



## Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI

### Programa: Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad (PMFyS)

#### Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía colombiana SIAT-AC



**MoSCAL:** Modulo de Seguimiento al Cumplimiento de Acuerdos Locales de conservación de bosques.

#### Hojas Metodológicas de los Indicadores (Versión 4.0)

Editor: Uriel Gonzalo Murcia García

El presente documento fue actualizado con base en los aportes, la conceptualización y las orientaciones temáticas del equipo de trabajo del Instituto SINCHI, en particular del Coordinador de Programa, Uriel Gonzalo Murcia; Jorge Eliécer Arias, Líder del proceso de gestión de información ambiental georreferenciada del SIATAC; y Jaime Barrera, Subdirector Técnico. La actualización fue realizada por Maicol Patiño, Líder de producción de información ambiental, y María Monsalve, profesional SIG, quienes integraron los avances desarrollados por el SINCHI en la temática del MoSCAL.

Bogotá D.C., Febrero 2025

**Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible de la Región Amazónica Colombiana**

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel: (8) 5925481/5925479 - Tele fax:

(8) 5928171 Leticia - Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5 - 44, Pbx: 4442060 Bogotá

[www.sinchi.org.co](http://www.sinchi.org.co)



## INFORMACIÓN DEL DOCUMENTO

DOCUMENTO CONTROLADO DEL MANUAL DE DOCUMENTACIÓN DE PROCESOS	
NOMBRE PROCESO	Línea Base MoSCAL
NOMBRE PROTOCOLO	Cálculo de indicadores de línea base
METODOLOGÍA	SINCHI
ESCALA	1:10.000, 1:25.000, 1:100.000
UBICACIÓN DIGITAL	Z:\2 Monitoreo Ambiental\14 MoSCAL\6 Documentacion\1 Metodologia\3 HM\Indicadores\Version2024

CONTROL DE DOCUMENTOS*					
Ver	FECHA	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	MODIFICACIONES
1.0	21/07/2017	Laboratorio SIG - Sinchi	Laboratorio SIG - Sinchi	Laboratorio SIG - Sinchi	
2.0	13/10/2022	Ricardo Segura	José Luis Rodríguez	Laboratorio SIG - Sinchi	
2.1	07/01/2024	Maicol Patiño	Uriel Murcia		Actualización redacción indicador PbRF
2.2	12/02/2024	Maicol Patiño	Jorge Arias		Modificación gráfico indicador vifrag
3.0	12/02/2024	Maicol Patiño	Jorge Arias		Consolidación de indicadores activos
4.0	21/02/2025	Maria Monsalve			Interfaz Toolbox ArcGIS Pro - Periodicidades

\*NOTA: Aumentar filas según necesidad.



## INDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	6
2	CONCEPTUALIZACIÓN INDICADORES .....	6
3	Conservación de la superficie de bosque - cb.....	7
4	Variación en el índice de fragmentación de las coberturas naturales – vifrag .....	14
5	Variación en la conectividad de las coberturas naturales – vc.....	19
6	Variación en la longitud vial – vlv .....	23
7	Variación en el área destinada a cultivos de coca – VCco.....	28
8	Variación en las áreas destinadas al desarrollo del sector de hidrocarburos por su tipo – VTHC .....	32
9	Variación en el área destinada al desarrollo del sector minero – VMi.....	37
10	Pérdida de Bosque en la Zona de Reserva Forestal – PbRF .....	41
11	Porcentaje de cambio de cobertura de Bosque a Pasto – Cbp .....	44
12	Porcentaje de cambio de cobertura de Vegetación secundaria a Bosque – Cvsb .....	49
13	Porcentaje de cambio de cobertura de Pasto a Vegetación secundaria – Cpvs .....	53
14	Variación en el área de Vegetación Secundaria – Vvs .....	57
15	Variación en el área de Pasto – Vp .....	61
16	Promedio de Focos de Calor – PFC .....	65
17	Variación en el área de Cicatrices de Quema – VCq.....	69
18	PROCESO DE EJEUCION ARCGIS PRO .....	72
19	RESULTADO.....	76



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso SIG Indicador Conservación del Bosque .....	11
Figura 2 Resultados gráficos GUIDOS .....	16
Figura 3 Proceso SIG - Calculo del indicador de Fragmentación .....	17
Figura 4 Proceso SIG Calculo del indicador de conectividad .....	21
Figura 5 Proceso SIG del indicador longitud Vial.....	26
Figura 6 Proceso SIG Indicador Área de cultivo de Coca.....	30
Figura 7 Proceso SIG Calculo del indicador de sector de hidrocarburos.....	35
Figura 8 Proceso SIG Calculo del indicador Variación en el área de desarrollo del sector minero .....	39
Figura 9 Proceso SIG Calculo del indicador .....	43
Figura 10 Proceso SIG cálculo del indicador .....	47
Figura 11 Proceso SIG calculo indicador porcentaje de cambio de cobertura de Vegetación secundaria a Bosque.....	51
Figura 12 Proceso SIG del cálculo índice porcentaje de cambio de cobertura de Pasto a Vegetación secundaria .....	55
Figura 13 Proceso SIG del cálculo indicador variación en el área de vegetación secundaria .....	59
Figura 14 Proceso SIG del cálculo del indicador variación en el área de Pasto .....	63
Figura 15 Proceso SIG del cálculo del indicador Promedio de Focos de Calor.....	67
Figura 16 Proceso SIG del cálculo del indicador Variación en el área de cicatrices de quema.....	71
Figura 17 Ubicación toolbox Indicadores .....	72
Figura 18 Interfaz Toolbox Indicadores IndPRO .....	73
Figura 19 Lineas Bases de las 34 Asociaciones con firma de acuerdo .....	75
Figura 20 Resultados de indicadores almacenados en la Base de Producción esquema 16.....	76

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variables de la Línea Base de MoSCAL.....	6
Tabla 2 Parámetros de calificación del indicador.....	11
Tabla 3 Parámetros de calificación del indicador.....	17
Tabla 4 Parámetros de calificación del indicador.....	22
Tabla 5 Características de las vías de acuerdo al tipo.....	24
Tabla 6 Parámetros de calificación del indicador.....	25
Tabla 7 Parámetros de calificación del indicador.....	29
Tabla 8 Categorías asociadas a la actividad de hidrocarburos derivadas del mapa de tierras .....	33
Tabla 9 Parámetros de calificación del indicador.....	34
Tabla 10 Parámetros de calificación del indicador.....	38
Tabla 11 Rangos y clases para la interpretación del indicador de pérdida de bosque en zonas de reserva forestal.....	42
Tabla 12 Rangos y clases para la interpretación del índice porcentaje de cambio de cobertura de Bosque a Pasto.....	46
Tabla 13 Rangos y clases para la interpretación de los resultados del indicador porcentaje de cambio de cobertura de Vegetación secundaria a Bosque. ....	50



Tabla 14 Rangos y clases para la interpretación del índice porcentaje de cambio de cobertura de Pasto a Vegetación secundaria .....	54
Tabla 15 Interpretación de resultados del indicador variación en el área de vegetación secundaria .....	58
Tabla 16 Parámetros de calificación del indicador variación en el área de Pasto .....	62
Tabla 17 Rangos y clases para la interpretación del índice Promedio Focos de Calor .....	66
Tabla 18 Parámetros de calificación del indicador variación en el área de Cicatrices de Quema .....	70



## 1 INTRODUCCIÓN

El MoSCAL es el Módulo de seguimiento al cumplimiento de los acuerdos locales de conservación del bosque opera como un subsistema del Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana SIATAC, tiene como principal objetivo producir información que permita analizar y evaluar el cumplimiento de los acuerdos de conservación del bosque, suscritos entre Asociaciones campesinas, asojuntas o Juntas de acción comunal, Núcleos de desarrollo forestal y de la biodiversidad, o cualquier área de interés definida por mediante (UER)1 de la Amazonía colombiana y el Instituto Sinchi. Los resultados obtenidos de la ejecución del módulo son dados mediante el cálculo de 21 variables, de línea base, que se actualizan periódicamente, y que al comparar dos mediciones se generan 15 indicadores que brindan información de cumplimiento, seguimiento y contexto del área de estudio en el periodo de tiempo específico. Tanto variables como indicadores son capas espaciales georreferenciadas.

Con las mediciones de Línea Base (LB) (21 variables), se procede a comparar los periodos de medición en donde se realizaron de manera semestral desde el 2017 al 2024-I, posteriormente para el segundo semestre del año 2024 se realizaron mediciones trimestrales (2024-III, 2024-IV), las cuales se seguirán realizando estableciéndose para cada año 4 periodos de monitoreo (I, II, III, IV).

En este documento se describen las hojas metodológicas de cada uno de los 15 Indicadores, su definición, fórmula de cálculo y el proceso SIG para calcular y publicar los datos.

## 2 CONCEPTUALIZACIÓN INDICADORES

Es el análisis del diagnóstico o descripción inicial de un territorio en el cual se desarrollará alguna intervención o estudio con su desarrollo actual. Para el módulo MoSCAL, los indicadores se definen como la medición del cambio en una caracterización inicial a una caracterización actual. Para efectos de organización de los temas de las 15 Indicadores (Tabla 1).

Tabla 1 Variables de la Línea Base de MoSCAL

INDICADORES		UNIDAD	Modelo Sistemático
1	Conservación de la Superficie de Bosque	%	CB / CB_Pre
2	Porcentaje de cambio de cobertura de Bosque a Pasto	%	PCbp / PCbp_Pre
3	Porcentaje de cambio de cobertura de Vegetación secundaria a Bosque	%	Cvsb / Cvsb_Pre
4	Porcentaje de cambio de cobertura de Pasto a Vegetación secundaria	%	Cpvs / Cpvs_Pre
5	Variación en el área de vegetación secundaria	ha	Vss / Vss_Pre
6	Variación en el área de pasto	ha	Vp / Vp_Pre
7	Variación en el área de cicatrices de quema	ha	VCq
8	Perdida de Bosque en la Zona de reserva Forestal	ha	PbRF / PbRF_PRE



INDICADORES			
INDICADORES		UNIDAD	Modelo Sistemático
9	Conservación de la conectividad de las coberturas naturales	ha (ECA)	VC
10	Variación de la fragmentación de las coberturas naturales	%	VIFrag
11	Variación de la longitud vial	Km	VLv
12	Promedio de focos de calor	Uni/prom	FC
13	Variación en el área de cultivos de coca	ha	VCco
14	Variación en el área de desarrollo para el sector minero	ha	Vmi
15	Variación en el área en desarrollo para el sector hidrocarburos	ha	VTCH

Fuente: Sinchi, 2025

A continuación, se define detalla cada indicador

### 3 CONSERVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE BOSQUE - CB

#### 3.1 Tipo de indicador:

Cumplimiento

#### 3.2 Definición

Es el porcentaje de conservación de la cobertura bosque en una determinada unidad espacial de referencia (j); medida entre el tiempo cero ( $t_0$ ) y las mediciones posteriores a esta ( $t_n$ ).

#### 3.3 Justificación

Este indicador busca identificar si el área de bosque incluida en los Acuerdos Locales, se conserva en la misma extensión pactada. A partir de este indicador se podrá determinar el cumplimiento o no del Acuerdo. Adicionalmente contribuye con elementos de análisis para describir las posibles dinámicas del territorio que pueden influir en este proceso.

#### 3.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Porcentaje (%)

- **Formula del indicador:**

$$C_{bj} = \left( \frac{AB_{jtn}}{AB_{j10}} \right) * 100$$



- **Variables:**

Cbj: Conservación de la superficie de bosque en la unidad espacial de referencia j, entre los momentos  $t_{n0}$  y  $t_n$ .

ABjtn: Superficie en hectáreas (ha) cubierta con bosque en la unidad espacial de referencia j en el momento de tiempo  $t_n$ , que corresponde a la medición más actual realizada.

ABjt0: Superficie en hectáreas (ha) cubierta con bosque en la unidad espacial de referencia j en el tiempo  $t_0$  que corresponde a la medición inicial del proyecto o Línea Base.

- **Fuente de datos**

- a) **Superficie de bosque en  $t_0$  en la unidad de referencia j (Abjt0):** Para la medición de la línea base o primera medición ( $t_0$ ) esta variable será calculada a partir de la capa de bosque no bosque derivada de la interpretación visual, a escala 1:25.000, de imágenes satelitales de alta resolución derivada de la capa de coberturas 1:25.000 en donde se realiza la clasificación de cobertura agrupada en Bosque y que no se encuentran dentro de esta categoría No bosque, para lo anterior se almacena siguiendo los lineamientos NAS así mismo el uso de la plantilla del esquema de base de datos (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e0\_plantillas.e14\_simcoba10k\_prod\_SBnbXXXX\_S XX) la cual es aportada por el grupo de producción Simcoba.
- b) **Superficie de bosque en  $t_n$  en la unidad de referencia j (Abjtn):** Esta variable será calculada por medio de la reinterpretación, a escala 1:25.000, del área de bosque identificada en el tiempo  $t_n$  derivada de la capa de coberturas de la tierra 1:25.000.

Para la generación de este indicador se adoptó la siguiente definición de bosque: conjunto de comunidades vegetales dominadas por árboles con altura mínima de 5 metros, densidad de copas superior al 30% y extensión mínima de 0.3 hectáreas a escala 1:25.000. Incluye bosques abiertos/densos, de galería o riparios y manglares, siempre y cuando cumplan con los tres (3) criterios descritos anteriormente. Excluye coberturas arbóreas no naturales como plantaciones forestales (coníferas y latifoliadas), los rodales de árboles sembrados principalmente para la producción agrícola (plantaciones de árboles frutales u otros cultivos permanentes), los árboles plantados en sistemas agroforestales y las áreas de vegetación secundaria (Cabrera et al., 2011).

Las imágenes satelitales para la interpretación de la cobertura de Bosque serán adquiridas por el laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Sensoramiento Remoto del Instituto Sinchi. En caso que las imágenes a emplear sean Planet Scope se debe emplear el



Protocolo de descarga y selección de imágenes, así mismo si es Sentinel (Z:\2 Monitoreo Ambiental\1 Simcoba25k\6 Documentación\2 Protocolos\1 Imagenes).

### 3.5 Método de Cálculo para diferentes líneas bases

Este indicador es un indicador tipo proporción multitemporal de la siguiente forma;

$$IC(p) = \left( \frac{\sum_i n_i Ab_i(p)_t}{\sum_i n_i Ab_i(p)_{t-K}} \right)$$

- Variables:**

$IC(p)$ : Conservación de la superficie de bosque ponderado

$\sum_i n_i Ab_i(p)_t$ : Corresponde la sumatoria de líneas bases del periodo de medición

$\sum_i n_i Ab_i(p)_{t-K}$ : Corresponde a la sumatoria de línea base inicial (Merchan, 2024)

Ejemplo: Para el cálculo de conservación de bosque para las 34 asociaciones para el periodo 2023SII

	Línea base					2023 SII				
	LB 2017	LB2018SII	LB2019SII	LB2022SI	LB2022SII	LB 2017	LB2018SII	LB2019SII	LB2022SI	LB2022SII
Área de bosque	670.594	7.110	62.332	31.618	11.421	532.390	6.347	55.585	29.355	11.044
Número de asociaciones según LB	19	2	11	1	1	19	2	11	1	1
cantidad de periodos monitoreados	13	11	9	4	3	13	11	9	4	3
Bosque x periodos	8.717.725	78.209	560.989	126.470	34.262	6.921.066	69.813	500.265	117.420	33.133

Dato	Línea base $\sum_i n_i Ab_i(p)_{t-K}$ :	2023 SII $\sum_i n_i Ab_i(p)_t$ :
Sumatoria	9.517.655	7.641.697
CB	$7.641.697 / 9.517.655 = 80,29\%$	

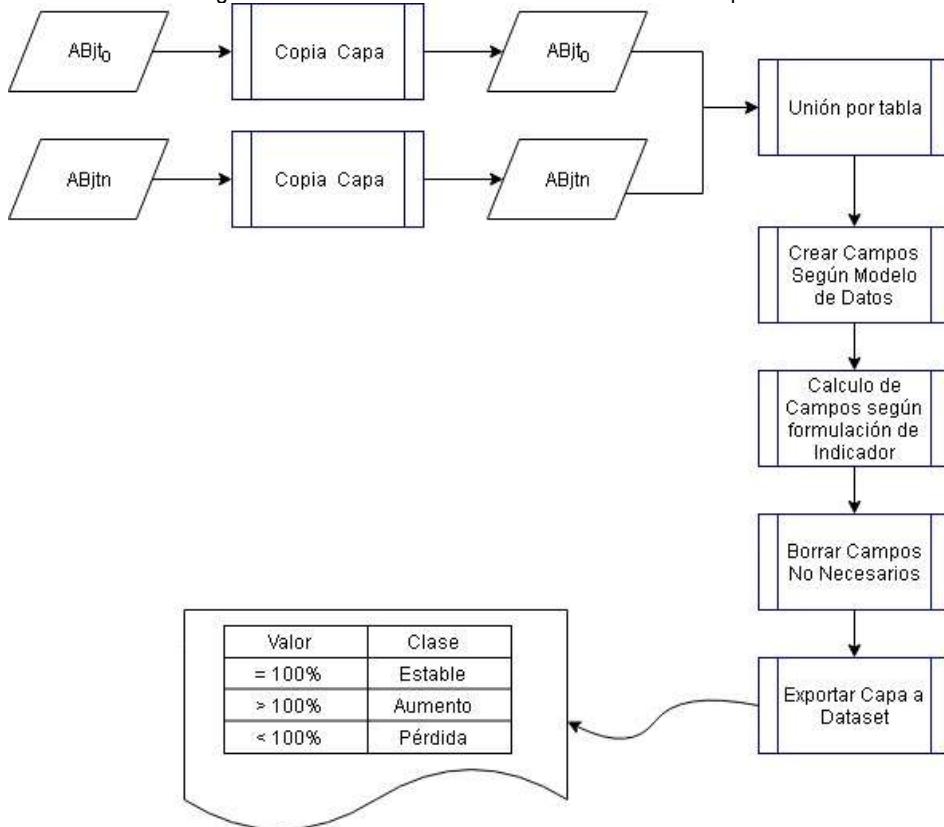
### 3.6 Pasos para el cálculo

- 1) Se utilizan las capas Bosque no Bosque resultantes del proceso de alistamiento de información con base en las UER para los dos tiempos a medir, a las cuales se les realiza una copia en el espacio de trabajo temporal designado para almacenar este tipo de archivos de transición.
- 2) Se realiza una unión de tabla con las dos capas utilizando como llave el campo con el código único concatenado de UER.
- 3) Se crean los campos para el cálculo de los indicadores por cada UER y se calculan con base en la fórmula establecida para el indicador.
- 4) Se crean los campos de Clasificación los cuales se calculan de acuerdo a los valores obtenidos en el cálculo de los indicadores y los campos requeridos según el diccionario de datos.
- 5) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 6) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

### 3.7 Proceso SIG

A continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador (Ver Figura 1)

Figura 1 Proceso SIG Indicador Conservación del Bosque



Sinchi, 2025

### 3.8 Interpretación del indicador

El indicador toma valores continuos de 0 a 100 en porcentaje de conservación de Bosque por unidad espacial de referencia ver Tabla 2:

Tabla 2 Parámetros de calificación del indicador.

Valor	Clase
=100%	Estable
>100%	Aumento
<100%	Pérdida

Sinchi, 2025

Las tres (3) clasificaciones establecidas son descriptivas del resultado para el proceso; es por esto que si el valor obtenido es igual a 100% se tiene que la cobertura de bosque en el tiempo cero ( $t_0$ ) no tuvo variación en cuanto a su área por UER en la nueva medición ( $t_n$ ); si el valor es mayor que 100% indica que el área de cobertura de bosque en la UER aumentó en la nueva medición y por ultimo si el valor es menor que 100% muestra una disminución o perdida de cobertura de bosque en las UER tomadas para el análisis en los períodos requeridos.



Se debe aclarar que el indicador apunta a la “Conservación de Bosque” por UER entre el tiempo cero ( $t_0$ ) y las mediciones posteriores ( $t_n$ ), es por esto que el valor resultado del análisis muestra cuanto porcentaje de cobertura de bosque se mantuvo en dichas condiciones.

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre, trimestre y/o en el periodo que se requiera. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2\_Plataforma\6\_BasesDatos\lab\_sig2.sde\absigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)

1. Unidad espacial de referencia: UER (Predios, Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
2. Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
3. Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones.

### 3.9 Literatura citada

Cabrera E., Vargas D., Galindo G., García M., Ordoñez M., Vergara L. & Giraldo P. 2011. Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional - escalas gruesa y fina [PDF versión].

[https://www.siac.gov.co/documentos/DOC\\_Portal/DOC\\_Bosques/131112\\_MT\\_Cuantif\\_Tasa\\_Deforestacion.pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Bosques/131112_MT_Cuantif_Tasa_Deforestacion.pdf)

Merchan, O. (2024). *InfTecNo3\_CTO\_006\_2024*. Bogotá: Sinchi – "X:\8 Otros Proyectos\2023\8 LbMoSCAL22NDFyB\_C1213\3 Documentos\1 Informes\1 Contratistas\1 Profesionales\6 Estadístico\1 Oscar Merchan\3 Informe 3\2 InfTecActNo3\_Cto006de2024\_OMv1.0.docx"

### 3.10 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Jhon Infante – Alejandro Gerena – Nelson Palacios
Revisado por:	
Aprobado por:	



**Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible de la Región Amazónica Colombiana**  
Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel: (8) 5925481/5925479 - Tele fax:  
(8) 5928171 Leticia - Amazonas  
Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5 - 44, Pbx: 4442060 Bogotá  
[www.sinchi.org.co](http://www.sinchi.org.co)

## 4 VARIACIÓN EN EL ÍNDICE DE FRAGMENTACIÓN DE LAS COBERTURAS NATURALES – VIFRAG

### 4.1 Tipo de indicador:

Seguimiento a la tendencia del medio

### 4.2 Definición

Se define como el cambio en el índice de fragmentación entre los períodos de medición.

### 4.3 Justificación

La fragmentación se define como el proceso del rompimiento del hábitat (coberturas naturales) en piezas más pequeñas (Jackson & Fahrig 2013). En el marco de la evaluación del cumplimiento de los acuerdos locales de conservación, monitorear este proceso es fundamental debido que, tanto la pérdida de hábitat como la fragmentación informan sobre las tendencias que se están presentando en el manejo de los recursos naturales en el territorio y generan elementos de análisis que permiten diseñar estrategias de mitigación para impactos negativos y fortalecer los positivos en el paisaje.

La medición de la fragmentación requiere una valoración compleja de varios aspectos, el abordamiento del número y la forma de los parches, la distancia entre los parches, el patrón, la conectividad y la configuración de los parches. La fragmentación es típicamente percibida como una medida especie específica teniendo una multitud de definiciones cualitativas (Bogaert et al., 2011; Rutledge, 2003; Forman, 1995), en su mayoría describiendo la posibilidad de movimiento de las especies (Luque et al. 2017). Por definición, tales conceptos requieren un conocimiento *a priori* de la especie bajo análisis y dependiendo de esto, para el mismo paisaje puede resultar en una alta o baja fragmentación. Partiendo de esta situación, conceptos genéricos y robustos fueron sugeridos por Riitters et al. (2000, 2002, 2012) y extendidos a indicadores espaciales por Vogt (2015) usando esquemas de evaluación geométricas basados en la complejidad, entropía y contagio (*contagion*), que tienen la ventaja de generar una evaluación objetiva y simultánea de varios aspectos espaciales asociados con la fragmentación, tales como la forma, cantidad, distancia entre los parches, perforación y configuración. Por su diseño, estos permiten la detección de puntos calientes de fragmentación, la evaluación cuantitativa de los cambios en la fragmentación en el tiempo, así como la comparación directa del grado de fragmentación del bosque cuando se comparan diferentes mapas de bosques en diferentes períodos de tiempo.

### 4.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida de indicador:** Porcentaje (%)
- **Formula del indicador**

$$VG\text{Fragj} = IF\text{jtn} - IF\text{jto}$$

### Variables

Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible de la Región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel: (8) 5925481/5925479 - Tele fax:

(8) 5928171 Leticia - Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5 - 44, Pbx: 4442060 Bogotá

[www.sinchi.org.co](http://www.sinchi.org.co)



VIFragj: Variación en el Índice de fragmentación.

IFjtn: Índice de fragmentación en la unidad espacial de referencia j en el tiempo n (medición más actual).

IFjt<sub>0</sub>: Índice de fragmentación en la unidad espacial de referencia j en el tiempo 0 (medición anterior o línea base).

- **Fuentes de datos**

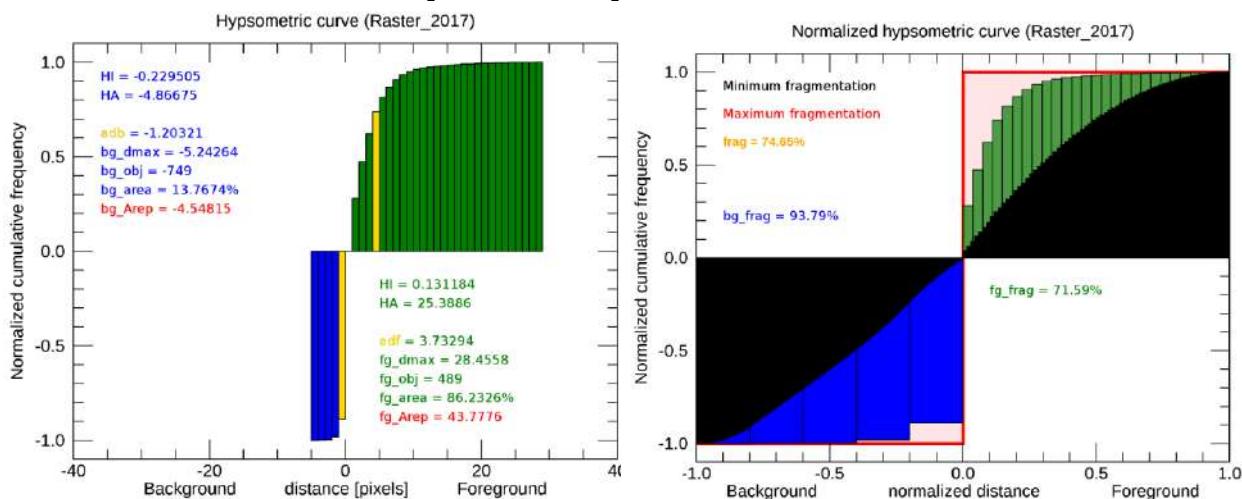
- a) Índice de fragmentación en tn (GFjtn): Medida de fragmentación generada a través método de hipsometría del software GUIDOS versión 2.7, tomando como insumo las coberturas de la tierra naturales convertidas en un raster binario (natural/transformado) de tipo geotiff obtenida para el momento n en la unidad espacial de referencia j. La medida de fragmentación toma valores de 0% a 100% dependiendo del patrón detectado en la imagen, donde 0 representa un paisaje sin fragmentar y 100% es la fragmentación máxima donde todos los pixeles de cobertura natural están separados entre sí.
- b) Índice de fragmentación en t0 (GFjt<sub>0</sub>): Medida de fragmentación generada a través del método de hipsometría del software GUIDOS versión 2.7, tomando como insumo las coberturas de la tierra naturales convertidas en un raster binario (natural/transformado) de tipo geotiff obtenida para el momento n-1 en la unidad espacial de referencia j.
- c) La generación del índice de fragmentación se realizará siguiendo el Protocolo denominado “Procesamiento datos en GUIDOS Fragmentación” (Anexo 7 del Plan de Seguimiento al cumplimiento de los Acuerdos Locales de Conservación).

#### 4.5 Pasos para el cálculo

- 1) Para la preparación de los archivos raster y tiff necesarios para el proceso, se utiliza como insumo la capa de cobertura a escala 1:25.000 de la base de datos corporativa para los momentos tn y t 0, para cada una de las UER por separado ya que el proceso en el software GUIDOS no permite tratar estos datos de forma conjunta.
- 2) A esta capa se le realiza una copia temporal y se le agregan los campos Condición y Cod\_Cond que son los valores 0,1 y 2 los cuales se requieren para el cálculo en el software GUIDOS; y se exporta por cada una de las UER.
- 3) Utilizando ArcToolbox - Conversion Tools – To Raster – Feature to Raster; se procede a convertir la capa de cobertura en un raster.
- 4) Se exporta el raster a la carpeta destinada para este producto en formato .tif, con el nombre de identificación del archivo. Se debe calcular el campo “NoData as:” como cero (0).
- 5) Fin del proceso en ArcGis.

- 6) Se despliega el programa GUIDOS y se carga el archivo .tif resultante del proceso anterior.
- 7) Utilizando el menú Image Analysis – Fragmentation – Index – Hypsometry; se realiza el cálculo del algoritmo para el índice de fragmentación para los momentos tn y tn-1.
- 8) El programa mediante las métricas establecidas calcula y despliega dos imágenes llamadas barplot y barplot2 con el índice de fragmentación y los resultados anexos al proceso requerido. Ver Figura 2
- 9) Utilizando el menú Help – Bug Report se exporta un archivo .txt donde se presentan los datos con el resultado del proceso.
- 10) Fin del proceso en GUIDOS.
- 11) Con base en el archivo de reporte .txt obtenido del proceso con GUIDOS se incorporan los resultados en la base de datos corporativa, donde se realiza el cálculo del indicador según la fórmula establecida

Figura 2 Resultados gráficos GUIDOS

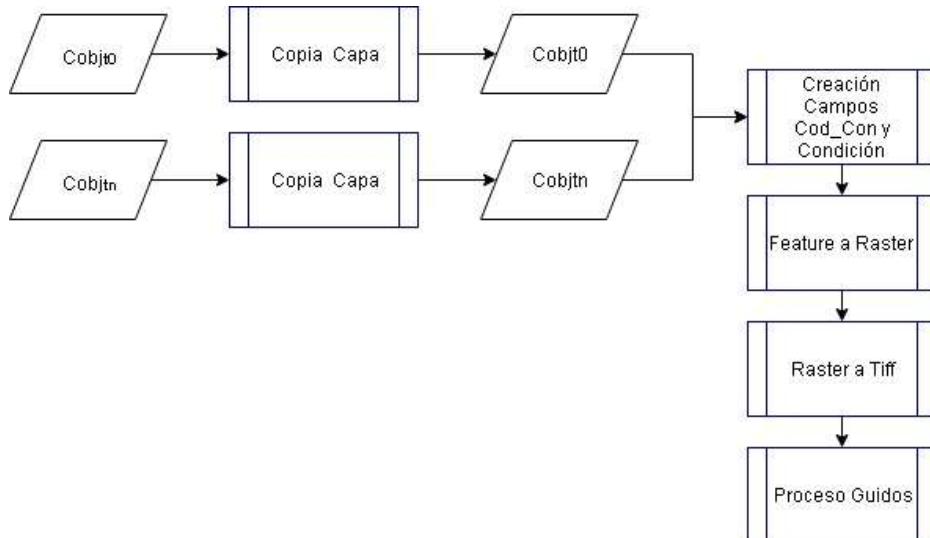


Sinchi, 2025

## 4.6 Proceso SIG

A continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador Ver Figura 3.

Figura 3 Proceso SIG - Calculo del indicador de Fragmentación



Sinchi, 2025

#### 4.7 Interpretación del indicador

El indicador toma valores positivos cuando hay un aumento en la fragmentación y toma valores negativos cuando hay una disminución del proceso. Ver Tabla 3

Tabla 3 Parámetros de calificación del indicador.

Valor	Clase
= 0	Estable
> 0	Aumento
< 0	Disminución

Sinchi, 2025

1. Unidad espacial  
(Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
2. Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
3. Forma de almacenamiento de los resultados

de referencia: UER

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)



#### 4.8 Literatura citada

- Bogaert J.; Barima Y.; Mongo L.; Bamba I.; Mama A.; Toyi M. & Laforteza R. 2011. Forest Fragmentation: Causes, Ecological Impacts and Implications for Landscape Management. p.273-296. En: Li, C.; Laforteza, R.; Chen, J. *Landscape Ecology in Forest Management and Conservation*. Berlín: Springer. 426 pp.
- Forman R. 1995 *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 1995.
- Luque S., Vogt P. & Jantz P. 2017. 4.5. Habitat, fragmentation and connectivity. Págs. 149-163. En: GOFC-GOLD. A Sourcebook of Methods and Procedures for Monitoring Essential Biodiversity Variables in Tropical Forests with Remote Sensing. Eds: GOFC-GOLD & GEO BON. Report version UNCBD COP-13, GOFC-GOLD Land Cover Project Office, Wageningen University, The Netherlands.
- Jackson H. & Fahrig L. 2013. Habitat loss and fragmentation. Págs. 50-58. En: Levin S. (Ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*. Segunda edición. Cambridge: Academic Press. 5504 pp.
- Riitters K., Wickham J., O'Neill R., Jones B. & Smith E. 2000. Global-scale patterns of forest fragmentation. *Conservation Ecology* 4(2): 3.
- Riitters K., Wickham J., O'Neill R., Jones K., Smith E., Coulston J., Wade T. & Smith J. 2002. Fragmentation of continental United States forest. *Ecosystems* 5: 815-822.
- Riitters K., Wickham J. 2012. Decline of forest interior conditions in the conterminous United States. *Sci Rep* 2:653.
- Rutledge D. 2003. Landscape indices as measures of the effects of fragmentation: can pattern reflect process? *Doc Science Internal Series* 98: 1-27.
- Vogt P. 2015. Quantifying landscape fragmentation. Pags: 1239-1246. En: *Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, João Pessoa-PB, Brasil. 4642 pp.
- Vogt P. & Riitters K. 2017. GuidosToolbox: Universal digital image object analysis. *European Journal of Remote Sensing* 50(1): 352-361.
- Vogt P. 2018. User Guide for Guidos Toolbox. Ispra (Italia): Joint Research Centre (JRC). 35 pp.

#### 4.9 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Jhon Infante – Alejandro Gerena – Nelson Palacios.
Revisado por:	
Aprobado por:	

## 5 VARIACIÓN EN LA CONECTIVIDAD DE LAS COBERTURAS NATURALES – VC

### 5.1 Tipo de indicador:

Seguimiento a la tendencia del medio.

### 5.2 Definición:

Es el cambio en el patrón de conectividad expresado a través del Área Equivalente Conectada (ECA por sus siglas en inglés) de las coberturas naturales en la unidad de referencia j.

### 5.3 Justificación

La conectividad del paisaje es una propiedad emergente de las interacciones paisaje-especie-flujo ecológico, resultando de la interacción entre el proceso comportamental (movimiento) y la estructura física del paisaje (Taylor *et al.* 2006). El mantenimiento de esta propiedad en el paisaje es fundamental para garantizar la integridad de los ecosistemas y la provisión de servicios ecosistémicos, en este sentido, es primordial para visualizar los efectos positivos o negativos que se están presentando en las áreas objeto de intervención y evaluación en el marco de los acuerdos locales de conservación del bosque.

Para medir la conectividad se propone utilizar el ECA, que se define como el área de un parche de hábitat (con conectividad máxima) que podría proporcionar el mismo valor de probabilidad de conectividad que patrón del paisaje bajo análisis (Saura *et al.* 2011). Es un índice basado en la teoría de redes que toma en cuenta el área conectada existente dentro de los parches de hábitat, el flujo estimado entre los diferentes parches de hábitat del paisaje y la contribución de los parches y vínculos como pasos importantes o elementos de conexión entre áreas de hábitat (Saura *et al.* 2011). Desde una perspectiva de monitoreo del paisaje o de ecosistemas, esto es importante, ya que, la conectividad entre parches no puede ser evaluada separadamente de la cantidad del hábitat, si el indicador resultante busca representar una propiedad del paisaje que puede ser interpretada como beneficiosa para los procesos ecológicos y los flujos a ser conservados (Saura *et al.* 2011). Esta medida tiene unidades de área, lo que facilita su interpretación en un escenario de monitoreo (Saura *et al.* 2011). El valor de ECA no será más pequeño que el área del parche más grande en el paisaje, evitando valores muy bajos, así mismo, coincidirá con el área del hábitat existente cuando todo el hábitat ésta confinado en un simple parche de hábitat (sin fragmentación) o cuando el hábitat ésta fraccionado en diferentes parches pero donde la conectividad interparque es máxima para cada par de parches (Saura *et al.* 2011).

### 5.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Porcentaje (%)
- **Formula del indicador**

$$VCj = \frac{ECA_{jn}}{ECA_{jn0}} * 100$$

- **Variables**

$VC_j$ : Variación del Área Equivalente Conectada para el área espacial de referencia j.

$ECA_{jtn}$ : Área Equivalente Conectada en el momento más actual de la medición para el área espacial de referencia j.

$ECA_{jt0}$ : Área Equivalente Conectada derivada de la medición anterior o línea base si es la primera medición para el área espacial de referencia j.

- **Fuentes de datos**

a) *Área Equivalente Conectada en tn (ECAjt0)*: Las fuentes de datos para el cálculo del ECA será la capa de coberturas naturales obtenida para el momento 0 (medición anterior o línea base según corresponda), para la unidad espacial de referencia j. Para el caso del presente sistema de monitoreo, el ECA se va a calcular con base en el Índice Integral de Conectividad (IIC) que mide la conectividad con base en un umbral de distancia entre los parches de hábitat de paisaje bajo análisis. El ECA se calcula mediante la siguiente expresión (Saura et al. 2011):

$$ECA(IIC)=\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_i a_j}{1+nl_{ij}}}$$

Donde:

“ai” y “aj” son las áreas de los parches “i” y “j” y otro atributo considerado relevante para el análisis (tal como la calidad del hábitat, tamaño poblacional, etc) y  $n_{ij}$  es el número de vínculos en la vía más corta (distancia topológica) entre los parches “i” y “j”.

El cálculo de la medida de conectividad se realiza mediante el software Conefor (Saura & Torné 2009) usando como parámetro de distancia para una conectividad efectiva se propone una distancia (D) de 100mt, tomando todos los parches de coberturas naturales como parches de hábitats.

b) *Área Equivalente Conectada en tn (ECAjtn)*: Las fuentes de datos para el cálculo del ECA será la capa de coberturas naturales obtenida para el momento “n” (medición más actual), para la unidad espacial de referencia “j”. El cálculo del ECA se realizará de la misma forma descrita en el punto anterior.

## 5.5 Pasos para el cálculo

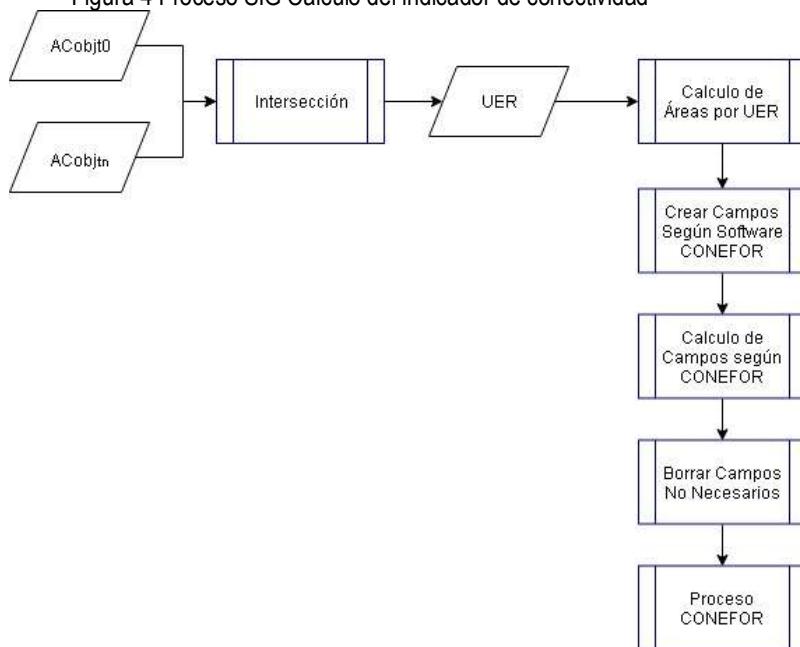
- 1) Proceso en Arcgis. Se realiza un cruce espacial entre las capas de cobertura y las UER para los dos (2) tiempos.
- 2) Se generan capas por cada UER, a las cuales para cada polígono de uso se le calcula el área en hectáreas (ha).
- 3) Se genera el campo “node\_ID” y se calcula con un consecutivo.
- 4) Se borran los campos que no son útiles en el proceso.

- 5) Se proyecta la capa a planas como requisito de CONEFOR.
- 6) En la extensión CONEFOR en el módulo arcmap se ingresan manualmente las capas por cada UER y se obtienen los archivos de nodos y conexiones para ser utilizados en el software CONEFOR.
- 7) Fin del proceso en Arcgis.
- 8) Implementación del algoritmo de cálculo del indicador en el software CONEFOR para los momentos  $t_0$  y  $t_n$  la unidad espacial de referencia  $j$ .
- 9) Diligenciamiento de la base de datos de acuerdo a los resultados.
- 10) Cálculo del indicador.
- 11) Reporte del indicador de acuerdo a la categorización del indicador.

## 5.6 Proceso SIG

A continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 4

Figura 4 Proceso SIG Calculo del indicador de conectividad



Sinchi, 2025

1. Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
2. Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
3. Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los



procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)

### 5.7 Interpretación del indicador

El indicador toma valores continuos de 0 a  $\infty$ , con valores esperados cercanos al 100%. Para la interpretación de los resultados se van a seguir los lineamientos mostrados en la Tabla 4

Tabla 4 Parámetros de calificación del indicador

Valor	Clase
Igual a 100%	ECA Estable
> 100%	ECA Aumento
< 100%	ECA Disminución

Sinchi, 2025

### 5.8 Literatura citada

Saura, S., C. Estreguil, C. Mouton, and M. Rodriguez-Freire. 2011. Network analysis to assess landscape connectivity trends: Application to European forests (1990-2000). *Ecological Indicators* 11:407–416.

Saura, S. and J. Torné. 2009. Conefor Sensinode 2.2: A software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software* 24:135–139.

### 5.9 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Jhon Infante-Betancour - Yazmín Medina - Marcela Carrera
Revisado por:	Nelson Palacios
Aprobado por:	

## 6 VARIACIÓN EN LA LONGITUD VIAL – VLV

### 6.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 6.2 Definición

Es el cambio de la longitud vial (en km) en la Unidad Espacial de Referencia 'j' en dos (2) momentos de tiempo 't'. Se entiende como longitud vial el total (en km) de las vías, con relación a la unidad espacial de referencia (veredas o asociaciones).

### 6.3 Justificación

Las vías y la infraestructura lineal, en general, están entre las características más extendidas de la actividad humana y son conocidas por tener impactos ambientales sobre los hábitats naturales y ecosistemas mundialmente (Laurence et al. 2009). Para la amazonía brasileña, por ejemplo, Alves (2002) reportó que cerca del 90% de la deforestación se hace dentro de los 100 km alrededor de las vías principales establecidas bajo el desarrollo de programas federales. En este sentido, el monitoreo en la variación de longitud vial en las unidades espaciales de referencia, resulta fundamental como variable de contexto para entender las dinámicas de cambio de las coberturas de la tierra y particularmente de los bosques en las diferentes áreas objetos de monitoreo de los acuerdos locales de conservación.

### 6.4 Método de cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Longitud (km)
- **Formula del indicador**

$$VLV_j = L_{vial,j,t_n} - L_{vial,j,t_0}$$

- **Variables**

$VLV_j$ : Variación de la longitud vial (km) para la unidad espacial de referencia j en tn.

$L_{vial,t_n}$ : Longitud vial (km) en el tiempo  $t_n$  para la unidad espacial de referencia j.

$L_{vial,t_0}$ : Longitud vial (km) en el tiempo  $t_{n_0}$  para la unidad espacial de referencia j.

- **Fuentes de datos**

- a) *Longitud vial en el tiempo  $t_n$  para la unidad espacial de referencia j ( $L_{vial,t_n}$ )*: La longitud vial (en km) en la Unidad Espacial de Referencia j en el momento más actual. Se entiende como longitud vial el total (en km) de las vías, con relación a la unidad espacial de referencia (veredas o asociaciones).

- b) *Longitud vial en el tiempo tn-1 para la unidad espacial de referencia j (Lvial<sub>tn-1</sub>)*: Corresponde a la medición de la Longitud vial en la medición del monitoreo anterior (tn-1) o de la línea base.

Se define la longitud vial como:

$$Lv_{Tn} = \sum Lvial_{jtn}$$

Dónde:

$Lvial_{Tn}$ : Longitud Vial en el tiempo n (km)

$\sum L_{jtn}$ : Longitud de las vías en la UER j en el tiempo n (km). Esta variable se obtiene a partir del cálculo en kilómetros de la prolongación de todas las vías que se presentan en la UER j. Se incluyen las vías tipo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 de acuerdo a las características que se indican en la ver Tabla 5|Error! No se encuentra el origen de la referencia..

Tabla 5 Características de las vías de acuerdo al tipo.

Tipo de Vía	Estado de Superficie	Número de Carriles	Accesibilidad
1	Pavimentada	2 o más carriles	Transitable todo el año
2	Sin Pavimentar	2 o más carriles	Transitable todo el año
3	Pavimentada	Carretera angosta	Transitable todo el año
4	Sin Pavimentar	Carretera angosta	Transitable todo el año
5	Sin Pavimentar	Sin Valor	Transitable en tiempo seco
6	Sin Afirmado	Sin Valor	Transitable en tiempo seco
7	Camino, Sendero	Sin Valor	Sin Valor
8	Peatonal urbana	Sin Valor	Sin Valor

Fuente: IGAC, 2015

Se utiliza como insumo de la cartografía básica a escala 1:25.000 actualizada a la fecha de medición obtenida del procesamiento digital de imágenes satelitales (Anexo 9. Metodología generación Cartografía base del Plan de seguimiento al Cumplimiento de los Acuerdos Locales de Conservación).

#### • Pasos para el cálculo

- 1) Se utilizan las capas de Vías resultantes del proceso de alistamiento de información con base en las UER para los dos tiempos a medir, a las cuales se les realiza una copia en el espacio de trabajo temporal designado para almacenar este tipo de archivos de transición.
- 2) Se realiza una unión de tabla con las dos capas utilizando como llave el campo con el código único concatenado de Asociación y Vereda.

- 3) Se crean los campos para el cálculo de los indicadores por cada UER y se calculan con base en la fórmula establecida para el indicador.
- 4) Se crean los campos de Clasificación los cuales se calculan de acuerdo a los valores obtenidos en el cálculo de los indicadores y los campos requeridos según el diccionario de datos.
- 5) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 6) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

## 6.5 Interpretación del indicador

El indicador toma valores positivos o negativos dependiendo de la dinámica en cambio de longitud en kilómetros por UER. Tabla 6

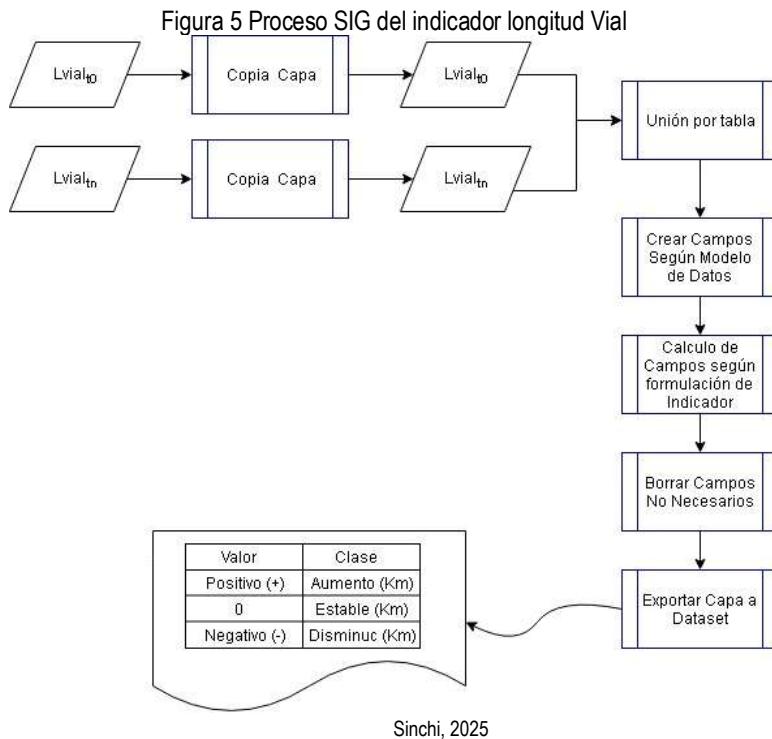
Tabla 6 Parámetros de calificación del indicador

Valor	Clase
Positivo (+)	Aumento (km)
0	Estable (km)
Negativo (-)	Disminución (km)

Sinchi, 2025

## 6.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador ver Figura 5



1. Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
2. Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
3. Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)

### 6.7 Literatura citada

- Alves D. 2002. Space-time dynamics of deforestation in Brazilian Amazônia. Int. J. Remote Sensing 23(14): 2903-2908.
- Laurence W., Goosem M. & Laurence S. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forest. Trends in Ecology and Evolution 24(12): 659-669.

### 6.8 Control documental de la hoja metodológica.

Elaborado por:	Jhon Infante – Alejandro Gerena – Nelson Palacios.
Revisado por:	



Aprobado por:



## 7 VARIACIÓN EN EL ÁREA DESTINADA A CULTIVOS DE COCA – VCCO

### 7.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 7.2 Definición

Variación en el cambio de área estimada de cultivos de coca en la unidad espacial de referencia entre dos (2) momentos de tiempo.

### 7.3 Justificación

Varios estudios han sugerido que la coca directa o indirectamente conduce la deforestación en la frontera boscosa de Colombia (Alvarez 2003, Armenteras *et al.* 2009, Etter *et al.* 2006). Davalos *et al.* (2011), describe, considerando la ilegalidad de la coca y las condiciones socioeconómicas del país, cuatro mecanismos no exclusivos que podrían explicar el motor de deforestación por coca son:

1. El conflicto armado asociado con la producción de coca puede dirigir a los cultivadores lejos de los cultivos existentes promoviendo una mayor deforestación;
  2. Los altos ingresos derivados del cultivo de coca atrae nuevos cultivadores y dirige a los cultivadores existentes para expandir su producción;
  3. La erradicación y el endurecimiento de la ley para los cultivadores, los fuerza a reubicarse promoviendo una mayor deforestación;
  4. La erradicación puede impulsar la deforestación directamente.
- Por lo anterior, la variación en los cultivos de coca es una variable de contexto muy importante que permite asociar otras variables de tipo socioeconómico que pueden estar incidiendo en la dinámica de transformación de las coberturas naturales, asociadas a las áreas sujetas a los acuerdos locales de conservación.

Es importante resaltar que esta capa es suministrada cada año, es decir, que el seguimiento para este indicador se evaluará anualmente.

### 7.4 Método de Cálculo

- Unidad de medida del indicador: Área en hectáreas (ha)
- Formula del indicador

$$VCco_j = AEc_{jtn} - AEc_{jt0}$$

#### • Variables

VCco: Variación del área (ha) de cultivos de coca para la unidad espacial de referencia j en tn.

AEc<sub>jtn</sub>: Área estimada en hectáreas de los cultivos de coca en la unidad de referencia j en el momento t<sub>n</sub>.

AEc<sub>jt0</sub>: Área estimada en hectáreas de los cultivos de coca en la unidad de referencia j en el momento t<sub>0</sub>.

#### • Fuentes de datos

Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible de la Región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel: (8) 5925481/5925479 - Tele fax:

(8) 5928171 Leticia - Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5 - 44, Pbx: 4442060 Bogotá

[www.sinchi.org.co](http://www.sinchi.org.co)

- a) *Área estimada de los cultivos de coca en el tiempo  $t_n$  para la unidad de referencia  $j$  ( $AEc_{jtn}$ ):* corresponde a la estimación de los cultivos de coca para la medición más actual ( $t_n$ ). Debido a que no se cuenta con datos precisos de área de cultivos de coca, la estimación se obtendrá de la capa oficial entregada por el Sistema de Monitoreo de Cultivos Ilícitos – SIMCI, la cual se calcula con una temporalidad anual. Esta capa debe ser solicitada como parte de los insumos del seguimiento al cumplimiento de los Acuerdos Locales de Conservación.

El área estimada de cultivos de coca asociada a la Unidad Espacial se Referencia (UER) se obtendrá a partir de la selección por localización de los cuadrantes con valores de densidad de cultivos de coca de capa oficial del SIMCI.

- b) *Área estimada de los cultivos de coca en el tiempo  $t_{n-1}$  para la unidad de referencia  $j$  ( $AEc_{jtn-1}$ ):* corresponde a la estimación de los cultivos de coca para la medición anterior ( $t_{n-1}$ ) o la línea base. La estimación del área de los cultivos de coca se realizará de acuerdo a lo descrito en el punto anterior.

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Se utilizan las capas de Cultivos de Coca resultantes del proceso de alistamiento de información con base en las UER para los dos tiempos a medir, a las cuales se les realiza una copia en el espacio de trabajo temporal designado para almacenar este tipo de archivos de transición.
- 2) Se realiza una unión de tabla con las dos capas utilizando como llave el campo con el código único concatenado de Asociación y Vereda.
- 3) Se crean los campos para el cálculo de los indicadores por cada UER y se calculan con base en la fórmula establecida para el indicador.
- 4) Se crean los campos de Clasificación los cuales se calculan de acuerdo a los valores obtenidos en el cálculo de los indicadores y los campos requeridos según el diccionario de datos.
- 5) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 6) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

## 7.5 Interpretación del indicador

El indicador calcula la diferencia de área entre los dos momentos  $t_0$  y  $t_n$ : si el resultado es positivo, quiere decir que el área de cultivos de coca aumentó, si el valor es igual a cero (0) no varió y si el valor es negativo quiere decir que el área de cultivos de coca disminuyó. Ver Tabla 7

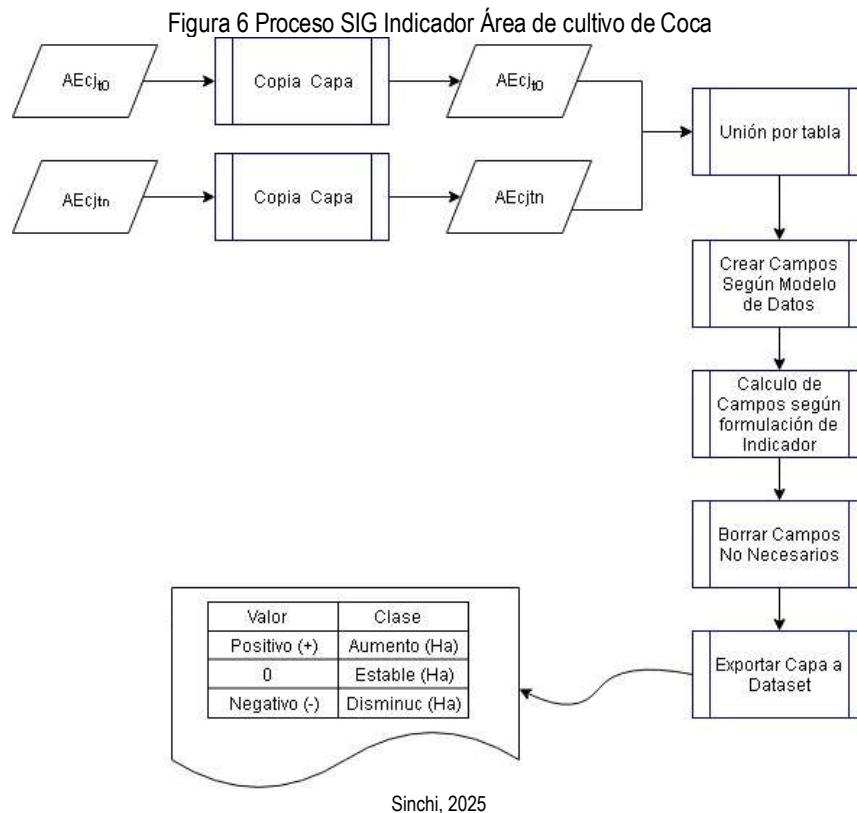
Tabla 7 Parámetros de calificación del indicador

Valor	Clase
= 0	Sin variación o estable
POSITIVO (+)	Incremento cultivos de coca.
NEGATIVO (-)	Reducción cultivos de coca.

Sinchi, 2025

## 7.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 6



1. Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
2. Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
3. Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)



## 7.7 Literatura citada

Alvarez, M. 2003. Forests in the time of violence: conservation implications of the Colombian war. *J. Sustainable For.* 16 (3-4), 49–70.

Armenteras D.; Rodríguez N.; Retana J. 2009. Are conservation strategies effective in avoiding the deforestation of the Colombian Guyana Shield? *Biol. Conserv.* 142 (7), 1411–1419.

Dávalos L., Bejarano A., Hall M., Correa H., Corthals A. & Espejo O. 2011. Forests and drugs: Coca-driven deforestation in tropical biodiversity hotspots. *Environmental Science & Technology* 45: 1219-1227.

Etter A.; McAlpine C.; Phinn S.; Pullar D. & Possingham, H. 2006. Unplanned land clearing of Colombian rainforests: Spreading like disease? *Landscape Urban Plann.* 77 (3), 240–254.

## 7.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Jhon Infante – Alejandro Gerena – Nelson Palacios.
Revisado por:	
Aprobado por:	

## 8 VARIACIÓN EN LAS ÁREAS DESTINADAS AL DESARROLLO DEL SECTOR DE HIDROCARBUROS POR SU TIPO – VTHC

### 8.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 8.2 Definición

Variación en el tiempo de los diferentes tipos de áreas destinadas a la actividad de hidrocarburos en su respectiva unidad espacial de referencia.

### 8.3 Justificación

De acuerdo con González *et al.* (2018), los desarrollos alrededor del sector de hidrocarburos, se han identificado como una de las principales causas y agentes de deforestación en Colombia, ya que, esta actividad tiene impactos en las zonas boscosas, principalmente a través de su infraestructura de almacenamiento asociada al transporte y conducción por ductos de hidrocarburos líquidos y gaseosos, construcción de pozos y refinerías, y construcción o adecuación de vías de acceso a los puntos de exploración, explotación o refinación. Adicionalmente, este mismo autor menciona que las zonas de producción de hidrocarburos suelen convertirse en fuertes polos de atracción de población que busca empleo o proveer servicios a los campamentos. Este crecimiento poblacional no controlado se traduce en mayores impactos sobre los bosques aledaños a las áreas de explotación, los cuales en muchos casos pueden superar el impacto directo del establecimiento del pozo.

Partiendo de lo anterior, el monitoreo de las áreas con destinación a la actividad es muy importante para entender y analizar los posibles cambios que se puedan presentar en las áreas objeto de acuerdos locales de conservación.

### 8.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Área en hectáreas (ha)

- **Formula del indicador**

$$VTHC_j = AThc_{jtn} - AThc_{jt0}$$

- **Variables**

$VTHC_j$ : Variación en el área destinada al desarrollo del sector de hidrocarburos por su tipo para la unidad espacial de referencia  $j$  en  $tn$ .

$AThc_{jtn}$ : Área (ha) destinada al desarrollo del sector de hidrocarburos clasificada por tipos, en la unidad espacial de referencia “ $j$ ” para el momento “ $tn$ ”.

$AThc_{jt0}$ : Área (ha) destinada al desarrollo del sector de hidrocarburos clasificada por tipos, en la unidad espacial de referencia “ $j$ ” para el momento “ $t0$ ” (medición previa o de línea base).

- **Fuentes de datos**

- a) Área (*ha*) destinada al desarrollo del sector hidrocarburos en la unidad espacial de referencia “*j*” para el momento *n* ( $Ahc_{jtn}$ ): Corresponde al área asociada a hidrocarburos para la medición más actual. Los datos de área se obtendrán del Mapa de Tierras generado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH, de la cual se van a extraer las categorías que se muestran en la Tabla 8/Tabla 7. Las áreas de cada tipo o categoría que intercepten con la unidad espacial de referencia serán sumadas para obtener el valor insumo para el cálculo del indicador.

Tabla 8 Categorías asociadas a la actividad de hidrocarburos derivadas del mapa de tierras

<b>Tipo</b>	<b>Definición</b>
Áreas en exploración	Son aquellos sobre los cuales se realizan trabajos de exploración.
Áreas en evaluación técnica	Son aquellas sobre las cuales se realizan trabajos de evaluación asignados por la ANH.
Áreas en producción	Son aquellas en los cuales se adelantan labores de producción de hidrocarburos.
Áreas disponibles	Son aquellas áreas que no han sido objeto de asignación, de manera que sobre ellas no existe contrato vigente ni se ha adjudicado propuesta; áreas devueltas parcial o totalmente que se encuentran en estudio por parte de la ANH para definir el esquema de oferta pública.
Áreas reservadas	Aquellas definidas por la ANH por razones de política energética, de seguridad nacional o de orden público; por sus características geológicas, ambientales, sociales o por haber realizado estudios en ellas y tener proyectado o disponer de información exploratoria valiosa.
Áreas para proceso competitivo, Nominación directa de áreas y solicitud de ofertas	Son aquellas áreas para oferta pública definida y publicada en la página web de la ANH.

Sinchi, 2025

- b) Área (*en ha*) destinada al desarrollo del sector hidrocarburos en la unidad espacial de referencia *j* para el tiempo *n-1* ( $Ahc_{jtn-1}$ ): Corresponde al área asociada a hidrocarburos para la medición anterior (*tn-1*) o de línea base. El cálculo del área para cada unidad espacial de referencia se realizará de acuerdo con lo descrito en el punto anterior.

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Para el cálculo del indicador en lo relacionado con la UER “Asociación” se toman las bases a nivel geográfico con los dos (2) resultados por Asociación y Vereda provenientes del

proceso de alistamiento y se realiza una agrupación del dato para consolidar por Tipo de Área. Este mismo procedimiento se realiza para la UER “Vereda”

- 2) Se realiza una unión de tabla con las dos capas utilizando como llave el campo con el código único concatenado de Asociación, Vereda y Tipo.
- 3) Se crean los campos para el cálculo de los indicadores por cada UER y se calculan con base en la fórmula establecida para el indicador.
- 4) Se crean los campos de Clasificación los cuales se calculan de acuerdo a los valores obtenidos en el cálculo de los indicadores y los campos requeridos según el diccionario de datos.
- 5) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 6) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

## 8.5 Interpretación del indicador

El indicador toma valores positivos y negativos según el cambio de Tipos en lo que respecta a su área. La interpretación de los resultados se presenta en la Tabla 9

Tabla 9 Parámetros de calificación del indicador

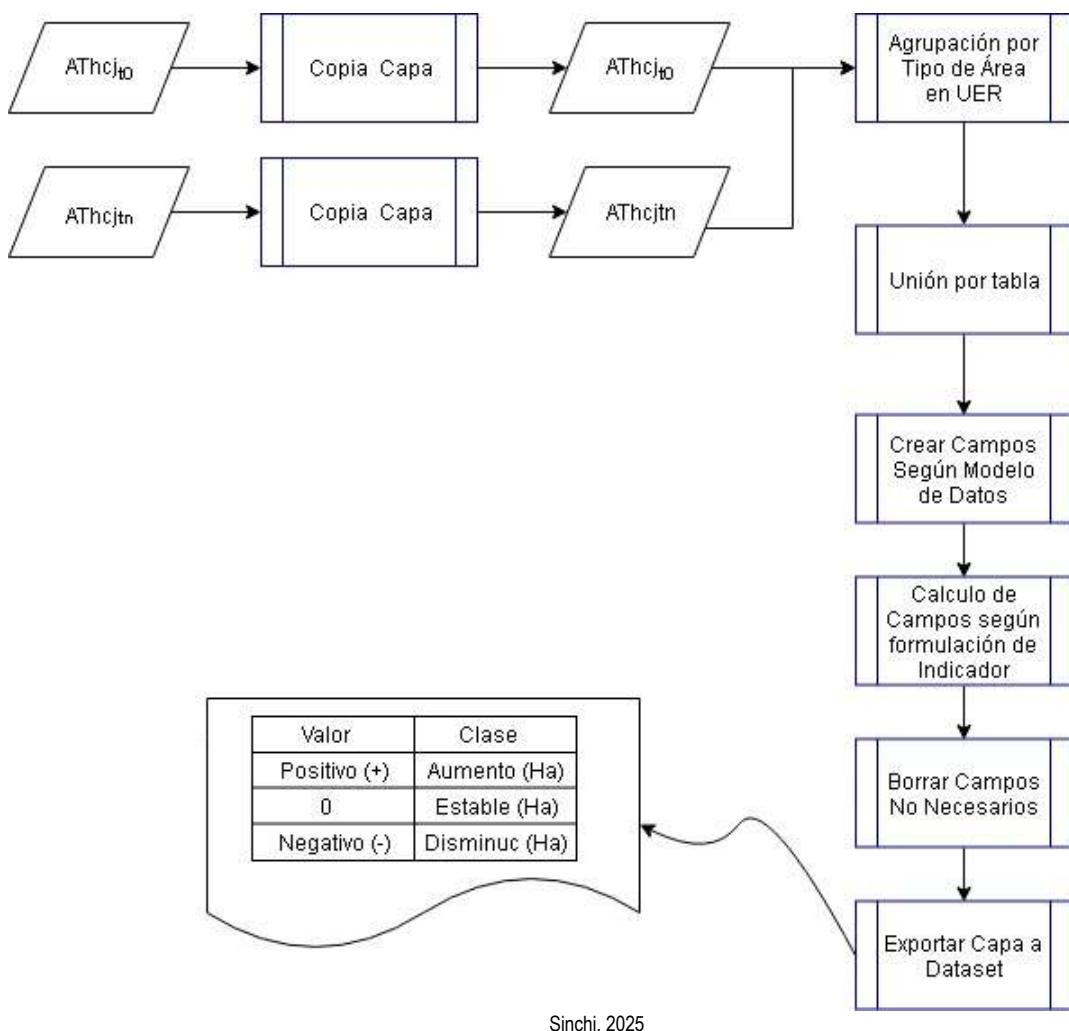
Valor	Clase
Positivo (+)	Aumento (ha)
0	Estable (ha)
Negativo (-)	Disminución

Sinchi, 2025

## 8.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 7

Figura 7 Proceso SIG Calculo del indicador de sector de hidrocarburos



Sinchi, 2025

1. Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
2. Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
3. Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan



cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)

#### 8.7 Literatura citada

González J., Cubillos A., Chadid M., Cubillos A., Arias M., Zúñiga E., Joubert F., Pérez I. & Berrío, V. 2018. Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional período 2005-2015. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD Colombia.

#### 8.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Jhon Infante – Alejandro Gerena – Nelson Palacios.
Revisado por:	
Aprobado por:	

## 9 VARIACIÓN EN EL ÁREA DESTINADA AL DESARROLLO DEL SECTOR MINERO – VMI

### 9.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 9.2 Definición

Variación en el cambio de área destinada al sector minero en la unidad espacial de referencia entre dos (2) momentos de tiempo.

### 9.3 Justificación

El indicador permite establecer el cambio en el porcentaje de área destinada para el sector minero dentro de las UER suscritas en los Acuerdos locales para la conservación de Bosque; esto con el fin de relacionar el posible aumento de estas zonas con la perdida de cobertura de bosque. González et al. (2018), indica que el impacto en deforestación de la extracción de minerales en Colombia puede ser directo por la remoción de la cobertura forestal, o indirecto por la expansión de infraestructura asociada a su explotación, generación de oferta de empleo, entre otros, y que facilita la llegada de otros motores de deforestación.

### 9.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Área en hectáreas (ha)

- **Formula del indicador**

$$VM_{ij} = AM_{jtn} - AM_{j{t_0}}$$

- **Variables**

$VM_{ij}$ : Variación del área (ha) destinada al desarrollo del sector Minero en la unidad espacial de referencia j.

$AM_{jtn}$ : Área (ha) destinada al desarrollo del sector minero en la unidad de referencia j en el tiempo tn.

$AM_{j{t_0}}$ : Área (ha) destinada al desarrollo del sector minero en la unidad de referencia j en el tiempo t0.

- **Fuentes de datos**

- a) *Área (ha) destinada al desarrollo del sector minero en la unidad de referencia j en el tiempo tn ( $AM_{jtn}$ )*: Corresponde al área asociada a minería para la medición más actual. Se entiende como área destinada al sector minero el área que cuenta con títulos mineros otorgados, solicitudes de titulación minera y áreas destinadas por la Agencia Nacional Minera como estratégicas para minería. La información espacial acerca de solicitudes y títulos otorgados se solicita oficialmente a la Agencia Nacional de Minería – ANM en formato *shapefile*, ya que ésta no se encuentra dispuesta en la página web de la entidad. Por su parte, la información



sobre áreas estratégicas mineras y áreas con potencial minero es descargada del servicio web de la Agencia.

La información sobre solicitudes y títulos mineros es actualizada diariamente por la entidad, por lo cual podría inferirse que se cuenta con la actualización semestral para el cálculo del indicador. En cuanto a la información de áreas estratégicas y potenciales mineras, dependerá de las actualizaciones de la entidad. Las áreas de cada una de las categorías descritas anteriormente que intercepten con la unidad espacial de referencia serán sumadas para obtener el valor insumo para el cálculo del indicador.

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Se utilizan las capas de Minería resultantes del proceso de alistamiento de información con base en las UER para los dos tiempos a medir, a las cuales se les realiza una copia en el espacio de trabajo temporal designado para almacenar este tipo de archivos de transición.
- 2) Se realiza una unión de tabla con las dos capas utilizando como llave el campo con el código único concatenado de Asociación y Vereda.
- 3) Se crean los campos para el cálculo de los indicadores por cada UER y se calculan con base en la fórmula establecida para el indicador.
- 4) Se crean los campos de Clasificación los cuales se calculan de acuerdo a los valores obtenidos en el cálculo de los indicadores y los campos requeridos según el diccionario de datos.
- 5) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 6) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

## 9.5 Interpretación del indicador

El indicador calcula la diferencia de área entre los dos momentos  $t_0$  y  $t_n$ : si el resultado es un valor positivo, quiere decir que el área destinada a la actividad minera aumentó, si el valor es igual a cero (0) el área se mantuvo estable y si el valor es negativo quiere decir que el área destinada a la actividad minera disminuyó. La interpretación de los resultados se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10 Parámetros de calificación del indicador

Valor	Clase
= 0	Estable
POSITIVO (+)	Aumento
NEGATIVO (-)	Disminución

Sinchí, 2025

## 9.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 8

Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible de la Región Amazónica Colombiana

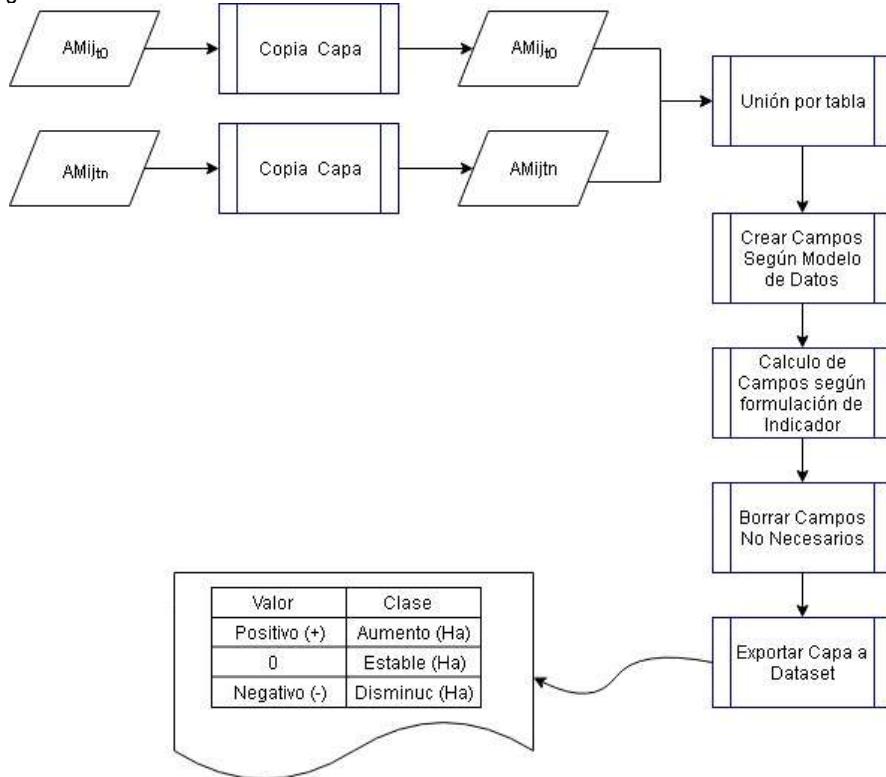
Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel: (8) 5925481/5925479 - Tele fax:

(8) 5928171 Leticia - Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5 - 44, Pbx: 4442060 Bogotá

[www.sinchi.org.co](http://www.sinchi.org.co)

Figura 8 Proceso SIG Calculo del indicador Variación en el área de desarrollo del sector minero



Sinchi, 2025

1. Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
2. Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
3. Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores).

## 9.7 Literatura citada

González J., Cubillos A., Chadid M., Cubillos A., Arias M., Zúñiga E., Joubert F., Pérez I. & Berrío, V. 2018. Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional período 2005-2015. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD Colombia.



## 9.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Jhon Infante – Alejandro Gerena – Nelson Palacios.
Revisado por:	
Aprobado por:	



## 10 PÉRDIDA DE BOSQUE EN LA ZONA DE RESERVA FORESTAL – PBRF

### 10.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 10.2 Definición

Disminución del área de bosque en porcentaje dentro de la Zona de Reserva Forestal de la Ley 2da de 1959 en la unidad espacial de referencia j entre dos momentos del tiempo.

### 10.3 Justificación

Una reserva forestal se define como una parte del territorio de un estado que, por la riqueza de sus formaciones vegetales y la importancia estratégica de sus servicios ambientales, fueron delimitadas y oficialmente declaradas por el legislador para la conservación y el desarrollo de la economía forestal y que de acuerdo a la corte constitucional colombiana constituyen mecanismos para el manejo, protección, preservación y restauración de los recursos naturales renovables (SINCHI 2016). En este sentido, el monitoreo de la perdida de bosque en las Zonas de Reserva Forestal como indicador de contexto permitiría complementar la información frente a las dinámicas territoriales que se presentan entorno a la ordenación del territorio, conservación y dinámica de las coberturas naturales en las áreas de implementación de los acuerdos de conservación del bosque.

### 10.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Porcentaje (%).
- **Formula del indicador**

$$PbRF_j = \frac{(AbZRF_{t0} - AbZRF_{tn})}{(AZRF_{tn})} * 100$$

- **Variables**

Todas las variables de este indicador son capas de información geográfica georreferenciadas, al igual que el resultado del indicador.

$PbRF_j$  = Porcentaje de pérdida de la superficie de bosque en la Zona de Reserva Forestal de Ley 2da para el tiempo n, en la unidad espacial de referencia j.

$ABZRF_{t0}$  = Área de bosque (ha) total en  $t_0$  dentro de la reserva forestal en la unidad espacial de referencia j.

$AZRF_{tn}$  = Área de bosque (ha) total en  $t_n$  dentro de la reserva forestal de ley 2da en la unidad espacial de referencia j

$AZRF_{tn}$  = Área (ha) total de reserva forestal ley 2da en  $t_n$ , en la unidad espacial de referencia j  
(Esta variable debe ser la correspondiente al tiempo  $t_n$ )

$UER_j$  = Pueden ser predios, asociaciones, núcleos de desarrollo forestal, etc.

- **Fuentes de datos**

- a) *Área de bosque (ha) en  $t_0$  y  $t_n$* : Corresponde al área de bosque perdida entre la medición anterior o de línea base ( $t_0$ ) y la medición actual ( $t_n$ ) en la Zona de Reserva Forestal de ley 2da en la unidad de referencia j. El insumo para el cálculo del área perdida entre los dos períodos de tiempo será la capa de bosque – no bosque (BnB) a escala 1:10.000 para cada momento.
- b) *Área de la reserva forestal de ley 2da*: Corresponde al área total de la reserva forestal dentro de la unidad espacial de referencia j, siempre en el tiempo más actual  $t_n$ .

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Utilizando la capa más actual ( $t_n$ ) resultante del cálculo para el Estado Legal del Territorio en cuanto a las UER; se realiza una consulta por la figura de Reserva de Ley 2da.
- 2) Se realiza una intersección con las dos (2) capas de Bosque no bosque para los períodos requeridos y la capa alistada de Estado Legal del Territorio.
- 3) A las capas resultantes se les realiza una selección por atributos y se depura la información que al momento del cruce mantengan datos relevantes para el análisis.
- 4) Teniendo como referencia la proyección *Lambert\_Azimuthal\_Equal\_Area* se recalcula el área para los polígonos por UER.
- 5) Se realiza una unión de tabla con las dos capas utilizando como llave el campo con el código único concatenado de Asociación y Vereda.
- 6) Se crean los campos para el cálculo de los indicadores por cada UER y se calculan con base en la fórmula establecida para el indicador.
- 7) Se crean los campos de Clasificación los cuales se calculan de acuerdo a los valores obtenidos en el cálculo de los indicadores y los campos requeridos según el diccionario de datos.
- 8) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 9) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

## 10.5 Interpretación del indicador

El indicador toma valores entre cero (0) y 100%. Para la categorización o clasificación de los resultados se establecen los rangos y clases mostrados en la Tabla 11:

Tabla 11 Rangos y clases para la interpretación del indicador de pérdida de bosque en zonas de reserva forestal.

Rango	Clase
0 %	Nulo
0,1 % a 10%	Bajo
10,01 % a 30 %	Medio
30,01 % a 70%	Alto

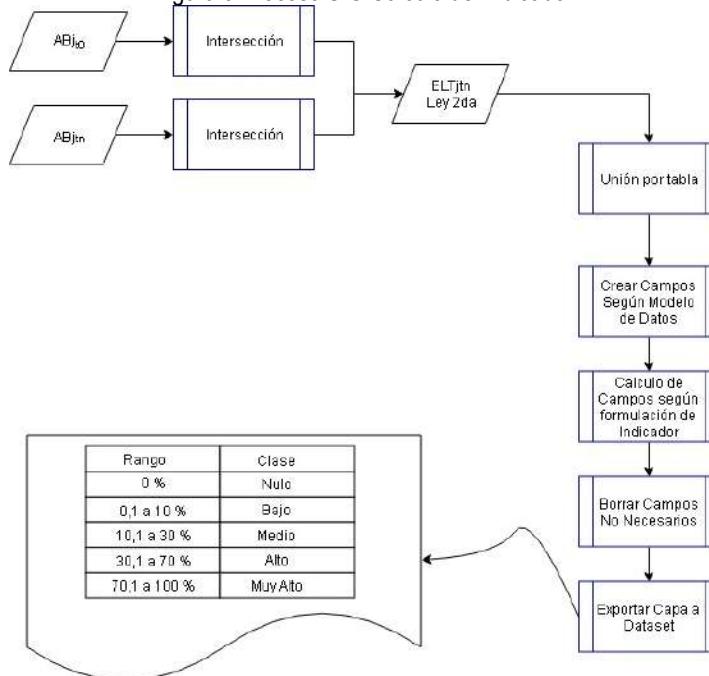
70, 01 % a 100%	Muy Alto
-----------------	----------

Sinchí, 2025

## 10.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 9

Figura 9 Proceso SIG Calculo del indicador



Sinchí, 2025

- 1) Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
- 2) Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
- 3) Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)

## 10.7 Literatura citada

SINCHI, 2016. Síntesis Fase I y Fase II de la zonificación ambiental y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, creada mediante la Ley 2<sup>a</sup> de 1959, en la región amazónica colombiana – Departamentos de Guaviare, Caquetá y Huila. Informe Síntesis del Convenio especial de



cooperación científica y tecnológica suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios ambientales –IDEAM- y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas –SINCHI- para desarrollar la primera y segunda etapa del proceso de zonificación ambiental y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, creada mediante la Ley 2<sup>a</sup> de 1959, en los departamentos de Guaviare y Caquetá-Huila, respectivamente.

### 10.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Jhon Infante – Alejandro Gerena – Nelson Palacios.
Revisado por:	
Aprobado por:	

## 11 PORCENTAJE DE CAMBIO DE COBERTURA DE BOSQUE A PASTO – CBP

### 11.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 11.2 Definición

Se define como el porcentaje de área (ha) que en el tiempo 0 se clasificó como Bosque y que en el tiempo n se identifica como un área cubierta con Pasto.

### 11.3 Justificación

La ganadería, especialmente la bovina, es una de las principales actividades económicas del país y una de las más involucradas en el fenómeno de deforestación a nivel nacional a través de la praderización, el cual se da cuando la superficie con pastos cultivados aumenta con respecto a las áreas de un período anterior (Gonzalez *et al.* 2018). En la Amazonía, la praderización se ha identificado como la principal causa de deforestación (SINCHI 2016), por lo tanto, es muy importante el monitoreo de la transición de bosques a pastos con el fin de analizar su origen o motivaciones en el marco de los acuerdos locales de conservación y generar estrategias con el fin de disminuir este patrón en las áreas de intervención.

## 11.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Porcentaje (%).
- **Formula del indicador**

$$PCbj = \frac{ABP_{jtn}}{AB_{jt0}} * 100$$

- **Variables**

IndPCbj: Porcentaje del área (ha) que en el tiempo 0 se clasificó como bosque y que en el tiempo 1 cambio a Pasto.

ABP<sub>jtn</sub>: Área (ha) de Bosque del tiempo t<sub>0</sub> que cambio a Pasto en el tiempo t<sub>n</sub> en la unidad espacial de referencia j.

AB<sub>jt0</sub>: Área (ha) de bosque en el tiempo t<sub>0</sub>.

- **Fuentes de datos**

- a) Área (ha) de bosque en el tiempo t<sub>0</sub> (AB<sub>jt0</sub>): Corresponde al área cubierta en bosques en la medición anterior o la de línea base (t<sub>0</sub>). La fuente de este dato es la capa resultante de línea base para la cobertura de bosques a escala 1:10.000 en el momento t<sub>0</sub>
- b) Área (ha) de Pasto en el tiempo t<sub>n</sub> (ABP<sub>jtn</sub>): Corresponde al área que en la medición anterior o de línea base (t<sub>n-1</sub>) era bosque y en la medición actual o última medición (t<sub>n</sub>) sufrieron una transición a pastos. Las fuentes de datos son las capas de coberturas de la tierra a escala 1:25.000 del momento t<sub>n</sub>

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Se utiliza la capa de Bosque resultante del proceso de línea base en el tiempo t<sub>0</sub> y se realiza una intersección con la capa de coberturas en el tiempo t<sub>n</sub>; a la que previo se le debe generar una consulta de Pastos por su código de clasificación establecido.
- 2) A la capa resultante se le crea el campo de cambio de bosque a pasto en la UER Vereda, en el cual se calcula el área de los polígonos nuevos utilizando la proyección Lambert\_Azimuthal\_Equal\_Area.
- 3) Se realiza una agrupación por el campo creado en el paso anterior para obtener los datos de área por UER Asociación agrupados para los polígonos que sufrieron transformación de uso del suelo de bosque a pasto.
- 4) Se realiza una unión de tabla con las dos capas utilizando como llave el campo con el código único concatenado de Asociación y Vereda.
- 5) Se crean los campos para el cálculo de los indicadores por cada UER y se calculan con base en la fórmula establecida para el indicador.



- 6) Se crean los campos de Clasificación los cuales se calculan de acuerdo a los valores obtenidos en el cálculo de los indicadores y los campos requeridos según el diccionario de datos.
- 7) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 8) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

## 11.5 Interpretación del indicador

El indicador toma valores entre cero (0) y 100 %. Para la categorización o clasificación de los resultados se establecen los siguientes rangos y clases que se presentan en la Tabla 12

Tabla 12 Rangos y clases para la interpretación del índice porcentaje de cambio de cobertura de Bosque a Pasto.

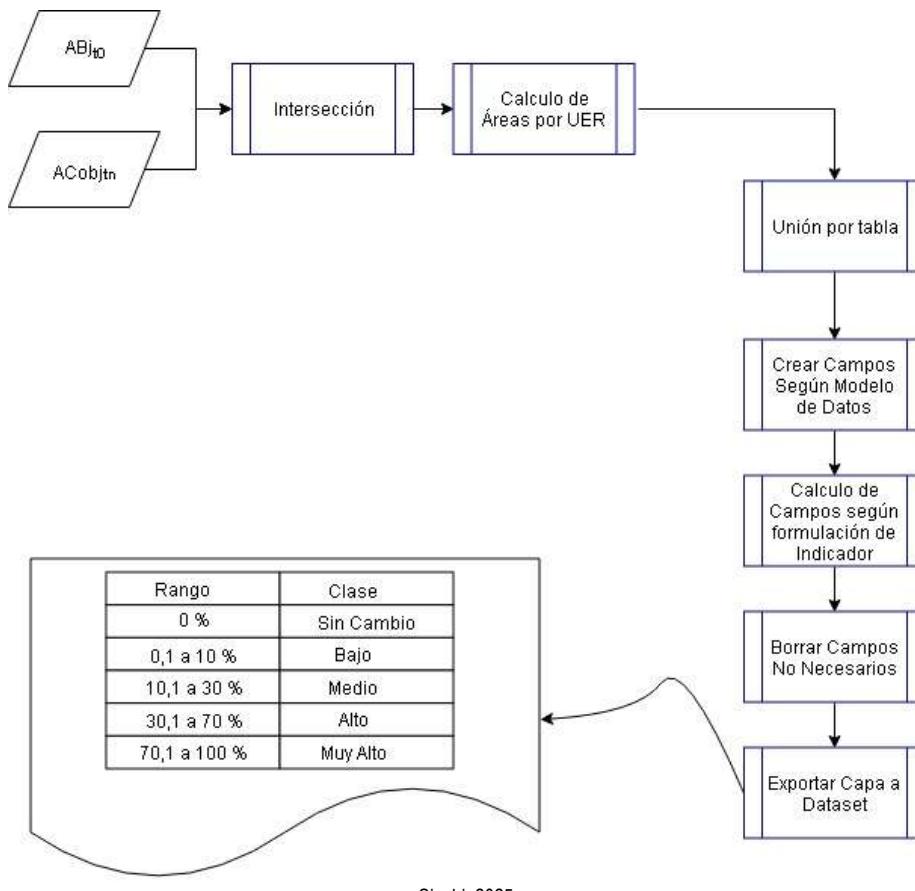
Rango	Tipo de Cambio
0 %	Sin Cambio
0,1 % a 10%	Bajo
10,01 % a 30 %	Medio
30,01 % a 70%	Alto
70,01 % a 100%	Muy Alto

Sinchí, 2025

## 11.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 10

Figura 10 Proceso SIG cálculo del indicador



Sinchí, 2025

- 1) Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
- 2) Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
- 3) Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)

### 11.7 Literatura citada

González J., Cubillos A., Chadid M., Cubillos A., Arias M., Zúñiga E., Joubert F., Pérez I. & Berrío, V. 2018. Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional



período 2005-2015. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD Colombia.

SINCHI 2016. 2016. Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el período 2012 al 2014 y coberturas del año 2014.

Bogotá, Colombia. [http://siatac.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b0d68dce-3bb1-494e-ac3b-1b90e71d3014&groupId=762](http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=b0d68dce-3bb1-494e-ac3b-1b90e71d3014&groupId=762).

#### 11.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Alejandro Gerena – Nelson Palacios
Revisado por:	
Aprobado por:	



## 12 PORCENTAJE DE CAMBIO DE COBERTURA DE VEGETACIÓN SECUNDARIA A BOSQUE – CVSB

### 12.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 12.2 Definición

Se define como el porcentaje de área que cambió de vegetación secundaria a bosque entre dos períodos de tiempo.

### 12.3 Justificación

El restablecimiento de las dinámicas naturales, la disminución del régimen de disturbio en los ecosistemas por las actividades humanas y como respuesta la detección, las transiciones entre coberturas que evidencian una trayectoria secuencial hacia ecosistemas más complejos como bosques, es una de las metas que tienen la mayor parte de los proyectos de intervención que buscan el uso sostenible del territorio, el mosaicos de paisaje complejos donde se busca compatibilizar las necesidades básicas de los habitantes del territorio y ofrecer alternativas para su bienestar (Montagnini 2001). En este sentido, el monitoreo de las transiciones que indican regeneración natural de los ecosistemas, en este caso de vegetación secundaria a bosque, podría indicar cambios en el comportamiento de los habitantes frente a la ejecución de actividades ligadas a los acuerdos de conservación del bosque u otros eventos que se estén desarrollando en el territorio los cuales podrían analizarse en conjunto con otras variables para generar estrategias de fortalecimiento de las intervenciones.

### 12.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Porcentaje (%)
- **Formula del indicador**

$$Cvsbj = \frac{Avsb_{jtn}}{Avs_{jt0}} * 100$$

- **Variables**

Cvsbj: Porcentaje de vegetación secundaria que cambio a Bosque.

Avsb<sub>jtn</sub>: Área (ha) de Vegetación secundaria del tiempo t<sub>0</sub> que cambio a Bosque en el tiempo t<sub>n</sub> en la unidad espacial de referencia j

Avs<sub>jt0</sub>: Área (ha) de Vegetación Secundaria en el tiempo t<sub>0</sub>.

- **Fuentes de datos**

- a) Área (ha) de Vegetación secundaria del tiempo t<sub>0</sub> que cambio a Bosque en el tiempo t<sub>n</sub> (AVSB<sub>jtn</sub>): Corresponde al área que evidencio la transición entre vegetación secundaria y bosque entre la medición anterior o línea base (t<sub>0</sub>) y la medición actual (t<sub>n</sub>). Las fuentes de datos para este cálculo son las capas de coberturas de la tierra a escala 1:25.000 y la capa

de Bosque escala 1:10.000 resultantes del proceso de alistamiento para los momentos  $t_0$  y  $t_n$ . Los lineamientos para la identificación de la vegetación secundaria se tomarán de la leyenda nacional de coberturas de la tierra para Colombia (IDEAM 2010) y de SINCHI (2009).

- b) Área (ha) de Vegetación Secundaria en el tiempo  $t_0$  ( $AVS_{t0}$ ): Corresponde al área de vegetación secundaria detectada en la medición anterior o de línea base ( $t_0$ ). Esta área se determinará con la capa de coberturas de la tierra a escala 1:25.000 del momento  $t_0$ .

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Como primer paso para el cálculo del indicador se debe obtener la capa de Coberturas de la Tierra y la capa de Bosque escala 1:10.000 resultantes del proceso de alistamiento para cada momento de medición ( $t_0$  y  $t_1$ ). Esta capa, a escala 1:25.000, es generada por medio de la Metodología para la Interpretación Coberturas de la Tierra incluida en el Anexo 10 del Plan de Seguimiento al Cumplimiento de los Acuerdos Locales de Conservación para cada UER.
- 2) Se realiza la consulta por los códigos de Vegetación Secundaria que serán objeto de estudio, así como la clasificación de Bosques.
- 3) Una vez alistadas las capas de Coberturas de la Tierra y Bosque para la UER tanto para el  $t_0$  como para el  $t_n$ , se procede a realizar la identificación de las áreas de Vegetación secundaria del tiempo inicial o primer momento de medición seleccionado ( $t_0$ ) que en el tiempo final o segundo momento de medición seleccionado ( $t_n$ ) son Bosque. Esto se realiza por medio de la función Intersección en ArcGIS.
- 4) Se recalcula el área (en ha) de los polígonos resultantes de la intersección y se agrupan de acuerdo a las UER; para tener los datos de áreas por cada UER en los tiempos requeridos.
- 5) Se crean los campos para el cálculo del indicador por cada UER y los campos de clasificación respectiva.
- 6) Se aplica la fórmula del indicador y su posterior clasificación.
- 7) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 8) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

## 12.5 Interpretación del indicador

El indicador toma valores entre cero (0) y 100 %. Para la categorización o clasificación de los resultados se establecen los rangos y clases que se presentan en la Tabla 13

Tabla 13 Rangos y clases para la interpretación de los resultados del indicador porcentaje de cambio de cobertura de Vegetación secundaria a Bosque.

Rango	Tipo de Cambio
0 %	Sin Cambio

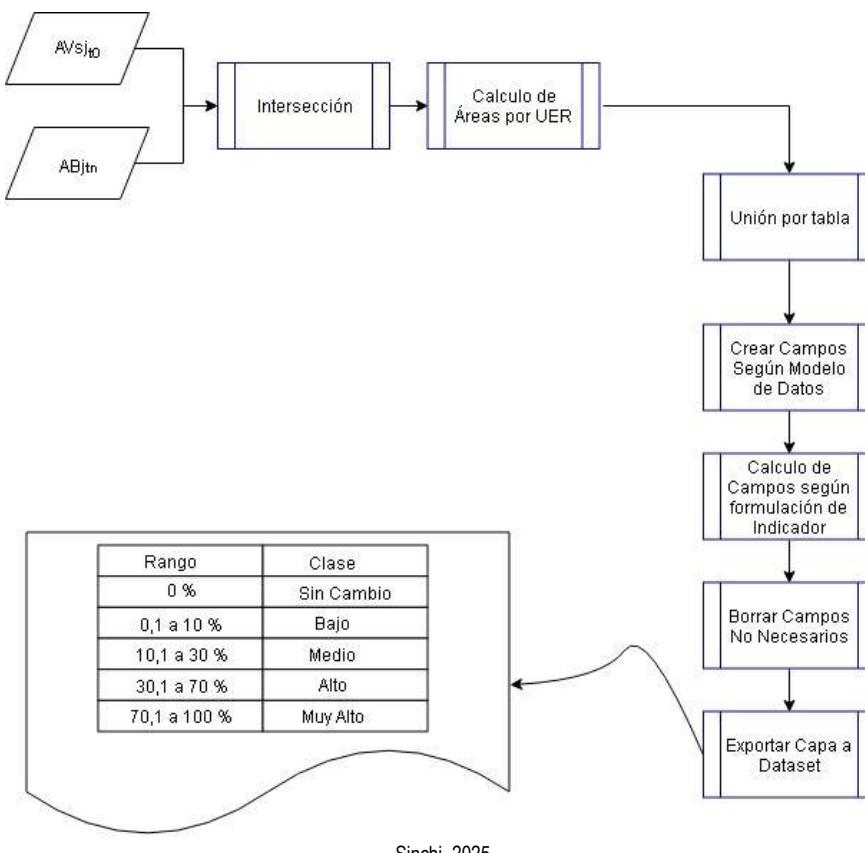
Rango	Tipo de Cambio
0,1 % a 10%	Bajo
10,01 % a 30 %	Medio
30,01 % a 70%	Alto
70,01 % a 100%	Muy Alto

Sinchi, 2025

## 12.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 11

Figura 11 Proceso SIG calculo indicador porcentaje de cambio de cobertura de Vegetación secundaria a Bosque.



Sinchi, 2025

- 1) Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
- 2) Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
- 3) Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los



Instituto  
SINCHI



SIAT-AC



MoSCAL

procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)

## 12.7 Literatura citada

IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 72p

Montagnini F. 2001. Strategies for the recovery of degraded ecosystems: experiences from Latin America. Interciencia 26(10): 498–503.

SINCHI. 2009. Vegetación secundaria o en transición. Fichas de los patrones de las coberturas de la tierra de la Amazonia Colombiana. Bogotá D.C. Link:

<http://siatac.co/web/guest/productos/coberturasdelatierra/fichasdepatrones/vegetacion-secundaria-o-en-transicion>.

## 12.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Alejandro Gerena – Nelson Palacios
Revisado por:	
Aprobado por:	



## 13 PORCENTAJE DE CAMBIO DE COBERTURA DE PASTO A VEGETACIÓN SECUNDARIA – CPVS

### 13.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 13.2 Definición

Se define como el porcentaje de área que cambio de pasto a vegetación secundaria entre dos periodos de tiempo.

### 13.3 Justificación

El restablecimiento de las dinámicas naturales, la disminución del régimen de disturbio en los ecosistemas por las actividades humanas y como respuesta la detección las transiciones entre coberturas que evidencian una trayectoria secuencial hacia ecosistemas más complejos como bosques es una de las metas que tienen la mayor parte de los proyectos de intervención que buscan el uso sostenible del territorio, el mosaicos de paisaje complejos donde se busca compatibilizar las necesidades básicas de los habitantes del territorio y ofrecer alternativas su bienestar (Montagnini 2001). En este sentido, el monitoreo de las transiciones que indican regeneración natural de los ecosistemas, en este caso de pastos a vegetación secundaria, podría indicar cambios en el comportamiento de los habitantes frente a la ejecución de actividades ligadas a los acuerdos locales de conservación del bosque u otros eventos que se estén desarrollando en el territorio los cuales podrían analizarse en conjunto con otras variables para generar estrategias de fortalecimiento de las intervenciones.

### 13.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Porcentaje (%).
- **Formula del indicador**

$$Cpvsj = \frac{Apvs_{jtn}}{Ap_{jt0}} * 100$$

- **Variables**

Cpvsj: Porcentaje del área (ha) que en el tiempo  $t_0$  se clasificó como Pasto y que en el tiempo  $t_n$  cambió a Vegetación Secundaria en la unidad espacial de referencia  $j$ .

APVS<sub>jtn</sub>: Área (ha) de Pasto que en el tiempo  $t_0$  cambió a Vegetación secundaria en el tiempo  $t_n$  en la unidad espacial de referencia  $j$ .

AP<sub>jt0</sub>: Área (ha) de Pasto en el tiempo  $t_0$  en la unidad espacial de referencia  $j$ .

- **Fuentes de datos**

- a) **Área de cambio de pastos a vegetación secundaria (APVS<sub>jtn</sub>):** Las fuentes de datos para el cálculo de esta variable corresponden a las capas de cobertura de la tierra a escala 1:25.000 elaboradas para los momentos  $t_0$  (medición anterior o línea base) y  $t_n$  (medición actual).

- b) Área de Pasto en el tiempo  $t_{n-1}$  ( $AP_{j(t)}$ ): El valor de esta variable se obtendrá del mapa de coberturas de la tierra elaborado a escala 1:25000 para el momento  $t_0$ .

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Como primer paso para el cálculo del indicador se debe obtener la capa de Coberturas de la Tierra para cada momento de medición ( $t_0$  y  $t_1$ ). Esta capa, a escala 1:25.000, es generada por medio de la Metodología para la Interpretación de Coberturas de la Tierra incluida en el Anexo 10 del Plan de Seguimiento al Cumplimiento de los Acuerdos Locales de Conservación para cada UER.
- 2) Se realiza la consulta por los códigos de Pasto que serán objeto de estudio, así como la clasificación de Vegetación Secundaria.
- 3) Una vez alistadas las capas de Coberturas de la Tierra para la UER tanto para el  $t_0$  como para el  $t_n$ , se procede a realizar la identificación de las áreas de Pasto del tiempo inicial o primer momento de medición seleccionado ( $t_0$ ) que en el tiempo final o segundo momento de medición seleccionado ( $t_n$ ) son Vegetación Secundaria. Esto se realiza por medio de la función Intersección en ArcGIS.
- 4) Se recalcula el área (en ha) de los polígonos resultantes de la intersección y se agrupan de acuerdo a las UER; para tener los datos de áreas por cada UER en los tiempos requeridos.
- 5) Se crean los campos para el cálculo del indicador por cada UER y los campos de clasificación respectiva.
- 6) Se aplica la fórmula del indicador y su posterior clasificación.
- 7) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 8) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

### 13.5 Interpretación del indicador

El indicador toma valores entre cero (0) y 100 %. Para la categorización o clasificación de los resultados se establecen rangos y clases que se presentan en la Tabla 14

Tabla 14 Rangos y clases para la interpretación del índice porcentaje de cambio de cobertura de Pasto a Vegetación secundaria.

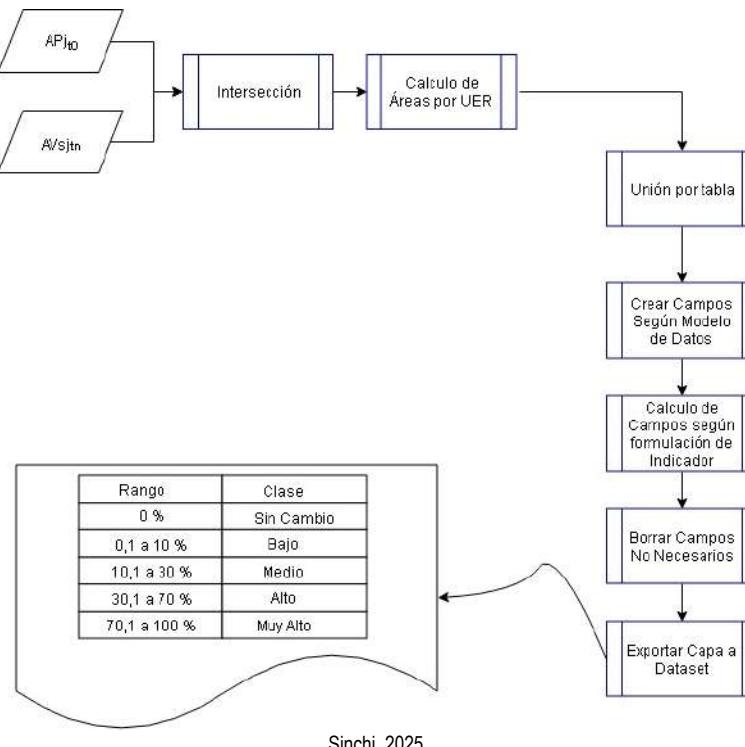
Rango	Tipo de Cambio
0 %	Sin Cambio
0,1 % a 10%	Bajo
10,01 % a 30 %	Medio
30,01 % a 70%	Alto
70,01 % a 100%	Muy Alto

Sinchí, 2025

### 13.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 12

Figura 12 Proceso SIG del cálculo índice porcentaje de cambio de cobertura de Pasto a Vegetación secundaria



Sinchí, 2025

- 1) Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
- 2) Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
- 3) Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)

### 13.7 Literatura citada

Montagnini F. 2001. Strategies for the recovery of degraded ecosystems: experiences from Latin America. Interciencia 26(10): 498–503.

### 13.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Alejandro Gerena – Nelson Palacios
----------------	------------------------------------



Revisado por:	
Aprobado por:	

## 14 VARIACIÓN EN EL ÁREA DE VEGETACIÓN SECUNDARIA – VVS

### 14.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 14.2 Definición

Corresponde cambio del área de Vegetación secundaria de dos (2) momentos de tiempo para la unidad espacial de referencia j.

### 14.3 Justificación

El análisis del cambio de la vegetación secundaria es un indicador de la regeneración de los ecosistemas en un área particular (Rudel *et al.* 2002) o por el contrario de la intensificación en el uso de la tierra (Alves *et al.* 2002), por lo tanto, su monitoreo en el marco de los acuerdos locales de conservación, aporta información, que en conjunto con otras variables o indicadores, podría alertar sobre posibles dinámicas y motores de cambio de las coberturas de la tierra, brindando elementos para tomar decisiones frente a estrategias correctivas, de fortalecimiento u oportunidades en el marco del cumplimiento de los acuerdos locales de conservación.

### 14.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Área en hectáreas (ha)

- **Formula del indicador**

$$Vvsj = AVS_{jtn} - AVS_{jt0}$$

- **Variables**

Vvsj: Variación en el área cubierta por Vegetación secundaria entre el tn y el t<sub>0</sub>.

Avs<sub>jtn</sub>: Área (ha) de vegetación secundaria en un tiempo tn para la unidad espacial de referencia j.

Avs<sub>jt0</sub>: Área (ha) de vegetación secundaria en un tiempo t<sub>0</sub> para la unidad espacial de referencia j.

- **Fuentes de datos**

- a) Área (ha) de vegetación secundaria en el tiempo tn (AVS<sub>jtn</sub>): La fuente para el cálculo del área es la capa de Coberturas de la Tierra a escala 1:25:000 para el momento tn (medición actual).
- b) Área (ha) de vegetación secundaria en un tiempo t<sub>0</sub> (AVS<sub>jt0</sub>): La fuente para el cálculo del área es la capa de Coberturas de la Tierra a escala 1:25:000 para el momento t<sub>0</sub> (medición anterior o línea base).

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Como primer paso para el cálculo del indicador se debe obtener la capa de Coberturas de la Tierra para cada momento de medición (t<sub>0</sub> y tn) a escala 1:25.000 para cada UER.

- 2) Se realiza una copia a cada capa y se realiza una consulta por los códigos de Vegetación Secundaria que serán objeto de estudio.
- 3) Una vez alistadas las capas de Coberturas de la Tierra para la UER tanto para el  $t_0$  como para el  $t_n$ , se procede a realizar una unión por tabla para las dos (2) capas.
- 4) Se crean los campos para el cálculo del indicador por cada UER y los campos de clasificación respectiva.
- 5) Se aplica la fórmula del indicador y su posterior clasificación.
- 6) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 7) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

#### 14.5 Interpretación del indicador

El indicador toma valores positivos con resultados esperados alrededor del 100%. La interpretación de los resultados se presenta en la Tabla 15

Tabla 15 Interpretación de resultados del indicador variación en el área de vegetación secundaria

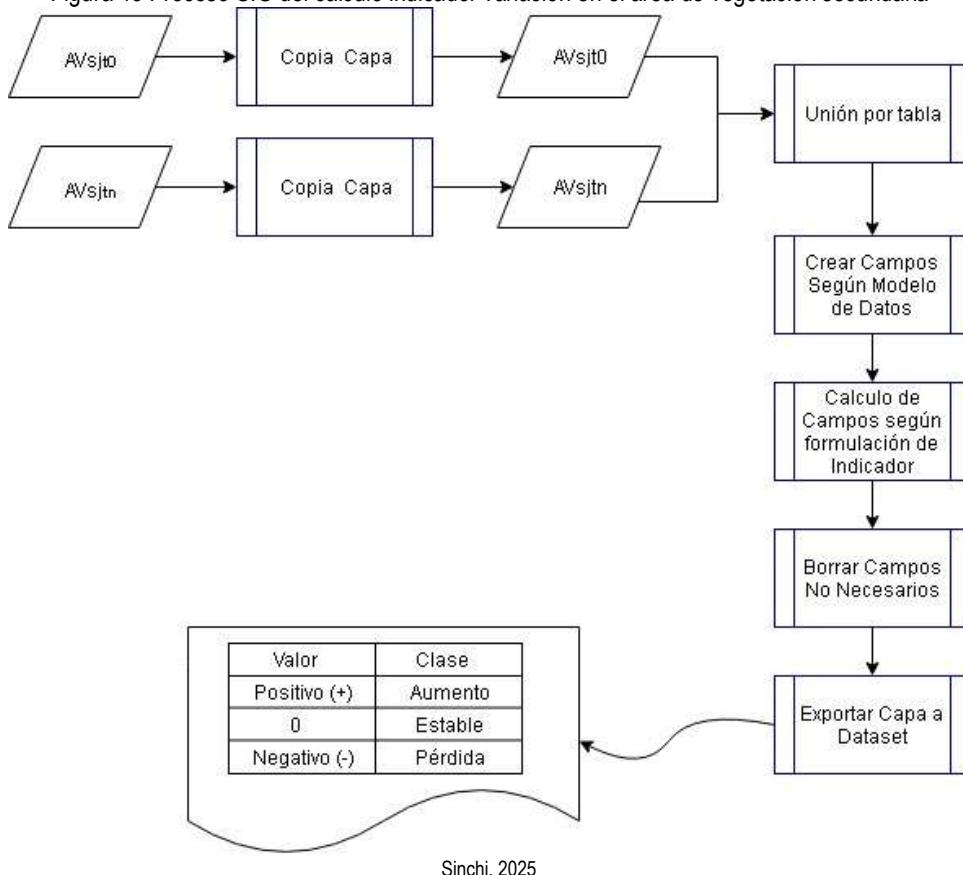
Sinchi, 2025

Valor	Clase
= 0	Estable
> 0	Aumento
< 0	Pérdida

## 14.6 Proceso SIG

Geoprocesamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 13

Figura 13 Proceso SIG del cálculo indicador variación en el área de vegetación secundaria



Sinchi, 2025

- 1) Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
- 2) Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
- 3) Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)

## 14.7 Literatura citada

Alves D., Escada M., Pereira J. & De Albuquerque, C. 2003. Land use intensification and abandonment in Rondônia, Brazilian Amazonia. Int. J. Remote Sensing 24(4): 899-903.



Rudel T., Bates D. & Machinguash R. 2002. A tropical forest transition? Agricultural change, out-migration, and secondary forests in the ecuadorian Amazon. Annals of the Association of American Geographers 92(1): 87-102.

#### 14.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Alejandro Gerena – Nelson Palacios
Revisado por:	
Aprobado por:	



## 15 VARIACIÓN EN EL ÁREA DE PASTO – VP

### 15.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 15.2 Definición

Corresponde al cambio de área cubierta de Pasto de dos (2) momentos de tiempo para la unidad espacial de referencia j.

### 15.3 Justificación

La ganadería, especialmente la bovina, es una de las principales actividades económicas del país y una de las más involucradas en el fenómeno de deforestación a nivel nacional a través de la praderización, el cual se da cuando la superficie con pastos cultivados aumenta con respecto a las áreas de un período anterior (Gonzalez et al. 2018). En la Amazonía, la praderización se ha identificado como la principal causa de deforestación (SINCHI 2016), por lo tanto, el seguimiento de la cobertura de pastos brindaría información sobre su avance o disminución sobre otras coberturas naturales, lo que permitiría a través del análisis con otras variables e indicadores e información de los actores sociales, identificar acciones de mejora y oportunidades para el cumplimiento de los Acuerdos Locales de Conservación.

### 15.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador: Área en hectáreas (ha)**
- **Formula del indicador**

$$V_{pj} = AP_{jtn} - AP_{jto}$$

- **Variables**

$V_{pj}$ : Diferencia en el área cubierta por Pasto entre el  $t_n$  y el  $t_0$  por UER.

$AP_{jtn}$ : Área (ha) de pasto en el tiempo  $t_n$  para la unidad espacial de referencia j

$AP_{jto}$ : Área (ha) de pasto en el tiempo  $t_0$  para la unidad espacial de referencia j

- **Fuentes de datos**

- a) Área (ha) de pasto en un tiempo  $t_n$  ( $AP_{jtn}$ ): Corresponde al área de pasto para la unidad de referencia j en la medición actual ( $t_n$ ). Los valores de área de pasto se obtienen de la interpretación de coberturas de la Tierra a escala 1:25.000 para la unidad espacial de referencia j, incluida en el Anexo 10 del Plan de Seguimiento al Cumplimiento de los Acuerdos Locales de Conservación.
- b) Área (ha) de pasto en el tiempo  $t_0$  ( $AP_{jto}$ ): Corresponde al área de pasto para la unidad de referencia j en la medición anterior o de línea base ( $t_0$ ). Los valores de área se obtienen de la misma forma descrita en el punto anterior.

Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible de la Región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel: (8) 5925481/5925479 - Tele fax:

(8) 5928171 Leticia - Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5 - 44, Pbx: 4442060 Bogotá

[www.sinchi.org.co](http://www.sinchi.org.co)

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Como primer paso para el cálculo del indicador se debe obtener la capa de Coberturas de la Tierra para cada momento de medición ( $t_0$  y  $t_n$ ) a escala 1:25.000 para cada UER.
- 2) Se realiza una copia a cada capa y se realiza una consulta por los códigos de Pasto que serán objeto de estudio.
- 3) Una vez alistadas las capas de Pastos tanto para el  $t_0$  como para el  $t_n$ , se procede a realizar una unión de tabla para las dos (2) capas.
- 4) Se crean los campos para el cálculo del indicador por cada UER y los campos de clasificación respectiva.
- 5) Se aplica la fórmula del indicador y su posterior clasificación.
- 6) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 7) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

### 15.5 Interpretación del indicador

El indicador toma valores positivos y negativos. La interpretación de los resultados se presenta en la Tabla 16

Tabla 16 Parámetros de calificación del indicador variación en el área de Pasto

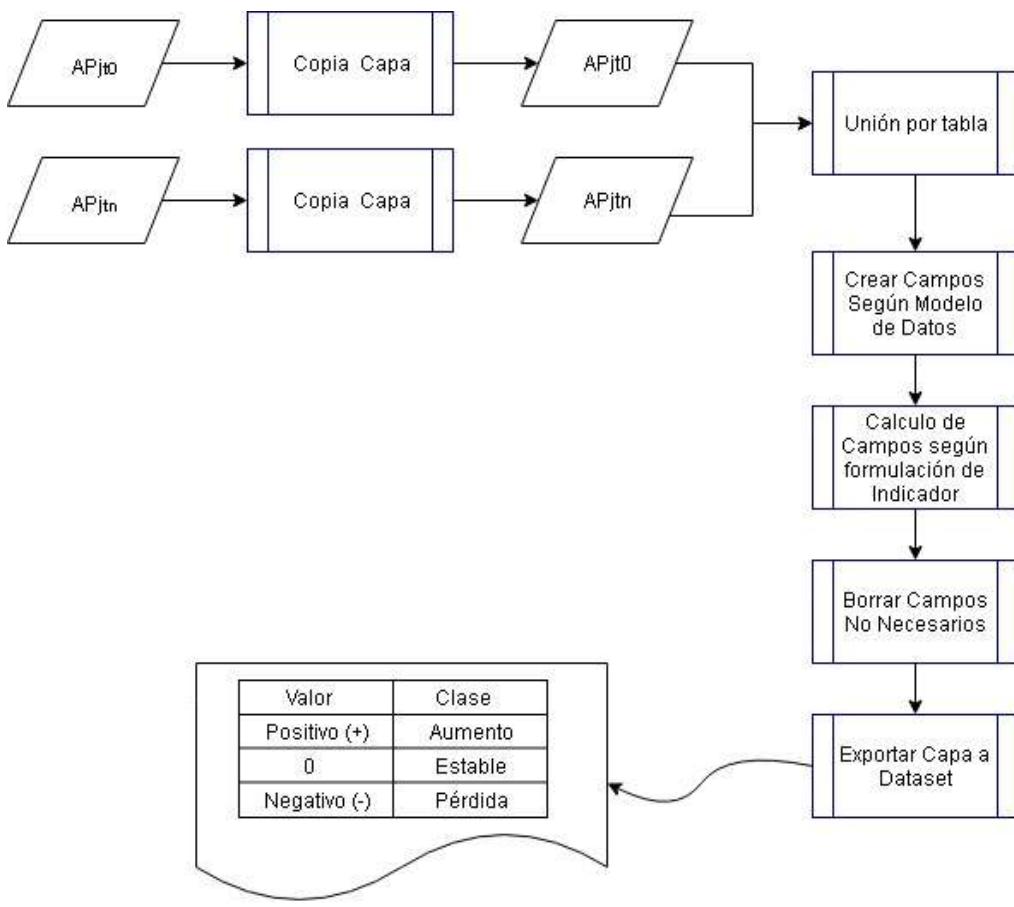
Sinchi, 2025

Valor	Clase
= 0	Estable
> 0	Aumento
< 0	Pérdida

## 15.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 14

Figura 14 Proceso SIG del cálculo del indicador variación en el área de Pasto



- 1) Unidad espacial de referencia: UER (Asociaciones, Núcleos de desarrollo forestal, Iniciativas, cuencas, etc.)
- 2) Frecuencia de Medición del indicador: Semestral y/o trimestral.
- 3) Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre o trimestre según se requiera. Esta información será consumida por todos los



procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones. (Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.indicadores)

### 15.7 Literatura citada

González J., Cubillos A., Chadid M., Cubillos A., Arias M., Zúñiga E., Joubert F., Pérez I. & Berrío, V. 2018. Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional período 2005-2015. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM-. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Programa ONU-REDD Colombia.

SINCHI 2016. 2016. Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el período 2012 al 2014 y coberturas del año 2014. Bogotá, Colombia. [http://siatac.co/c/document\\_library/get\\_file?uuid=b0d68dce-3bb1-494e-ac3b-1b90e71d3014&-groupId=762](http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=b0d68dce-3bb1-494e-ac3b-1b90e71d3014&-groupId=762).

### 15.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Alejandro Gerena – Nelson Palacios
Revisado por:	
Aprobado por:	



## 16 PROMEDIO DE FOCOS DE CALOR – PFC.

### 16.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 16.2 Definición

Promedio de focos de calor mensual para la unidad espacial de referencia j entre dos momentos de tiempo.

### 16.3 Justificación

En la región de la Amazonía colombiana se ha presentado históricamente un comportamiento tendencial con respecto a los eventos donde se emplea el uso del fuego para quemas, que en algunos casos provocan el desencadenamiento de incendios forestales siendo más comunes durante el periodo de diciembre a marzo. Si bien es cierto que es una situación que se presenta anualmente durante este periodo de tiempo, también es cierto que el número reportado de focos de calor que indican puntos potenciales de fuegos han tenido un crecimiento alarmante, al igual que las áreas de cicatrices de quema mapeadas en la región.

Dada la importancia que tiene la región, es transcendental entender el fenómeno que se está dando en ese contexto y fortalecer los sistemas de monitoreo ya existentes y empleados para el seguimiento a incendios. El Instituto SINCHI, cuenta con un Sistema de Monitoreo de Incendios en la Amazonía colombiana que consiste en un monitoreo de focos de calor obtenidos de información de la NASA, descargados y procesados por el laboratorio SIG y SR.

Se definen como focos de calor a las anomalías térmicas sobre el terreno (Di Bella, y otros, 2008), detectadas a partir de los instrumentos MODIS y VIIRS que viajan sobre los satélites Terra, Aqua y Suomi-NPP. “Se considera como un punto de calor el pixel que reporta una temperatura elevada en comparación con sus vecinos” (Mas, 2011), detectado con un algoritmo contextual. Estos focos de calor son en realidad aproximaciones a incendios o puntos potenciales de fuego (Di Bella, y otros, 2008), es decir, que estos no pueden ser considerados como uno de estos eventos, debido a que pueden estar asociados a elementos sobre el terreno que alcance los umbrales establecidos en el algoritmo para ser clasificados como foco de calor.

### 16.4 Método de Cálculo

- Unidad de medida del indicador: Promedio
- Formula del indicador

$$PFcAb = (Fc_{tn} + Fc_{t0}) / n \text{ meses}$$

#### • Variables

$PFcAb$ : Promedio de Focos de Calor

$Fc_{tn}$ : Número de Focos de calor en la unidad espacial de referencia de calor en tiempo n

Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible de la Región Amazónica Colombiana

Sede Principal: Av. Vásquez Cobo entre Calles 15 y 16, Tel: (8) 5925481/5925479 - Tele fax:

(8) 5928171 Leticia - Amazonas

Oficina de Enlace: Calle 20 No. 5 - 44, Pbx: 4442060 Bogotá

[www.sinchi.org.co](http://www.sinchi.org.co)



$F_{Ct_0}$ : Número de Focos de calor en la unidad espacial de referencia de calor en tiempo 0  
 $N$  meses: Número de meses del periodo de monitoreo, si es trimestral se divide entre 6 que es la suma de los meses de los dos trimestres, si es anual se divide en 12 que es la suma de los meses de los dos semestres.

- **Fuentes de datos**

- a) Puntos de Calor: Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonía Colombiana – SIAT-AC del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI, escala 1:100.000.
- b) UER: Capas con las UER que hacen parte de los Acuerdos Locales de Conservación del Bosque.

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Se toman las capas con los puntos de calor reportados por cada periodo a medir resultantes del proceso de alistamiento.
- 2) Se crean los campos para el cálculo del indicador por cada UER y los campos de clasificación respectiva.
- 3) Se aplica la fórmula del indicador y su posterior clasificación.
- 4) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 5) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

### 16.5 Interpretación del indicador

El indicador refleja valores positivos con el promedio de puntos de calor por cada UE en seis (6) meses; dando clasificaciones que van desde Bajo hasta Muy Alto. Ver Tabla 17

Tabla 17 Rangos y clases para la interpretación del índice Promedio Focos de Calor

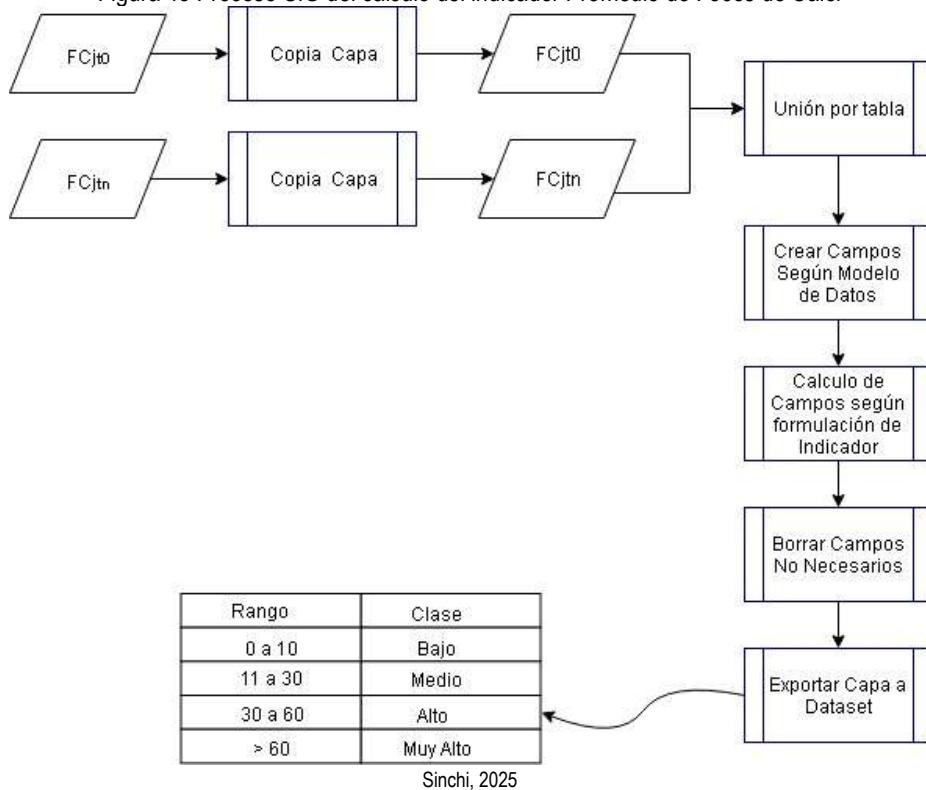
Rango	Tipo de Cambio
De 0 a 10	Bajo
De 11 a 30	Medio
De 30 a 60	Alto
> 60	Muy Alto

Sinchi, 2025

### 16.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del Indicador, a continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 15

Figura 15 Proceso SIG del cálculo del indicador Promedio de Focos de Calor



- 1) Unidad espacial de referencia: Asociación
- 2) Frecuencia de cálculo del indicador: Semestral.
- 3) Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones.

## 16.7 Literatura citada

Instituto amazónico de investigaciones científicas SINCHI, Propuesta metodológica para la validación de la información de puntos de fuego en la Amazonía colombiana.

Pausas, J. G. (2012). ¿Qué sabemos de Incendios Forestales? Madrid: CSIC

Di Bella, C., Posse, G., Berget, M., Fischer, M., Mari, N., & Veron, S. 2008. La teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. Ecosistemas, 39-52.



Instituto  
SINCHI



SIAT-AC



MoSCAL

## 16.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Alejandro Gerena - Nelson Palacios.
Revisado por:	
Aprobado por:	



## 17 VARIACIÓN EN EL ÁREA DE CICATRICES DE QUEMA – VCQ

### 17.1 Tipo de indicador:

Contexto

### 17.2 Definición

Variación del área de cicatrices de quema en la unidad espacial de referencia j entre el momento más actual de medición en Cicatrices ( $t_n$ ) y el momento anterior ( $t_0$ ).

### 17.3 Justificación

De acuerdo a Pausas (2012), para la generación del fuego en ecosistemas se requieren tres componentes principales: oxígeno, calor y combustible; sin embargo, no son suficientes para generar incendios. Pausas (2012) define el **incendio** como “*un fuego que se propaga sin control*”, en este mismo sentido en otras bibliografías se afirma que “*para que un fuego pueda considerarse incendio, es esencial la falta de control. Por eso, siempre estén permitidos y controlados, no se consideran incendios*” (CEIS Guadalajara, 2015).

Entendiendo la definición de incendios, viene otro concepto más específico que se refiere a los incendios que se dan en coberturas naturales, los cuales son denominados incendios forestales; para la FAO (2010) se definen como “*cualquier incendio de vegetación no programado y/o incontrolado*”. Pausas (2012) también los define de manera más amplia como “*fuego no controlado (sea de origen natural o antrópico) que se propaga por la vegetación, sean bosques o de cualquier otro tipo (sabanas, praderas, matorrales, pastizales, humedales, turberas, ect)*”.

Por otro lado, se tiene el concepto de quema controlada que se define como la “*acción de usar el fuego bajo estricta medidas de seguridad que aseguran su uso en área previamente establecida y con un propósito definido, que no se transformen en incendios forestales y que su impacto al medio ambiente sea mínimo*” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2012). Como bien se define, los fuegos que son controlados como en el caso de las quemas no son considerados incendios.

Las **cicatrices de quema**, se pueden definir como el rastro que queda sobre una superficie que ha sido afectada por el fuego, bien sea por una quema o incendio, lo que permite cuantificar el área que sufrió la afectación (Di Bella et al. 2008).

### 17.4 Método de Cálculo

- **Unidad de medida del indicador:** Área en Hectáreas (Ha)
- **Formula del indicador**

$$VACq = ACqtn - ACqt0$$

- **Variables**

VACq: Variación de Área en cicatrices de quema en unidad espacial de referencia.

ACq<sub>jtn</sub>: Área de cicatriz de quema en la unidad espacial de referencia j en el periodo tn.

ACq<sub>jt0</sub>: Área de cicatriz de quema en la unidad espacial de referencia j en el periodo t0.

- **Fuentes de datos**

- a) *Cicatrices de quema:* El insumo de esta información se obtiene de la interpretación de coberturas de la tierra a escala 1:25.000 para el periodo más reciente (tn)
- b) *Área de bosque:* Interpretación del área de bosque no bosque en el tiempo anterior (t-1) elaborada por la interpretación de las imágenes planet scope.

- **Pasos para el cálculo**

- 1) Como primer paso para el cálculo del indicador se debe obtener la capa de Coberturas de la Tierra para cada momento de medición ( $t_0$  y  $t_n$ ) a escala 1:25.000 para cada UER.
- 2) Se crea una copia a cada capa y se realiza una consulta por uso cobertura cicatriz de quema que serán objeto de estudio.
- 3) Una vez alistadas las capas de Cicatriz de Quema tanto para el  $t_0$  como para el  $t_n$ , se procede a realizar una unión de tabla para las dos (2) capas.
- 4) Se crean los campos para el cálculo del indicador por cada UER y los campos de clasificación respectiva.
- 5) Se aplica la fórmula del indicador y su posterior clasificación.
- 6) Se procede a eliminar los campos que no se requieren en el dato final.
- 7) Se exporta la capa resultante y se adiciona en el dataset de la base corporativa.

### 17.5 Interpretación del Indicador

El indicador toma valores positivos y negativos. La interpretación de los resultados se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18 Parámetros de calificación del indicador variación en el área de Cicatrices de Quema

Valor	Clase
= 0	Estable
> 0	Aumento
< 0	Pérdida

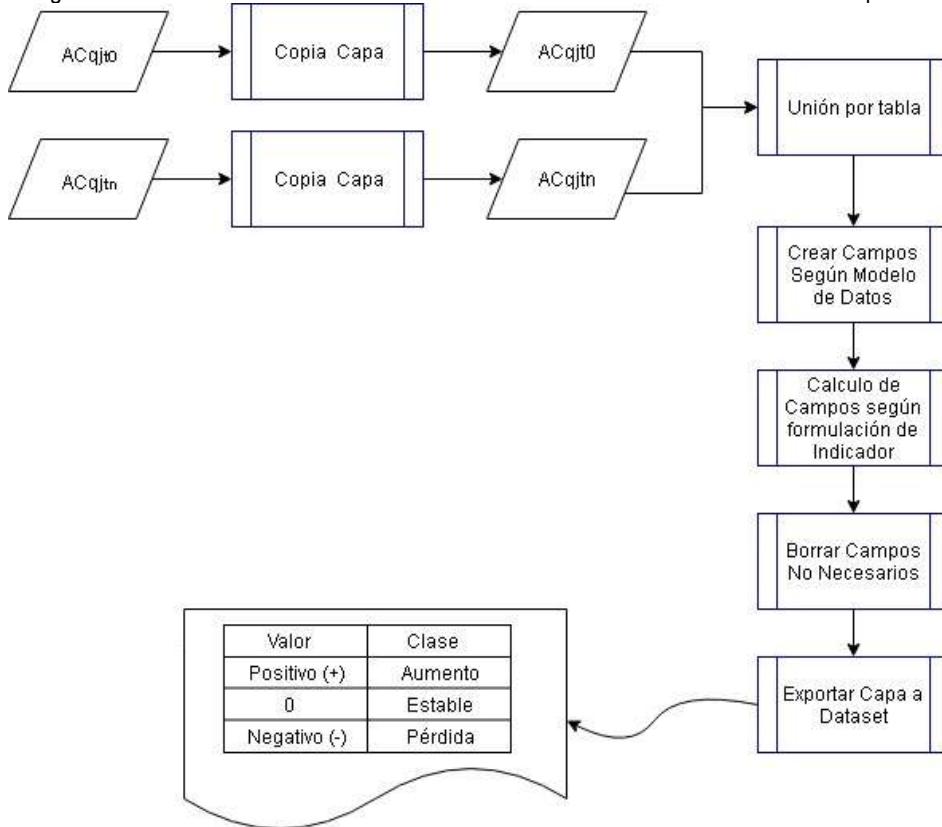
### 17.6 Proceso SIG

Geoprocесamiento del

continuación, se describe el proceso que se realiza mediante la herramienta del Toolbox al momento de correr el indicador, ver Figura 16

Indicador, a

Figura 16 Proceso SIG del cálculo del indicador Variación en el área de cicatrices de quema



Sinchi, 2025

- 1) Unidad espacial de referencia: Asociación, Vereda.
- 2) Frecuencia de cálculo del indicador: Semestral.
- 3) Forma de almacenamiento de los resultados

El resultado final del cálculo del indicador se almacenará en una capa ubicada en un dataset que hace parte de la base corporativa y se alimentara con los datos de las mediciones que se hagan cada semestre. Esta información será consumida por todos los procesos que requieran de ella como publicación y análisis para toma de decisiones.

### 17.7 Literatura citada

Pausas, J. G. (2012). ¿Qué sabemos de Incendios Forestales? Madrid: CSIC

Di Bella, C., Posse, G., Berget, M., Fischer, M., Mari, N., & Veron, S. 2008. La teledetección como herramienta para la prevención, seguimiento y evaluación de incendios e inundaciones. Ecosistemas, 39-52.

### 17.8 Control documental hoja metodológica

Elaborado por:	Jhon Infante – Alejandro Gerena – Nelson Palacios.
----------------	--

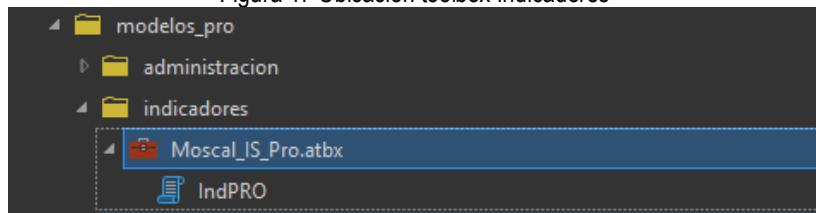


Revisado por:	
Aprobado por:	

## 18 PROCESO DE EJEUCION ARCGIS PRO

Para el cálculo de los indicadores de línea base, es necesaria la ejecución del toolbox o herramienta “*IndPRO*”, en la cual se encuentra automatizado el cálculo de los 15 indicadores. (Figura 17) Para acceder a esta herramienta es necesario que el usuario cuente con el software ArcGIS PRO, una vez abierto este programa, se debe conectar el folder ubicado en la siguiente ruta

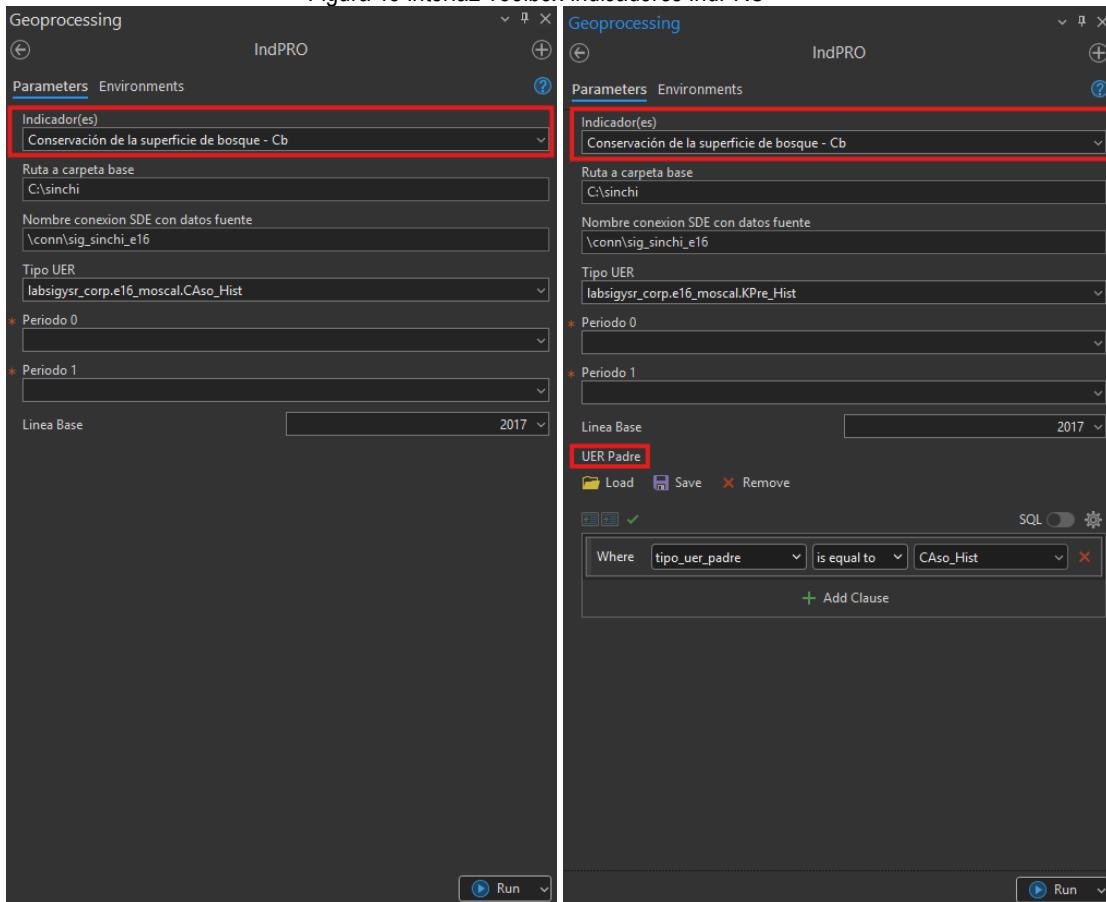
Figura 17 Ubicación toolbox Indicadores



Fuente: SINCHI, 2025

Una vez abierta la interfaz de la herramienta “*IndPRO*”, el usuario tendrá la oportunidad de elegir los indicadores que requiera calcular por medio del menú desplegable de la opción “Indicador (s)” ver Figura 18 . Es importante mencionar que los parámetros que se ingresan pueden cambiar, por lo que es necesario que el usuario lea el numeral correspondiente a la variable a calcular antes de ejecutar la herramienta.

Figura 18 Interfaz Toolbox Indicadores IndPRO



Fuente: Sinchi, 2025

Cabe resaltar que la herramienta cuenta con campos **NO MODIFICABLES**, ya que estos cuentan con las conexiones a la base de datos corporativa y de estos depende el correcto funcionamiento de la misma, a continuación, se relacionan estos campos.

- **Ruta a carpeta base:** Parámetro que corresponde al directorio base en el que se encuentran las conexiones, los modelos, scripts, etc.; requeridos para la ejecución de la herramienta. Este corresponde a la variable de ambiente definida.
- **Nombre conexión SDE con datos fuente:** Parámetro que corresponde a la conexión denominada `sig_sinchi.sde`, y la cual está direccionada al usuario `labsigysr_corp_reader`, cuenta con los permisos correspondientes sobre el dataset.

Por otro lado, la herramienta cuenta con unos campos **MODIFICABLES**, estos dependen del indicador y el periodo, los cuales deben ser ingresados de manera manual por el usuario. Estos campos son relacionados a continuación:



- **Indicador (es):** corresponde a una lista desplegable de 15 indicadores; Conservación de la superficie de bosque, Porcentaje de cambio de cobertura de bosque a pasto, Porcentaje de cambio de cobertura de vegetación secundaria a bosque, Porcentaje de cambio de cobertura de pasto a vegetación secundaria, variación en el área de vegetación secundaria, variación en el área de pasto, variación en el área de cicatrices de quema, Perdida de bosque en la zona de la reserva forestal, Conservación de conectividad de las coberturas naturales, variación de fragmentación en las coberturas naturales, variación de la longitud, promedio de focos de calor, variación en el área de cultivos de coca, variación en el área de desarrollo para el sector minero, variación en el desarrollo para el sector de hidrocarburos. El usuario debe seleccionar el indicador que desea calcular.
- **Tipo UER:** Relaciona las unidades espaciales de referencia que se encuentran a la fecha en la base de datos corporativa.
- **Periodo 0:** Correspondiente al periodo de la medición. ej.: (2017\_SI, 2017\_SII, 2024\_III...), Esta lista desplegable obtiene sus valores de las distintas capas insumos usadas por las correspondientes variables ejecutadas anteriormente.  
Este es relacionado con el periodo inicial de comparación de la medición ejemplo; el indicador para el periodo 2025-I: debería ser en su periodo 0 en periodo inmediatamente anterior es decir 2024-IV

Por otro lado, es de necesidad aclarar que para el indicador de la variable de conservación de bosque el periodo 0 corresponde a la línea base de la UER (Ver Figura 19).

Líneas Bases de UER:

- Asociaciones: (2017\_SII, 2018\_SII, 2019\_SII, 2022\_SI y 2022\_SII)
- Núcleos de desarrollo forestal (2024\_SII)
- Iniciativas (2024\_SII)

Este indicador (Conservación de Bosque) es el único que en el periodo 0 siempre será la Línea Base de la UER relacionada.

Figura 19 Lineas Bases de las 34 Asociaciones con firma de acuerdo

2017	2018
SII	SII
18002 ASECADY	98001 ASOPEPROC
18003 ACACONUCCHA	98002 CORPOAYARÍ-AAMPY
18005 ASPROAMAZONAS	
18009 ASOES	
18011 ASOCAPRICHÓ	
18012 COMITÉ DE CAUCHEROS SAN JOSE FRAGUA	
18013 COMITÉ DE CAUCHEROS BELEN	
19001 ASIMTRACAMPIC	
50001 ASPROMACARENA	
50002 AGROCOS	
95002 ASOPROCAUCHO	
95003 COAGROGUAVIARE	
95004 ASOPROCEGUA	
95005 ASOPROAGRO	
95006 CORPOLINDOSA	
95008 ASOMORIPAVA	
95009 ASOCOMIGAN	
95010 ASCATRAGUA	
99001 ACEFIN	
	18014 CORPOAMAZONIA
	50003 CAÑO LA CRISTALINA (CORPOAMEM)
	50004 SECTOR ALTO DEL CAÑO CAFRE (CORPOAMEM)
	50005 SECTOR ALTO DEL CAÑO YARUMALES (CORPOAMEM)
	50006 SECTOR MEDIO DE LA QUEBRADA PAILAS (CORPOAMEM)
	86001 ADISPA
	98003 ACBA
	98004 AHIDROCAV
	98005 ASMUCOCA
	98006 ASOACASAN
	98007 ASOGRAFAM
	98009 COMGUAVIARE
	98008 ASOPARAISO

Fuente: Sinchi, 2025

- Periodo 1:** Correspondiente al periodo de la medición. ej.: (2017\_SI, 2017\_SII, 2024\_III...), Esta lista desplegable obtiene sus valores de las distintas capas insumos usadas por las correspondientes variables. Es el periodo actual de medición.
- Línea base:** Corresponde a las líneas bases que se encuentran dentro de la capa de UER, en este menú desplegable se deben marcar las líneas bases que se necesiten, cabe resaltar que la herramienta tiene un “-1” por defecto el cual se puede dejar o eliminar ya que este no afecta el cálculo de la variable. Figura 19
- UER Padre:** Este parámetro se usa exclusivamente para la capa de "PREDIOS" (`labsigysr_corp.e16_moscal.KPre_Hist`) y relaciona las unidades espaciales de referencia que agrupan los predios también denominadas UER padre. Ver Figura 18

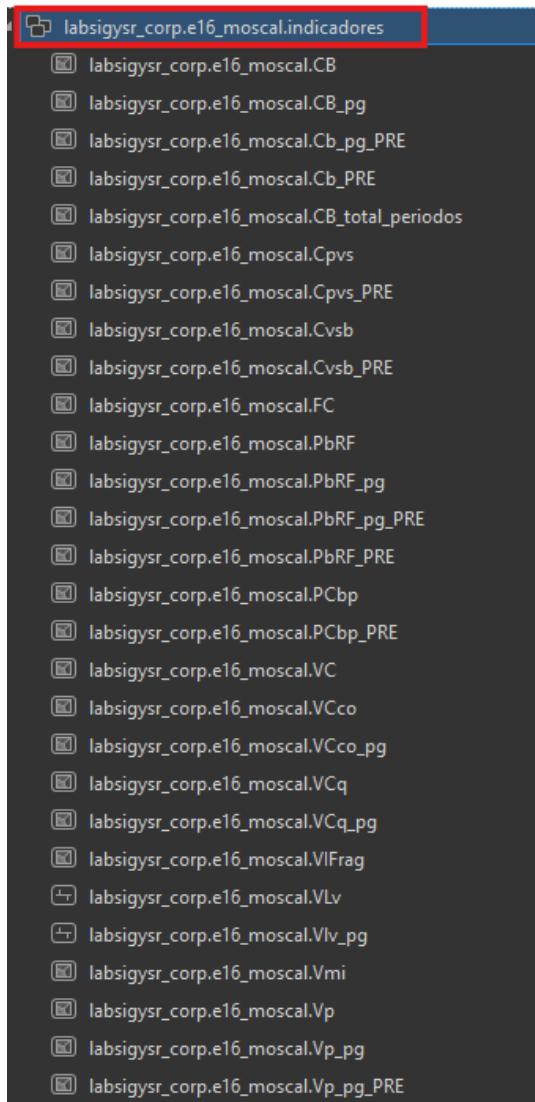


Finalmente, como último paso se da clic en la opción *RUN* de la herramienta para dar inicio al cálculo del indicador.

## 19 RESULTADO

Como resultado se espera obtener los datos de diferencia, valor indicador y categoría de un periodo determinado dentro de las UER y predios en las capas consolidadas ver Figura 20. La capa del resultado se guarda automáticamente en la base de datos en el esquema 16: Z:\6 SIATAC\2 Plataforma\6 BasesDatos\lab\_sig2.sde\labsigysr\_corp.e16\_moscal.variables

Figura 20 Resultados de indicadores almacenados en la Base de Producción esquema 16



Fuente: SINCHI, 2025