



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

# **FICHA METODOLÓGICA PARA LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA**

## **“Estadísticas de monitoreo de la superficie de bosque natural en Colombia”**

 <p><b>IDEAM</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p align="center"><b>FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS</b></p>	<p>Código: M-GCI-F001 Versión: 02 Fecha: 20/06/2023 Página: 2 de 14</p>
--	---	---

## FICHA METODOLÓGICA

<b>Nombre de la operación estadística y sigla</b>	<p>Estadísticas de monitoreo de la superficie de bosque natural en Colombia .</p>
<b>Entidad responsable</b>	<p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM</p>
<b>Tipo de operación estadística</b>	<p>Censo</p>
<b>Antecedentes</b>	<p>Desde su creación, el IDEAM es la entidad encargada de suministrar los conocimientos, los datos y la información ambiental que requieren el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y demás entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA) para la evaluación, monitoreo, seguimiento y modelamiento de los fenómenos naturales y las actividades humanas que afectan los ecosistemas forestales.</p> <p>En 2006 se da inicio al Programa Nacional para el Monitoreo y Seguimiento de los bosques y áreas de aptitud forestal (PMSB), con el objeto de obtener, conocer y estandarizar la información de los ecosistemas de bosque del país, a partir de la articulación y orientación de los diversos esfuerzos de las instituciones que conforman el SINA.</p> <p>En 2009 de acuerdo con las actividades propuestas de monitoreo del PMSB se establece el proyecto “Fortalecimiento de capacidades técnicas y científicas para para implementar mecanismos y proyectos de reducción de emisiones procedentes de la deforestación y la degradación forestal (REDD) en Colombia”. El proyecto se enfocó en el desarrollo y fomento de las capacidades nacionales para el monitoreo de la cubierta forestal acorde con las decisiones de la CMNUCC desde la COP 13 en Bali, iniciativa que contó con el acompañamiento del MADS y el apoyo financiero de la Fundación Gordon and Betty Moore. Durante el proyecto se evaluaron diferentes técnicas de procesamiento de datos de sensores remotos para la detección de los cambios de cobertura del bosque, generando como resultado el “Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia a Nivel Nacional - Escala gruesa y fina” y la “Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación a nivel nacional”. (Cabrera, Galindo, &amp; Vargas, 2011).</p> <p>En 2010, el IDEAM generó por primera vez información comparable sobre la distribución y los cambios en la cobertura boscosa a nivel nacional para los años 2000 y 2007 conforme a una escala espacial 1:500.000, a partir del procesamiento digital de imágenes de baja resolución espacial del sensor MODIS (pixel de 250m, Escala gruesa).</p> <p>En el año 2011 la implementación de la primera versión del protocolo permitió generar información a nivel nacional sobre la distribución y los cambios en la cobertura de bosque para los años 1990, 2000, 2005 y 2010 en una escala geográfica más detallada (conforme 1:100.000), a partir del procesamiento de las imágenes de mediana resolución del satélite Landsat.</p> <p>En 2012 la Subdirección de Ecosistemas del IDEAM consolida y pone en operación el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC), sistema que ha contado nuevamente con el apoyo financiero de la Fundación Gordon and Betty Moore, Ecopetrol S.A y la iniciativa GEF-“Corazón de la Amazonía. Gracias a todas las lecciones aprendidas y a los avances a nivel global y local se desarrolla una segunda versión del Protocolo de procesamiento digital de imágenes. El enfoque de este nuevo protocolo disminuye la presencia de áreas sin información (por nubes y sombras de nubes), permitiendo una mejor y más completa identificación de las coberturas de interés, a la vez que se mejora la eficacia y exactitud en la detección de los</p>

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p align="center"><b>FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS</b></p>	<p>Código: M-GCI-F001 Versión: 02 Fecha: 20/06/2023 Página: 3 de 14</p>
---	---	---

	<p>cambios en la cobertura del bosque y se reducen los tiempos de producción de los datos a unos cuantos meses.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La implementación de esta segunda versión del protocolo ha permitido cuantificar la deforestación histórica nacional para los períodos 2010-2012, 2012-2013 y 2013- 2014, 2014-2015 y 2015-2016, siendo estos cuatro últimos períodos, las primeras oportunidades en que el país logra generar cifras anuales de monitoreo de la superficie de bosque y la deforestación, con una significativa reducción de presencia de áreas con coberturas de nubes, consolidando así un conjunto de datos oficiales de monitoreo de la superficie de bosque en Colombia</li> </ul>
<b>Objetivo general</b>	<p>Generar y difundir la cartografía temática y los reportes estadísticos pertinentes sobre la extensión, distribución y los cambios en la cobertura boscosa a nivel nacional, conforme con una escala 1:100.000</p>
<b>Objetivos específicos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuantificar la superficie de bosque natural y la proporción de la superficie cubierta por bosque natural en Colombia.</li> <li>2. Cuantificar la deforestación y el cambio en la superficie de bosque natural en Colombia</li> <li>3. Calcular la tasa anual de deforestación en Colombia</li> </ol>
<b>Alcance temático</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cuantificación de la distribución y extensión de la superficie de Bosque para el área continental e insular de San Andrés y Providencia en Colombia, de acuerdo a la definición de bosque adoptada.</li> <li>2. Cuantificación del cambio de la superficie de bosque para el área continental e insular de San Andrés y Providencia en Colombia, de acuerdo con la definición de deforestación y regeneración adoptada</li> <li>3. La cuantificación de la distribución y extensión del bosque natural y del cambio de la superficie de bosque natural se realiza a través de un censo utilizando imágenes de satélite, por lo que únicamente es posible generar información desde 1990, debido a que antes de esta fecha no se contaba con suficientes imágenes disponibles para realizar un seguimiento adecuado y consistente.</li> <li>4. En la operación estadística se monitorea únicamente la cobertura vegetal correspondiente al bosque natural, excluyendo las demás coberturas boscosas tales como las plantaciones forestales y sistemas agroforestales.</li> <li>5. La metodología de la operación estadística está diseñada y evaluada para generar información a partir de capas geográficas con una escala conforme 1:100.000</li> </ol>
<b>Conceptos básicos</b>	<p><b>Banda.</b> Cada uno de los intervalos en los cuales el sensor remoto divide el espectro electromagnético para generar una imagen multi-espectral. Este concepto es aplicado generalmente a imágenes de tipo óptico.</p> <p><b>Bosque estable:</b> Superficie que permanece cubierta por bosque natural tanto al inicio como al final del periodo de análisis.</p> <p><b>Bosque natural:</b> Tierra ocupada principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima del dosel de 30%, una altura mínima del dosel (<i>in situ</i>) de 5 m al momento de su identificación, y un área mínima de 1,0 ha. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma, y árboles sembrados para la producción agropecuaria. Esta definición es consecuente con los criterios definidos por la CMNUCC en su decisión 11/COP.7. Para efectos de la operación estadística, cualquier otro tipo de cobertura de la tierra diferente al bosque se define como "No bosque".</p>

## FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS

Código: M-GCI-F001

Versión: 02

Fecha: 20/06/2023

Página: 4 de 14

**Cambio en la superficie cubierta por bosque natural:** promedio anual de la diferencia entre la superficie de bosque regenerado (ganancia) y la superficie de bosque deforestado (pérdida) en la unidad espacial de referencia  $j$ , entre los años  $t_1$  y  $t_2$ .

**Datos de actividad:** Los Datos de Actividad (DA) son datos que permiten observar la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a las emisiones o absorciones que se producen durante un periodo de tiempo determinado (p. ej. Datos sobre áreas terrestres).

**Deforestación:** Conversión directa y/o inducida de la cobertura de Bosque a otro tipo de cobertura de la Tierra en un periodo de tiempo determinado (DeFries et al., 2006; GOFC-GOLD, 2009).

**Escena:** Porción de las imágenes tomadas por el sensor delimitadas por un área generalmente rectangular y fija definida por el distribuidor. Ya que los datos de sensores remotos se toman para grandes áreas o franjas alrededor de la tierra, cada sistema satelital define una grilla que subdivide la superficie terrestre en zonas rectangulares. Cada una de estos rectángulos corresponde a una escena y en muchos tipos de imagen tienen un código establecido que identificará a esa porción de la superficie terrestre. Las imágenes tomadas por el sensor son cortadas y distribuidas siguiendo los límites definidos por estas grillas.

**Exactitud de productor:** Proporción del área que pertenece a una categoría en el terreno y que fue cartografiada en dicha categoría en el mapa. Es complementaria de la probabilidad de error de omisión.

**Exactitud de usuario:** Proporción del área cartografiada como una categoría que en realidad corresponde a esta categoría en el terreno (clasificación de referencia). Es complementaria de la probabilidad de error de comisión.

**Exactitud total:** Proporción del área cartografiada correctamente. Provee al usuario una probabilidad de que un punto o muestra aleatoria en el mapa esté correctamente clasificada.

**Exactitud de mapas temáticos:** Es definida como el grado en el cual el mapa producido concuerda con una clasificación de referencia.

**Firma espectral:** La variación de la reflectancia en función de la longitud de onda se la denomina firma o signatura espectral. La firma espectral es la medida cuantitativa de las propiedades espirituales de un objeto en una o varias bandas espirituales. También se la conoce como comportamiento o respuesta espectral, concepto que incluye la variabilidad temporal de las firmas espirituales.

**Formato raster:** Modelo de representación de la información geográfica en el que se divide el espacio en un conjunto regular de celdas o pixeles, y en el que cada pixel contiene un valor asociado de acuerdo con la información geográfica que representa.

**Formato vectorial:** Modelo de representación de la información geográfica en el que los diferentes objetos se presentan como puntos, líneas o polígonos.

**Imagen de satélite:** Representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen información reflejada para la superficie de la tierra que luego es enviada a la Tierra y que procesada convenientemente entrega valiosa información sobre las características de la zona que cubre.

**Imagen multi-espectral:** Se produce por la combinación de imágenes que registran datos correspondientes a diferentes longitudes de onda o bandas espirituales.

**Nivel Digital – ND:** Se trata del valor numérico discreto asignado por el sistema formador de imágenes a cada celda, en respuesta a la irradiancia recibida sobre el plano focal del sensor. Se

## FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS

Código: M-GCI-F001

Versión: 02

Fecha: 20/06/2023

Página: 5 de 14

le conoce así mismo como nivel de gris, luminancia, número digital, valor de pixel, etc. Existe una relación lineal entre el ND grabado y la radiancia correspondiente a cada celda de terreno.

**No Bosque estable:** Superficie que permanece con una cobertura distinta a la de bosque natural, tanto al inicio como al final del periodo de análisis.

**Ortorectificación:** Corrección geométrica de la imagen derivada de una perspectiva convencional de imagen por rectificación diferencial o simple, para que los desplazamientos causados por la inclinación del sensor y el relieve del terreno sean removidos.

**Proporción de la superficie cubierta por bosque natural:** establece la razón entre el área cubierta por bosque natural respecto al área total de la unidad espacial de referencia  $j$ , en el tiempo  $t$ .

**Píxel:** Unidad básica de información gráfica que se refiere a cada uno de los puntos indivisibles que conforman una imagen, es decir, la mínima área de captura en el formato raster.

**Reflectancia:** Valor numérico que representa una medida de la energía radiante o flujo radiante que es reflejado por un material o una superficie como función de la longitud de onda.

**Regeneración:** se define como la recuperación de la cobertura de Bosque de zonas donde no estaba presente en fechas anteriores.

**Resolución espacial:** Este concepto designa al objeto más pequeño que puede ser distinguido sobre la imagen; está determinada por el tamaño del pixel medio en metros sobre el terreno.

**Resolución espectral:** Se refiere al número y ancho de las longitudes de onda en las cuales un sensor es capaz de adquirir información, por ejemplo, longitudes visibles del azul, verde, rojo, distintas longitudes de onda de infrarrojo, etc.

**Resolución radiométrica:** Se refiere a la sensibilidad del sensor y se mide por la cantidad de niveles de color en que se divide la radiación recibida, para ser almacenada y procesada posteriormente. Se expresa en números de bits; por ejemplo, en una imagen de satélite de un sensor con una resolución radiométrica de 8 bits es posible dividir la radiación recibida en 256 niveles.

**Resolución temporal:** Es una medida de la frecuencia con la que un satélite es capaz de obtener imágenes de una determinada área. También se denomina periodo de revisita. Es útil cuando se quieren realizar estudios multitemporales o evolutivos.

**Resolución:** Nivel de detalle con el que se es posible identificar los elementos sobre las imágenes y se relaciona con la unidad mínima de almacenamiento de datos o pixel.

**Respuesta espectral:** Ver definición firma espectral.

**Satélite:** Cualquier objeto que recorre una órbita alrededor de un cuerpo celeste como la luna. El término se usa en el documento para designar las plataformas artificiales que orbitan la Tierra.

**Sensor remoto:** Ver definición teledetección.

**Sin Información:** Es la superficie que no fue posible interpretar en el momento de análisis debido a la presencia de nubes, sombras de nube/relieve o bandeadimientos en la imagen de satélite.

**Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC):** Es el conjunto de procesos, metodologías, protocolos y herramientas para la generación periódica de información sobre: i) la superficie de bosques de Colombia y sus cambios en el tiempo; ii) las reservas de carbono almacenadas en los bosques naturales; iii) las causas y agentes de la deforestación y la

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p align="center"><b>FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS</b></p>	<p>Código: M-GCI-F001 Versión: 02 Fecha: 20/06/2023 Página: 6 de 14</p>
---	---	---

degradación de los bosques y, iv) las emisiones y absorciones de GEI asociadas a la deforestación y la degradación forestal. (Decreto 1655 de 2017).

**Tasa anual de deforestación:** variación de la superficie cubierta por bosque natural, en una determinada unidad espacial de referencia  $j$ , entre el año inicial  $t_1$  y el año final  $t_2$ .

**Teledetección:** Técnica mediante la cual se obtienen información de la superficie de la Tierra a través de la medición y análisis de algunas propiedades de los objetos (generalmente energía electromagnética emitida o reflejada), las cuales son registradas por un equipo o dispositivo (sensor remoto) sin tener contacto físico directo con el objeto.

**Valores radiométricos:** Radiación electromagnética reflejada por un elemento de superficie terrestre en un determinado rango del espectro, y se convierte en un valor numérico que depende de la resolución radiométrica.

**Vector:** Ver definición formato vectorial.

**Cobertura de bosque natural.** Presencia o ausencia de cobertura de bosque en cada unidad de observación. Es una variable categórica y puede tomar los siguientes valores: 1 Presencia de Bosque y 2 Ausencia de bosque (No bosque). El valor de esta variable se almacena para cada unidad de observación (pixel) en el Mapa de Bosque – No bosque, a partir del cual se producen los datos de superficie cubierta por bosque natural. Este mapa puede incluir unidades de observación sin respuesta por nubes o bandeamiento de las imágenes, a las que se les asigna un valor de: 3 “sin información”.

#### Variables

**Cambio de la cobertura de bosque natural.** Tipo o clase de cambio identificado para cada unidad de observación. Es una variable compuesta construida a partir de la comparación de imágenes de satélite del año de recolección con las del año inmediatamente anterior, determinando cambios en la respuesta espectral debidos a la ocurrencia de deforestación o regeneraciones del bosque. Las zonas donde no hubo cambio se consideran estables y se mantiene la cobertura de bosque o no bosque del año anterior. La variable puede tomar los siguientes valores: 1 Bosque Estable, 2 Deforestación, 4 regeneración y 5 No bosque estable. El valor de esta variable se almacena para cada unidad de observación (pixel) en el Mapa de cambio de bosque. Este mapa puede incluir unidades de observación sin respuesta por nubes o bandeamiento de las imágenes del año de análisis o del año anterior, a las que se les asigna un valor de: 3 “sin información”.

**Proporción de la superficie cubierta por bosque natural:** establece la razón entre el área cubierta por bosque natural respecto al área total de la unidad espacial de referencia  $j$ , en el tiempo  $t$ . El objetivo es cuantificar la proporción de la superficie que se encuentra cubierta por bosque natural, su distribución espacial y tendencias históricas. El indicador muestra el porcentaje de la superficie del país, departamento o corporación autónoma regional que presenta cobertura de bosque natural en el tiempo ( $t$ ), y que fue observado en las imágenes de satélite.

#### Indicadores

$$PSBN_{jt} = \left[ \frac{SCBN_{jt}}{AUER_{jt}} \right] * 100 \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde,

$PSBN_{jt}$  Proporción de la superficie cubierta por bosque natural en la unidad espacial de referencia  $j$ , en el tiempo  $t$ .

$SCBN_{jt}$  Superficie en hectáreas (ha) cubierta por bosque natural en la unidad espacial de referencia  $j$ , en el tiempo  $t$ .

FORMATO FICHA METODOLÓGICA  
PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS

Código: M-GCI-F001

Versión: 02

Fecha: 20/06/2023

Página: 7 de 14

$AUER_{jt}$  Superficie en hectáreas (ha) de la unidad espacial de referencia  $j$ , en el tiempo  $t$ .

La superficie cubierta por bosque natural en la unidad espacial de referencia  $j$ , en el tiempo  $t$  ( $SCBN_{jt}$ ) se calcula con la siguiente fórmula:

$$SCBN_{jt} = nBN_{jt} * A \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde,

$nBN_{jt}$ : Total de píxeles (unidades de observación) clasificadas como bosque natural en el Mapa de Cobertura de Bosque/ No Bosque dentro de la unidad espacial de referencia  $j$  en el tiempo  $t$

A: Área en hectáreas de cada pixel

**Cambio en la superficie cubierta por bosque natural:** es el promedio anual de la diferencia entre la superficie de bosque regenerado (ganancia) y la superficie de bosque deforestado (pérdida) en la unidad espacial de referencia  $j$ , entre los años  $t1$  y  $t2$ . Tiene como objetivo identificar la extensión del cambio neto de la superficie cubierta por bosque natural a nivel nacional, departamental y/o de corporaciones autónomas regionales. El indicador toma valores negativos, positivos o cero. Valores negativos del indicador señalan pérdidas netas de superficie de bosque natural; el valor nulo o igual a cero significa que la superficie cubierta por bosque natural se mantiene estable, mientras que los valores positivos indican ganancias netas de superficie de bosque natural. Se recomienda tener en cuenta la superficie sin información para el análisis de los datos.

El cálculo del indicador se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$CSBN_{j(t1:t2)} = \frac{SR_{j(t1:t2)} - SD_{j(t1:t2)}}{t2 - t1} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

$CSBN_{j(t1:t2)}$ : Cambio de la superficie cubierta por bosque natural en la unidad espacial de referencia  $j$ , ocurrido entre los años  $t1$  y  $t2$  del periodo de análisis, expresado en hectáreas (ha).

$SR_{j(t1:t2)}$ : Superficie regenerada en la unidad espacial de referencia  $j$  entre los años  $t1$  y  $t2$  del periodo de análisis, expresada en hectáreas (ha).

$SD_{j(t1:t2)}$ : Superficie deforestada en la unidad espacial de referencia  $j$  entre los años  $t1$  y  $t2$  del periodo de análisis, expresada en hectáreas (ha).

$t1$  y  $t2$ : Año inicial ( $t1$ ) y final ( $t2$ ) del periodo de análisis ( $t1:t2$ ).

La superficie regenerada en la unidad espacial de referencia  $j$  entre los años  $t1$  y  $t2$  ( $SR_{j(t1:t2)}$ ) y la superficie deforestada en la unidad espacial de referencia  $j$  entre los años  $t1$  y  $t2$  ( $SD_{j(t1:t2)}$ ) se calculan mediante las siguientes fórmulas:

$$SR_{j(t1:t2)} = nR_{j(t1:t2)} * A \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$SD_{j(t1:t2)} = nD_{j(t1:t2)} * A \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde,

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<h2 style="text-align: center;">FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS</h2>	<p>Código: M-GCI-F001 Versión: 02 Fecha: 20/06/2023 Página: 8 de 14</p>
---	---	---

$nRj(t1:t2)$  : Total de pixeles (unidades de observación) clasificados como “Regeneración” dentro de la unidad espacial de referencia  $j$  para el periodo  $t1:t2$   
 $nDj(t1:t2)$  : Total de pixeles (unidades de observación) clasificados como “Deforestación” dentro de la unidad espacial de referencia  $j$  para el periodo  $t1:t2$ .  
A: Área en hectáreas de cada pixel.

**Tasa anual de deforestación:**

El cálculo del indicador se realiza mediante la siguiente fórmula, propuesta por Puyravaud (2003):

$$TD_{j,(t1:t2)} = \left( \left( \frac{1}{t2-t1} \right) * \ln \left( \frac{SCBE_{j,(t1:t2)}}{(SCBE_{j,(t1:t2)} + SD_{j,(t1:t2)})} \right) \right) \text{ Ecuación 1}$$

Dónde,

$TD_{j,(t1:t2)}$ : Tasa anual de deforestación de la unidad espacial de referencia  $j$ , entre los años  $t1$  y  $t2$ .

$SCBE_{j,(t1:t2)}$ : Superficie de bosque estable en la unidad espacial de referencia  $j$  entre el año  $t1$  y  $t2$ , expresada en hectáreas (ha).

$SD_{j,(t1:t2)}$ : Superficie deforestada en la unidad espacial de referencia  $j$  entre los años  $t1$  y  $t2$ , expresada en hectáreas (ha).

$t1$  y  $t2$ : Años inicial ( $t1$ ) y final ( $t2$ ) del periodo de análisis ( $t1:t2$ ).

La Superficie deforestada en la unidad espacial de referencia  $j$  entre los años  $t1$  y  $t2$  ( $SD_{j,(t1:t2)}$ ) y la Superficie de bosque estable en la unidad espacial de referencia  $j$  entre el año  $t1$  y  $t2$  ( $SCBE_{j,(t1:t2)}$ ) se calcula con la siguiente fórmula:

$$SD_{j,(t1:t2)} = nD_{j,(t1:t2)} * A \quad \text{Ecuación 2}$$

**Ecuación 3**

Donde,

$nDj,(t1:t2)$ : Total de pixeles (unidades de observación) clasificados como Deforestación dentro de la unidad espacial de referencia  $j$  para el periodo  $t1:t2$  (Ver metodología de cálculo)

$nBE_{j,(t1:t2)}$ : Total de pixeles (unidades de observación) codificadas como Bosque Estable dentro de la unidad espacial de referencia  $j$  para el periodo  $t1:t2$  (Ver metodología de cálculo)

**Parámetros**

**Estándares estadísticos empleados**

**División Político Administrativa - DIVIPOLA**

Para el nivel de desagregación geográfica departamental se emplea la nomenclatura de la División político-administrativa de Colombia (DIVIPOLA), un estándar nacional producido por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y que

 <p><b>IDEAM</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p align="center"><b>FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS</b></p>	<p>Código: M-GCI-F001 Versión: 02 Fecha: 20/06/2023 Página: 9 de 14</p>
--	---	---

	<p>consolida en un inventario la identificación y codificación de los departamentos y municipios del país<sup>1</sup>.</p> <p><b>Corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible</b></p> <p>Las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR) son entes corporativos de carácter público, integrados por las entidades territoriales, encargados por ley de administrar dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por el desarrollo sostenible del país. Los límites de las jurisdicciones y nombres y siglas de las corporaciones empleados corresponden a los definidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)</p>
<b>Universo de estudio</b>	<p>La implementación de la operación de monitoreo de la superficie de bosque natural abarca la totalidad del territorio colombiano continental e insular de San Andrés y Providencia, que de acuerdo con los datos publicados por el IGAC tiene un área de 114.174.800 ha</p>
<b>Población objetivo</b>	<p>La población objetivo de la operación estadística corresponde al mismo Universo de estudio, es decir, la totalidad del territorio colombiano continental e insular de San Andrés y Providencia. Al igual que el Universo de estudio, la población objetivo excluye los territorios insulares diferentes a San Andrés y providencia, dada la escala y resolución espacial de las imágenes de satélite y teniendo en cuenta que algunas de estas no presentan cobertura de bosque.</p>
<b>Unidades estadísticas</b>	<p><b>Unidad de observación.</b> Corresponde a cada uno de los pixeles de los 1.227'044.513 pixeles de 30,72 x 30,26 m en el sistema de proyección Magna SIRGAS, de los cuales se obtiene la información espectral de las imágenes de satélite para determinar si la unidad presenta una cobertura de bosque natural o no, o si presentó cambios.</p> <p><b>Unidad de análisis.</b> La unidad que se analiza y de la que se obtiene la información es el pixel, a partir de las cuales se sintetiza y presenta la información para la evaluación de la superficie de bosque natural y cambios en la superficie de bosque natural en Colombia.</p> <p><b>Unidad de muestreo (NA)</b></p>
<b>Marco (censal o muestral)</b>	<p>La operación de monitoreo ha consolidado como marco estadístico el conjunto de los 1.227'044.513 pixeles de 30,72m x 30,26 m en el sistema de proyección Magna SIRGAS EPSG 3116 desde las coordenadas 161648 E y 1986579 N hasta las coordenadas 1828474 E y 18401 N que son observados durante el proceso de recolección de información y que se encuentran incluidos dentro del límite oficial del área continental e insular de San Andrés y Providencia para Colombia. Cada uno de estos pixeles constituye una unidad de observación con una posición geográfica definida por las coordenadas de su centroide y tiene una correspondencia exacta con los pixeles de las imágenes de satélite LANDSAT generadas por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Por ser un marco de áreas, las unidades de observación se encuentran definidas y almacenadas en un mapa en formato raster.</p>

<b>Fuentes</b>	<p>Fuente de información primaria: la principal fuente de datos para obtener información de cada una de las unidades de observación son las imágenes obtenidas por los sensores Landsat 5 TM, 7 ETM+ y OLI 8, con un nivel de procesamiento LT1. Las imágenes se obtienen del catálogo del USGS (<a href="https://espa.cr.usgs.gov/">https://espa.cr.usgs.gov/</a>) y se descargan los archivos digitales que se encuentran en formato raster.</p> <p>Las imágenes se encuentran disponibles para descarga por escenas de acuerdo con una grilla definida específicamente para las imágenes LANDSAT, en las que cada unidad de la grilla corresponde a una escena numerada. Se descargan únicamente las escenas correspondientes a la superficie continental e insular de Colombia. Se emplean imágenes con fecha de toma entre</p>
----------------	---

<sup>1</sup> <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/885-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento33>

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p align="center"><b>FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS</b></p>	<p>Código: M-GCI-F001 Versión: 02 Fecha: 20/06/2023 Página: 10 de 14</p>
---	---	--

	<p><b>Tamaño de muestra</b></p>	<p>N.A.</p>
	<p><b>Diseño muestral</b></p>	<p>No aplica para la operación estadística teniendo en cuenta que ésta corresponde a un censo</p>
	<p><b>Precisión</b></p>	<p>N.A.</p>
	<p><b>Mantenimiento de la muestra</b></p>	<p>N.A.</p>
		<p>En el marco de la operación estadística se establecieron las siguientes reglas de validación, consistencia e imputación:</p>
		<p>a) <b>Reglas de validación y consistencia:</b> durante las etapas de recolección de los datos, análisis y generación de los resultados se aplican reglas de validación y consistencia que hacen parte integral del proceso de control de calidad.</p>
		<p>b) <b>Reglas y validación y consistencia en los procesos de imputación:</b> imputación de valores para las superficies con un área mínima de 1 ha. De acuerdo con la definición bosque, una vegetación leñosa natural es considerada como bosque si, entre otras, su cobertura tiene un área mínima de 1 ha; por lo tanto, en aras de tener una consistencia temática, este valor se establece como el área mínima de mapeo.</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regla de validación: Cualquier combinación de pixeles contiguos de la misma clase o categoría (laterales o diagonales) que en conjunto ocupen una superficie menor a 1 ha, se consideran inconsistentes y deberán ser recodificados.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceso de imputación: Cuando no se cumple la regla de validación, a cada uno de estos pixeles se le asigna el valor que más se repite (moda) en los 8 pixeles vecinos.</li> </ul>
		<p>c) <b>Imputación con información auxiliar o externa (datos de otros períodos de la serie histórica):</b> debido que la operación estadística hace parte de un sistema de monitoreo, es necesario verificar la consistencia de la serie de tiempo para las variables “cobertura de bosque natural” y “cambios de la cobertura de bosque natural”. En el proceso no se toman en cuenta los datos anteriores a 2010, ya que éstos se generaron para períodos de referencia de 5 años o más. A partir del análisis de consistencia de la serie histórica se aplican métodos de imputación deductivos (Castro et al. 2006)<sup>2</sup> con dos objetivos principales:</p>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imputar valores para unidades de observación clasificados como “Sin información” en períodos anteriores de la serie histórica</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajustar las inconsistencias temáticas en la serie histórica</li> </ul>
	<p><b>Información auxiliar</b></p>	
		<p><b>Cobertura geográfica</b></p>
		<p>La implementación de la operación estadística monitoreo de la superficie de bosque natural en Colombia permite presentar información de todo el territorio colombiano, continental e insular de San Andrés y Providencia.</p>
	<p><b>Período de referencia</b></p>	<p>Desde 2013 el monitoreo de la superficie del bosque se realiza anualmente, de manera que la información de la que se derivan los datos de la operación estadística corresponde a las imágenes de satélite tomadas entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del año de monitoreo.</p>

<sup>2</sup> Castro, L.M. & Ávila, D.M. Una introducción a la imputación de valores perdidos. Universidad Central de Venezuela. Terra Nueva Etapa XXII (31): 127-151

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<h2 style="text-align: center;">FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS</h2>	<p>Código: M-GCI-F001 Versión: 02 Fecha: 20/06/2023 Página: 11 de 14</p>
---	---	--

Antes de 2013 el monitoreo se realizó para períodos de referencia decenales (1990-2000), quinqueniales (2000-2005 y 2005-2010) y bienales (2010-2012), utilizando imágenes de satélite tomadas en el año inicial y el año final del periodo.

**Periodo y periodicidad de recolección**

Anual. Desde 2013 la recolección de los datos, procesamiento, análisis y difusión de los resultados de la operación estadística se lleva a cabo el siguiente año al del periodo de referencia (entre los meses de enero y septiembre), es decir que se realiza y reporta la información de cada año vencido.

**Método de recolección o acopio**

En enero de cada año, un conjunto de profesionales con experiencia en interpretación de coberturas de la tierra mediante el uso de imágenes de satélite realiza el proceso de descarga, pre-procesamiento y procesamiento a nivel de escenas, de acuerdo a la asignación y los tiempos definidos por el coordinador y el control de calidad. Los datos se recolectan mediante el procesamiento e interpretación de las imágenes de satélite Landsat, siguiendo los lineamientos del Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia. V2.0 (Galindo et al. 2014). Cada uno de los productos intermedios generado en cada una de las etapas de la recolección es sometido a un proceso de control de calidad antes de seguir a la siguiente fase, y si es necesario es ajustado por los intérpretes. Una vez ejecutados los procedimientos de control de calidad, la coordinación de PDI y Control de calidad generan los productos cartográficos finales y los indicadores de resultados. Durante todo el proceso hay una persona encargada de entrenar a nuevos intérpretes y un desarrollador de software de manera transversal se encarga de mejorar y volver más eficiente cada uno de los procesos. Para más información consulte el Documento Metodológico de la Operación estadística Monitoreo de la Superficie de Bosque Natural (IDEAM, 2017).

**Desagregación geográfica:**

- i) Nacional
- ii) Departamental
- iii) Jurisdicción de Autoridades Ambientales Regionales -CAR

**Desagregación temática.** Indique el nivel de detalle del tema o dominio de estudio con que se difunde (o difundirá) la información estadística:

**Desagregación de resultados**

- i) **Proporción de la superficie cubierta por bosque natural:** los valores obtenidos para el indicador se presentan en tablas a nivel nacional, por departamentos y corporaciones autónomas regionales. Con el objeto de facilitar su interpretación se incluyen también los datos de la *superficie cubierta por bosque natural (SCBN jt)* en hectáreas (ha) y la *superficie sin información* (ha). Los valores de la *superficie cubierta por bosque natural (SCBN jt)*, la *superficie sin información*, así como los valores del indicador pueden cambiar periódicamente, debido a que la metodología de procesamiento incluye un análisis de consistencia en la serie temporal cada vez que se generan los datos de nuevos períodos de monitoreo.
- ii) **Cambio en la superficie cubierta por bosque natural:** con el objeto de facilitar su interpretación se incluyen los datos de la superficie deforestada (SD j,(t1:t2)), superficie regenerada ( SR j,(t1:t2) ), superficie sin información y la diferencia neta de la superficie cubierta por bosque natural entre el año t1 y t2 (numerador de la Ecuación 1), todos expresados en hectáreas (ha). El indicador toma valores negativos, positivos o cero. Valores negativos del indicador señalan pérdidas netas de superficie de bosque natural; el valor nulo o igual a cero significa que la superficie cubierta por bosque natural se mantiene estable, mientras que los valores positivos indican ganancias netas de superficie de bosque natural.

 <p>IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<h2 style="text-align: center;">FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS</h2>	<p>Código: M-GCI-F001 Versión: 02 Fecha: 20/06/2023 Página: 12 de 14</p>
---	---	--

**iii) Tasa anual de deforestación:** los valores obtenidos para el indicador se presentan en tablas a nivel nacional, por departamentos y corporaciones autónomas regionales. Con el objeto de facilitar su interpretación se incluyen también los datos de la superficie de bosque estable, la superficie deforestada y la proporción de la superficie sin información en cada periodo. Es importante mencionar que los valores de las superficies de bosque estable, superficie deforestada y sin información, así como los valores del indicador puede cambiar periódicamente, debido a que la metodología de procesamiento incluye un análisis de consistencia en la serie temporal cada vez que se generan los datos de nuevos períodos de monitoreo.

<b>Frecuencia de entrega de resultados</b>	<p>Desde 2013, anual</p>
<b>Periodos disponibles para los resultados</b>	<p><b>Macrodatos.</b> • Variable cobertura de bosque natural e indicador “Proporción de la superficie cubierta por bosque natural”: 1990, 2000, 2005, 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022</p> <p><b>Microdatos anonimizados.</b> • Microdatos de la variable cobertura de bosque natural: 1990, 2000, 2005, 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022</p> <p>• Microdatos de la variable cambio de la cobertura de bosque natural: 1990:2000, 2000:2005, 2005:2010, 2010:2012, 2012:2013, 2013:2014, 2014:2015, 2015:2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022. Se aclara que tanto la fuente de datos como los resultados son de carácter público y por tanto no requieren un proceso de anonimización.</p>
<b>Medios de difusión y acceso</b>	<p><b>Metadato</b> IDEAM. 2017. Documento Metodológico de la Operación estadística Monitoreo de la Superficie de Bosque Natural Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental. Bogotá, D.C. - Colombia 110p. Disponible para consulta en línea: <a href="http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/operacionesestadisticas">http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/operacionesestadisticas</a></p> <p>GALINDO G., ESPEJO O. J., RUBIANO J. C., VERGARA L. K., CABRERA E. 2014. Protocolo de procesamiento digital de imágenes para la cuantificación de la deforestación en Colombia. V 2.0. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Bogotá D.C., Colombia., 54 p. Disponible para consulta en línea: <a href="http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/deforestacion-colombia">http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/deforestacion-colombia</a></p>
	<p>Los indicadores (tablas, gráficas y hojas metodológicas) se publican en la página web del IDEAM (<a href="http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/ecosistemas-recursosforestales">http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/ecosistemas-recursosforestales</a>). Las cifras y estadísticas generales asociadas se pueden consultar en la página del SIAC</p> <p>Los microdatos (capas geográficas) se encuentran disponibles en el micrositio IDEAM: <a href="http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/alertas-tempranas-por-deforestacion">http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/alertas-tempranas-por-deforestacion</a>, y en el acceso Drive temporal: <a href="https://drive.google.com/drive/folders/1DAtwf5lBOaf2Lemi8NF74BPCgaee2bcQ?usp=drive_link">https://drive.google.com/drive/folders/1DAtwf5lBOaf2Lemi8NF74BPCgaee2bcQ?usp=drive_link</a></p>

**DIAGRAMA**

N/A

**DOCUMENTOS DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA**

- Formato M-GCI-F-001 "FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS".
- DANE, 2020. Dirección de regulación, planeación, estandarización y normalización -DIRPEN-. Guía para la elaboración de la ficha metodológica de las operaciones estadísticas.
- Documento metodológico de la operación estadística.

**Relación de autores, versión y control de cambios de la ficha metodológica de la operación estadística  
Monitoreo de la superficie de bosque natural en Colombia.**

Versión	Fecha	Descripción
1	03/10/2017	Creación del documento
Elaboró:	Revisó	Aprobó
Jeimmy Avendaño Reyes <b>Asistente técnica de la Coordinación del SMBByC</b>  Lina Katerine Vergara Chaparro <b>Control de Calidad Grupo PDI - SMBByC</b>	Gustavo Galindo García <b>Líder Grupo de Procesamiento Digital de Imágenes - PDI del SMBByC</b>	María Teresa Becerra Ramírez <b>Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental</b>
2	14/11/2018	Ajuste del documento
Lina Katerine Vergara Chaparro <b>Control de Calidad Grupo PDI - SMBByC</b>	Gustavo Galindo García <b>Líder Grupo de Procesamiento Digital de Imágenes - PDI del SMBByC</b>	Edith González Afanador <b>Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental</b>
3	26/06/2019	Ajuste del documento
Lina Katerine Vergara Chaparro <b>Control de Calidad Grupo PDI - SMBByC</b>	Gustavo Galindo García <b>Líder Grupo de Procesamiento Digital de Imágenes - PDI del SMBByC</b>	Edith González Afanador <b>Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental</b>

 <p><b>IDEAM</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<p align="center"><b>FORMATO FICHA METODOLÓGICA PARA LAS OPERACIONES ESTADÍSTICAS</b></p>	<p>Código: M-GCI-F001 Versión: 02 Fecha: 20/06/2023 Página: 14 de 14</p>
--	---	--

## HISTORIAL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Descripción
4	14-11-2023	Ajustes del documento

<p><b>ELABORÓ:</b></p> <p><b>Natalia Esperanza Córdoba Camacho.</b> Contratista grupo de coordinación - Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono SMBYC Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental</p>	<p><b>REVISÓ:</b></p> <p><b>Edersson Cabrera Montenegro</b> Coordinador Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono SMBYC Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental</p> <p><b>Jhon Edison Nieto Vargas</b> Coordinador Grupo de Bosques Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental</p>	<p><b>APROBÓ</b></p> <p><b>Lina María Caballero Villalobos</b> Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental</p>
---	---	--