equivalente), ocurrido durante un lapso de tiempo, normalmente la duración del año o ciclo hidrológico. Un balance positivo indica acumulación de masa mientras que un balance negativo significa pérdida de masa.

Conceptos básicos

Baliza o estaca de ablación: Instrumento para medir el cambio de la superficie de un glaciar. Consiste de un tubo delgado (0.5 a 1 pulgada de diámetro) normalmente de plástico, enterrado en forma vertical dentro del glaciar algunos metros de profundidad (6 a 12 m). Un conjunto distribuido espacial y altitudinalmente sobre la superficie del glaciar conforma una red de balizas de ablación.

Glaciar: Parte de la criosfera terrestre compuesta de nieve, neviza, hielo y rocas. Se forma a partir de la compactación de la nieve y puede estar en movimiento pendiente abajo. Se caracteriza por tener una zona de acumulación, una de ablación y una línea de equilibrio.

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.

Método glaciológico directo: método para calcular el balance de masa de forma directa o in-situ, por medio de medidas sucesivas de acumulación y ablación, generalmente usando una red de balizas y pozos sobre el glaciar. Método directo es un sinónimo.

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.

Perforadora de hielo: taladro de vapor de agua caliente que perfora la superficie del hielo y la nieve derritiendo 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 caucho y un tubo de perforación con puntas intercambiables.

Zona de ablación: Parte del glaciar donde la ablación excede a la acumulación.

Zona de acumulación: Parte del glaciar donde la acumulación excede en magnitud a la ablación.

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

Principales variables:

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.

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 $400 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Para Colombia, convencionalmente se asume la densidad de la nieve en la superficie de los glaciares en $400 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ó $0,4 \text{ gr} \cdot \text{m}^{-3}$

Variables *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 $900 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Para Colombia, convencionalmente se asume la densidad del hielo en $900 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, ó, $0,9 \text{ gr} \cdot \text{m}^{-3}$

Emergencia de la baliza: Segmento de una baliza que sobresale de la superficie del glaciar. Es una medida lineal en metros o centímetros.

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 indirectamente con un equipo electromagnético (radar) de penetración.

Espesor de la nieve: distancia entre la superficie del glaciar y la superficie del hielo para un punto cualquiera del glaciar.

Rangos altitudinales: secciones o intervalos altitudinales en las que se divide la superficie de un glaciar. Por la dinámica de los glaciares colombianos estos rangos fluctúan entre 50 y 100 metros. Su determinación es importante ya

que el tamaño del área relativa por rango del glaciar es afectado por el valor medido con la baliza (o del pozo) localizada en el rango en cuestión.

Sección de la baliza: segmento del que se componen una baliza. Para Colombia, generalmente cada baliza se compone de tres secciones de dos metros de longitud cada una unidas por un cordino de tal forma que tengan flexibilidad entre secciones. Generalmente cada sección se codifica con un número romano (i, ii, iii...) iniciando por la sección que se encuentra a mayor profundidad.

Superficie o Área glaciar: extensión en dos dimensiones (planimetría) del glaciar de estudio o parte de este. Proyección del perímetro del glaciar sobre la superficie de un elipsoide que se aproxima a la superficie de la Tierra o sobre un plano (horizontal) aproximado a ese elipsoide.

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

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 ve representado en una columna de agua equivalente ocurrido durante un lapso de tiempo 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.

Indicadores 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 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 al balance de masa calculado 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.

Parámetros para calcular o estimar según corresponde con la operación estadística, por cada unidad:

- 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 db/dt , por lo cual la ecuación básica teniendo en cuenta esta cualidad es:

$$db/dt = \rho dh/dt$$

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:

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

Parámetros

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 relativos, el balance de masa total B_n se expresa como:

$$B_n = (1/S) [\sum (b_1 S_1 + b_2 S_2 + \dots + b_j S_j)]$$

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	FICHA METODOLÓGICA PARA LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-F018
		Versión: 01
		Fecha: 04/06/2021
		Página: 7 de 13

donde S corresponde a la superficie total del glaciar estudiado; b_1 , b_2 , b_j al balance ponderado por área S_j dentro de los rangos de altura (j).

- Balance de masa acumulado: la suma algebraica de balances de masa periódicos o parciales.
- 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. 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).

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 y aceptada por el WGMS. De esta manera se garantiza el uso y aplicación de nomenclaturas y clasificaciones vigentes. El IDEAM determina los estándares estadísticos que serán incorporados en la operación estadística, optando por la aplicación del método directo dentro de los diferentes métodos de estimación del balance de masa por su facilidad, temporalidad de medición, exactitud y costo.

El método glaciológico directo se utiliza para determinar el balance de masa de forma directa o in-situ, por medio de medidas sucesivas de acumulación y ablación, generalmente balizas y pozos sobre el glaciar. Se considera el mejor método con base en la relación costo-beneficio y proporciona la información para cumplir el objetivo. Constituye la identificación y aplicación de conceptos estandarizados de referencia internacional y la metodología de balance de masa, sugeridos por el WGMS.

Estándares estadísticos empleados

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]

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	FICHA METODOLÓGICA PARA LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-F018
		Versión: 01
		Fecha: 04/06/2021
		Página: 8 de 13

8. CODE [numeric code; 3 digits]
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.

Universo de estudio La masa glaciaria de la totalidad de los glaciares en el territorio colombiano.

Población objetivo La masa glaciaria de

1. Sierra nevada El Cocuy o Güicán (6° 30'N; 72° 15'W; 5380m.).
2. Volcán nevado Santa Isabel (4° 48'N; 75° 22'W; 4968 m.).

Unidades estadísticas La masa glaciaria medida en el Volcán Nevado Santa Isabel (sector Conejeras) y Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco) en el territorio colombiano. Desde 2006 y 2009 respectivamente, se han realizado sistemática y periódicamente observaciones a estas unidades; que con base en una red de instrumentos sobre y alrededor de las superficies glaciares seleccionados han arrojado datos que permiten una mejor comprensión del actual estado de la criósfera colombiana, así como de la dinámica de la baja tropósfera.

Unidad de análisis Las masas glaciares que yacen sobre el Volcán Nevado Santa Isabel (sector Conejeras) y la Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco).

Fuentes La fuente de información es primaria y única, corresponde con los datos capturados en los puntos de observación sobre la superficie de los glaciares objeto de estudio directo por parte del IDEAM.

Dos (2) unidades de observación. Es viable incluir más o cambiar las unidades de observación en el proceso.

Tamaño de muestra Las unidades o glaciares seleccionados son el volcán nevado Santa Isabel (sector Conejeras, Parque Nacional Natural Los Nevados) y la sierra nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco, Parque Nacional Natural El Cocuy). El cálculo de la selección de la muestra obedece principalmente a la característica principal del diseño muestral: es imposible, por factores presupuestales, humanos y logísticos, visitar en campo los seis glaciares del país. Por ende, se selecciona la muestra a partir de criterios técnico-científicos de representatividad y accesibilidad.

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	FICHA METODOLÓGICA PARA LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-F018
		Versión: 01
		Fecha: 04/06/2021
		Página: 9 de 13

El IDEAM atiende criterios científicos, técnicos y logísticos de desagregación y cobertura geográfica del universo de estudio. Esto debido fundamentalmente a la dificultad logística, técnica y económica de realizar mediciones directas sobre todos los glaciares del país. 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.

Diseño muestral Teniendo en cuenta los criterios 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. Se definen las dos unidades estadísticas de observación y análisis reseñadas anteriormente, a saber:

- El volcán nevado Santa Isabel (sector Conejeras)
- La sierra nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco).

Estadísticamente, es viable incluir más o cambiar las unidades de observación en el proceso estadístico y el marco muestral es susceptible de actualizaciones o novedades en el transcurso del tiempo, teniendo en cuenta estos mismos criterios. La relación bibliográfica del diseño muestral se puede encontrar en el documento metodológico.

Precisión

No aplica. Esto debido a que la operación es un muestreo no probabilístico, por ende, no se tiene un coeficiente de variación ni factores de expansión, es decir, ningún glaciar o unidad estadística representa otras unidades en cuanto a su masa.

Mantenimiento de la muestra

La muestra se mantendrá en el tiempo y en el espacio, y su variación estará sujeta a la inclusión de una nueva unidad de observación, o al impedimento de seguir monitoreando el volcán nevado Santa Isabel (sector Conejeras) ó la sierra nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco) por el no cumplimiento de los criterios anteriormente expuestos.

Información auxiliar

Series de datos climatológicos e hidrológicos, los cuales representan un complemento para realizar un análisis más detallado y una mejor interpretación de los datos.

Cobertura geográfica

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

La operación estadística hace referencia a la generación de información de balance de masa durante un periodo establecido por el IDEAM, normalmente un 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. 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:

Volcán nevado Santa Isabel (sector Conejeras):

- 2006: inicia el 03/03/2006 y finaliza el 31/12/2006
- 2007: inicia el 26/01/2007 y finaliza el 31/12/2007
- 2008: inicia el 26/01/2008 y finaliza el 31/12/2008
- 2009: inicia el 10/02/2009 y finaliza el 31/12/2009
- 2010: inicia el 12/01/2010 y finaliza el 31/12/2010
- 2011: inicia el 18/01/2011 y finaliza el 31/12/2011
- 2012: inicia el 04/01/2012 y finaliza el 31/12/2012
- 2013: inicia el 19/01/2013 y finaliza el 31/12/2013
- 2014: inicia el 22/01/2014 y finaliza el 31/12/2014
- 2015: inicia el 03/02/2015 y finaliza el 31/12/2015
- 2016: inicia el 03/01/2016 y finaliza el 31/12/2016
- 2017: inicia el 21/01/2017 y finaliza el 31/01/2018
- 2018: inicia el 31/01/2018 y finaliza el 12/02/2019
- 2019: inicia el 12/02/2019 y finaliza el 28/01/2020
- 2020: inicia el 28/01/2020 y finaliza el 26/02/2021

Periodo de referencia

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

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).

Periodo y periodicidad de recolección

El calendario estimado de recolección consiste en una visita mensual al sitio de estudio sector glaciar Santa Isabel (sector Conejeras) y una visita bimestral al sitio de estudio sierra nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco); consistente en 12 y 6 visitas al año respectivamente. Por circunstancias de tiempo meteorológico, logístico, presupuestal o de fuerza mayor, la periodicidad corresponderá a una visita a cada sitio por cada periodo seco o de lluvias de la región Andina, es decir 2 campañas de campo en temporada seca para cada sitio y 2 campañas de campo en temporada húmeda para cada sitio de acuerdo con el comportamiento bimodal de esta región natural.

Método de recolección

La recolección de datos es en terreno y en coherencia con el procedimiento para la recolección en campo. El componente central del diseño de la recolección radica en definir el esquema operativo de una campaña o comisión de campo y su ejecución. 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 *Instructivo para la recolección de datos primarios del balance de masa glaciar*.

Desagregación de resultados

La desagregación geográfica está dada por la ubicación del Volcán Nevado Santa Isabel (sector Conejeras) y Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco), en el territorio colombiano

En lo relativo a la desagregación temática, la información estadística se difunde a partir del análisis consistente en una combinación de métodos tales como análisis de contexto, de series de tiempo o estadístico básico, pero también incluye el análisis cruzado con variables complementarias del seguimiento a la dinámica de los glaciares como variables hidrometeorológicas y climatológicas, balance de energía, balance hidrológico, retrocesos del frente glaciar, espesores de hielo o topografía glaciar.

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	FICHA METODOLÓGICA PARA LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-F018
		Versión: 01
		Fecha: 04/06/2021
		Página: 12 de 13

Frecuencia de entrega de resultados

La frecuencia de entrega de resultados es acorde con los productos y fechas consignadas en el *Calendario de difusión para la operación estadística balance de masa glaciar*.

Periodos disponibles para los resultados

Los resultados y las series históricas disponibles de la información estadística corresponden a:

- Volcán nevado Santa Isabel (sector Conejeras, Parque Nacional Natural Los Nevados): balances de masa específicos y totales desde mayo de 2006 hasta la actualidad, estacionales y anuales desde mayo de 2006 hasta la actualidad.
- Sierra nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco, Parque Nacional Natural El Cocuy): balances de masa específicos y estacionales desde marzo de 2013 hasta diciembre de 2019; balance de masa anual desde mayo de 2009 hasta la actualidad.

Medios de difusión y acceso

La Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental pone a disposición de los usuarios la información actualizada del seguimiento a la dinámica glaciar en Colombia, a través de los medios de divulgación establecidos por el IDEAM. En tal sentido, la información de la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar utiliza como sistema de salida principal la página web del IDEAM en su componente de glaciares (<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/glaciares>).

La información producida que se divulga, socializa y apropia mediante la página web, lo es previa aprobación por parte del Comité Científico del IDEAM y una vez se surta esto, los documentos son aprobados por el Comité Editorial, los cuales son editados por el grupo de Comunicaciones y Prensa para luego ser socializados y divulgados. Los principales productos entregados son:

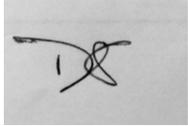
1. Informe anual del estado de los glaciares de estudio
2. Informe periódico del estado de los glaciares colombianos.
3. Indicador ambiental Balance de Masa glaciar

A través de la página web y los canales de atención al ciudadano el IDEAM asegura la comunicación, difusión y publicación de los resultados. La información de la operación alojada en servidores del IDEAM ofrece un excelente lugar de almacenamiento y un buen mecanismo para su mantenimiento y fácil actualización.

	FICHA METODOLÓGICA PARA LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-F018
		Versión: 01
		Fecha: 04/06/2021
		Página: 13 de 13

**Relación de autores, versión y control de cambios de la ficha metodológica de la operación estadística
Balance de Masa Glaciar**

Fecha	Versión	Datos del autor o de quien ajustó la ficha	Descripción de los ajustes
04/06/2021	1,0	<p>Jorge Luis Ceballos Liévano Profesional Especializado Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental jceballos@ideam.gov.co</p> <p>Jose Alejandro Ospina Niño Contratista Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental jaospina@ideam.gov.co</p> <p>Cítese como:</p> <p>Ceballos J. L., Ospina J.A. (2021). Ficha metodológica de la operación estadística "Balance de masa glaciar" (Versión 1,0). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 13 pág.</p>	Creación del documento

<p>ELABORÓ:</p>  <p>Jose Alejandro Ospina Niño Contratista</p>  <p>Jorge Luis Ceballos Lievano Profesional Especializado</p>	<p>REVISÓ:</p>  <p>Jhonatan Danilo Uasapud García Coordinador Grupo de Monitoreo de Alta Montaña</p>	<p>APROBÓ:</p>  <p>Ana Celia Salinas Martin Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental</p>
---	---	--