

# **INDICADORES AMBIENTALES EN LOS MUNICIPIOS DE MONTELÍBANO, PUERTO LIBERTADOR Y SAN JOSÉ DE URÉ, PARA EL RECURSO FORESTAL.**

## ***ENVIRONMENTAL INDICATORS IN THE MUNICIPALITIES OF MONTELIBANO, PUERTO LIBERTADOR AND SAN JOSÉ DE URÉ, FOR FOREST RESOURCE***

Nabi Pérez<sup>1</sup>, Carlos M. Sánchez<sup>2</sup>, Kelly E. Rodríguez<sup>3</sup>

### **RESUMEN**

Los indicadores ambientales son herramientas importantes para el monitoreo periódico de los componentes de un sistema, permitiendo ejecutar controles y enfocar políticas que mejoren situaciones desfavorables en el mismo. El presente trabajo de investigación tiene como finalidad el diseño de indicadores ambientales en los municipios de Montelíbano, Puerto Libertador y San José de Uré para el recurso forestal utilizando el modelo PER (Presión-Estado-Respuesta). Para su desarrollo se realizó una revisión bibliográfica relacionada con el área de estudio e indicadores ambientales para lograr la identificación y selección de las herramientas potenciales a ser ajustadas al contexto regional con la estructuración de las hojas metodológicas propias. Como resultado se obtienen tres indicadores en el sistema biótico para el componente vegetación terrestre y el factor superficie ocupada bajo la supervisión de profesionales con conocimiento en el tema. Debe tenerse en cuenta que el desarrollo conceptual y las fuentes de información son un insumo determinante a la hora de diseñar un indicador para el monitoreo de cualquier componente ambiental, por lo que su ausencia limita la estructuración de estas herramientas en un contexto específico.

**Palabras clave:** Indicador, modelo PER, recurso forestal.

### **ABSTRACT**

Environmental indicators are important tools for the periodic monitoring of a system's components, allowing to execute controls and to apply politics that improve unfavorable situations in the system itself. The present investigation work has as objective designing environmental indicators in the municipalities of Montelíbano, Puerto Libertador and San José de Uré, for forest resource, using the model PSR (Pressure-State-Response). To its development, a bibliographical review was made related to the study

---

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Naturales, Universidad de Córdoba, Carrera 6 No. 76-103, Montería, Córdoba, Colombia

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Córdoba, Carrera 6 No. 76-103, Montería, Córdoba, Colombia.

<sup>3</sup> Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Córdoba, Carrera 6 No. 76-103, Montería, Córdoba, Colombia.

area and environmental indicators to achieve the identification and selection of the potential tools to be adjusted to the regional context with the structuring of specific methodological sheets. As a result, three indicators were obtained in the biotic system for the terrestrial vegetation component and the occupied surface factor, under the supervision of professionals with experience in the field. It must be taken into account that the conceptual development and the sources of information are a key input to design an indicator to monitor any environmental component, so its absence limits the structuring of these tools in a specific context.

**Key words:** Indicator, PSR model, forest resource.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los indicadores han permitido la identificación y medición de múltiples variables ambientales de interés que han repercutido en la respuesta mundial sobre el manejo y cuidado de los recursos naturales, es un campo abierto a la investigación por el hecho de la complejidad de los ecosistemas o situaciones que requieren monitoreo (Conesa 1997). Se considera que los indicadores ambientales son instrumentos idóneos para monitorear con el uso y recolección de datos, la dinámica de un elemento en series de espacio y tiempo. Son capaces de reflejar el estado inicial y la evolución de una determinada zona en el tiempo. (Therburg et al. 2002).

La OECD (1993) establece que el indicador es un parámetro o valor derivado de otros parámetros, dirigido a proveer información y describir el estado de un fenómeno. De allí la relevancia de su aplicación en zonas de elevada importancia ecológica.

El desarrollo de los indicadores ambientales, se remonta a la década de los 80 en Canadá y algunos países de Europa. Posteriormente la Cumbre de la Tierra, en la Agenda 21 (capítulo 40), estipuló la necesidad de contar con información ambiental para monitorear el avance de este proceso (CEPAL 2004). En el año 1992 se realiza La Cumbre de Rio de Janeiro y se inicia el desarrollo de indicadores como herramientas en las políticas públicas y en la agenda de políticos y diplomáticos de diferentes países presentes en el evento. A partir de dicha cumbre, se empezó a dar importancia a los indicadores como

instrumentos que facilitan el suministro de la información (PNUMA 2004).

En América Latina, los avances son menores en lo que respecta a indicadores ambientales, sin embargo, se han generado por organismos gubernamentales. Los países que lideran el desarrollo de los indicadores en la región son México, Chile, Colombia, Costa Rica y Brasil. A la fecha, México, Chile y Brasil lo han impulsado bajo enfoque de desarrollo sostenible (CEPAL 2001).

En Colombia, a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) se han elaborado indicadores referenciados en la resolución 964 del 2007. En el Oriente Antioqueño la Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los Ríos Negro y Nare, ha contribuido en la medición de características ambientales de interés a través del establecimiento y aplicación de un sistema de 25 indicadores de sostenibilidad ambiental, utilizando información disponible y la caracterización de la problemática ambiental mediante Planes de Desarrollo, Tasas Retributivas, Convenios de Producción Limpia, Planes de Ordenamiento Territorial, entre otros (CORNARE 2004).

En los municipios de Montelíbano, Puerto Libertador y San José de Uré, las coberturas boscosas han sido afectadas por diferentes actividades económicas como la ganadería, la agricultura y la minería, porque han sido desarrolladas de manera insostenible y amenazan con la conservación de los recursos naturales. Según Palmberg y Christel (1998) la mayor amenaza de los recursos forestales y la biodiversidad que albergan es el cambio a otros usos de la tierra por las aspiraciones

económicas de la comunidad. Por ello se tiene como objetivo diseñar indicadores ambientales en los municipios de Montelíbano, Puerto Libertador y San José de Uré para el recurso forestal utilizando el modelo Presión-Estado-Respuesta (PER) y así contribuir con la valoración de la oferta ambiental. Es claro, que los desafíos ambientales que enfrentan los países latino americanos son diversos y los recursos económicos y técnicos limitados, por tanto el uso de indicadores es una buena opción para depurar la información, mejorar la comunicación y facilitar la toma de decisiones de políticas públicas e intervenciones específicas (CEPAL 2004).

Los indicadores enmarcados en el modelo PER muestran de forma directa o indirecta la problemática generada en un determinado territorio, permitiendo establecer la efectividad de las acciones para mejorar el estado alterado por la actividades antrópicas (Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato 2014). La realización de los indicadores tiene como finalidad servir de aporte a la comunidad científica y entidades estatales para que a futuro la implementación de los mismos contribuya en la valoración de la oferta ambiental del área de interés, al igual que serviría de base para la determinación de la situación ambiental de zonas con características similares. Claramente, estas herramientas son un recurso importante para encaminar las políticas a un uso y consumo sostenible de los recursos naturales y establecer tendencias en el tiempo sobre el comportamiento de los factores ambientales evaluados frente a la ejecución de cualquier obra, proyecto o actividad.

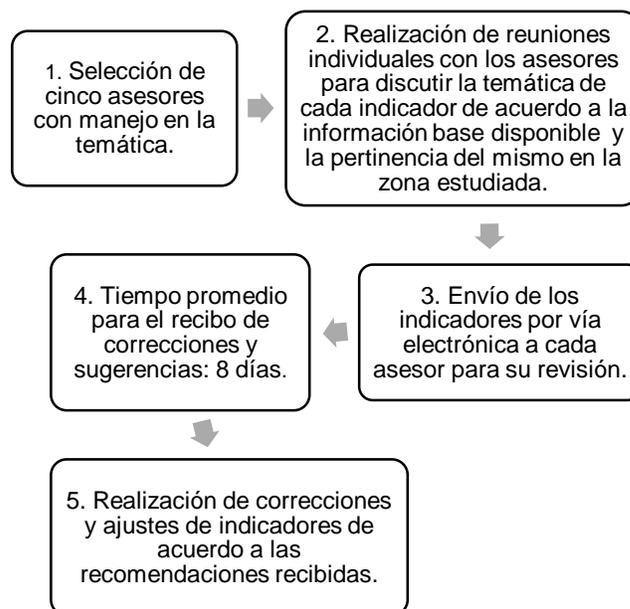
## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para diseñar indicadores ambientales CEPAL (2009) propone una ruta metodológica basada en la revisión de documentación existente respecto a herramientas previamente establecidas y la documentación e información disponible sobre el componente estudiado para la estructuración de los indicadores. En el estudio los pasos metodológicos inician con una revisión bibliográfica con el fin de identificar las características propias del área objeto de

estudio y la problemática relacionada con la intervención de las coberturas boscosas por actividades antrópicas. Posteriormente se realizó una revisión e identificación en diferentes fuentes de indicadores ambientales potenciales relacionados con el recurso forestal teniendo en cuenta como factor afectado la superficie ocupada por esta cobertura.

Una vez identificadas las herramientas guía, se procedió al diseño utilizando el esquema general de indicadores formulados y ejecutados por otros autores e incluyendo la información contextualizada del área de estudio de acuerdo a la revisión bibliográfica previamente establecida en el marco ordenador Presión-Estado-Respuesta (PER), en este punto es importante tener en cuenta las fuentes y disponibilidad de la información, debido a que una de las mayores limitantes para estructurar indicadores contextualizados al área de estudio es la escasez de datos y desarrollo conceptual.

Cada parte del proceso fue acompañado de la supervisión de profesionales con conocimiento en el tema, los cuales certifican la robustez de las herramientas diseñadas con una revisión final de las mismas. En la **figura 1**, se muestra el procedimiento ejecutado para la evaluación de los indicadores.



**Figura 1.** Proceso para la evaluación de los indicadores.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de diseñar los indicadores ambientales fue necesario seleccionar herramientas previamente ejecutadas, para tomarlas como base en la estructuración de las hojas metodológicas y el establecimiento del propósito principal del indicador. En la **figura 2** se muestran los indicadores seleccionados como resultado de la revisión de la documentación.

Luego de haber seleccionado los indicadores pertinentes para ser ajustados al contexto específico del área de interés, se procede al diseño de los indicadores en el marco ordenador PER como se muestra a continuación:

Núm.	Nombre propuesto por el indicador	Institución que lo propone.	Posible fuente de datos	Periodicidad de producción de datos
1	Cambio en cobertura de bosques	CORNARE	Imágenes de Satélite Landsat	Bianual
2	Extensión de bosques y selvas.	SEMARNAT	TM, Cartografía básica del DANE e IGAC. Elaboración propia con datos de: INEGI, (1976, 1993, 2002, 2007 y 2011).	No definida
3	Superficie reforestada	SEMARNAT	Conafor. México. Marzo 2012 y mayo 2013	Anual

**Figura 2.** Indicadores seleccionados. Fuente: Elaboración propia, basado en el modelo propuesto por CEPAL (2009).

#### ➤ Indicadores para coberturas boscosas mediante el modelo PER.

##### ❖ Indicador de presión.

El monitoreo de las zonas boscosas es pertinente, por ser el albergue de especies florísticas y faunísticas que conforman un patrimonio ecológico que se debe defender. El conjunto de actividades antrópicas que se dan en la región genera presión sobre estos ecosistemas. Por tanto el indicador considera la reducción del área boscosa, debido a que su disminución determina el nivel de presión que se ejerce por la intervención humana. A continuación se

establecen los ítems que conforman al indicador:

**Tema:** Bosque.

**Subtema:** Cobertura.

**Categoría:** Presión.

**Periodicidad:** Anual.

**Cobertura:** Regional

**Nombre:** Cambio multitemporal de cobertura boscosa en la zona de estudio.

**Unidad de medida:** Hectáreas (Ha).

**Definición:** El indicador hace referencia a la pérdida o ganancia en la superficie boscosa para un determinado periodo de tiempo en el área objeto de estudio.

**Propósito:** Medir cómo ha sido la dinámica multitemporal de la cobertura boscosa en el área de estudio, logrando identificar zonas en donde se ha presentado incremento o disminución de la misma.

**Fórmula:** Las fórmulas uno, dos y tres fueron adaptadas del libro de CORNARE (2004).

$$CB_1 = \sum A_{cb1} \quad (1) \qquad CB_2 = \sum A_{cb2} \quad (2)$$

$$CMC = CB_2 - CB_1 \quad (3)$$

**Definición de variables:**

**CB<sub>1</sub>**= Cobertura boscosa para el año de referencia; **CB<sub>2</sub>**= Cobertura boscosa para el año de cambio; **∑A<sub>cb1</sub>**= sumatoria de los polígonos con cobertura boscosa en el año de referencia; **∑A<sub>cb2</sub>**= sumatoria de los polígonos con cobertura boscosa en el año de cambio; **CMC**= Cambio multitemporal de cobertura boscosa en la zona de estudio.

**Interpretación de resultados:**

**Positivo:** Significa una ganancia o incremento en la superficie de la cobertura boscosa.

**Negativo:** Significa una pérdida o disminución en la superficie de la cobertura analizada.

**Categorización.:** Esta categorización se establece para la disminución de la cobertura boscosa, teniendo en cuenta que la pérdida del recurso forestal es considerada un factor de presión importante para los ecosistemas.

Se debe tener en cuenta que el indicador apunta a garantizar la sostenibilidad del ecosistema boscoso, considerando los niveles de presión de acuerdo a la cantidad de hectáreas reducidas anualmente por el aprovechamiento de los mismos.

Para establecer la importancia de la disminución en la cobertura boscosa, es necesario categorizar a través del establecimiento de los niveles de presión y de acuerdo a la información secundaria los cambios en dichas coberturas, de manera que puedan tomarse medidas preventivas frente a cualquier evento adverso ocasionado por la intervención de los bosques.

Para evitar la subjetividad en el proceso categórico, se utilizan la siguiente información.

#### **Datos específicos de la zona:**

- Área total de bosque en la región de estudio determinada por el IDEAM (2007)= 92233.8 ha
- Área total de la región de estudio de acuerdo a los Esquemas de Ordenamiento Territorial de cada municipio = 414827 ha

#### **Características generales de las zonas boscosas.**

Se considera una zona deforestada cuando su cobertura boscosa se encuentra por debajo del 10% (FAO 2000), sin embargo, este valor se

ajusta para el área de estudio, debido a que se incluye el Parque Nacional Natural Paramillo que ocupa aproximadamente el 16% del área total de la región (CVS 2005), siendo este último el mínimo permisible para la conservación de las coberturas boscosas.

Faber-Langendo desarrolló el modelo matemático para estimar el crecimiento en biomasa de sucesiones entre 2 y 30 años y concluyó que la biomasa original del bosque primario podría recuperarse en un tiempo de 30 años; pero el manejo sostenido del bosque después de la tala total utilizando especies maduras o clímax podría demorar hasta 90 años (Faber 1992).

Por tanto, para la presente categorización se realiza un promedio entre el año de recuperación de biomasa general y la recuperación de una tala total, obteniéndose que los años de restablecimiento de las características de un bosque en promedio 60 años. Con estos datos se procede a realizar una aproximación al establecimiento de categorías de la siguiente manera:

- Se calcula el porcentaje de área ocupada por los bosques en la región de estudio. Para el caso particular corresponde al 23% en el año de referencia.
- Se realiza una sustracción entre el porcentaje de área ocupada por bosque y el porcentaje por debajo del cual se considera deforestado un territorio, obteniéndose el porcentaje máximo de áreas que se pueden remover de bosque. Para la región corresponde al 7% (6456.4 Ha).
- Por último se divide la cantidad de hectáreas máximas de remoción posibles entre los años de recuperación promedio del bosque para conocer cuál es la cantidad anual que se puede remover para garantizar la recuperación

del mismo en el periodo estipulado. En este caso el resultado es 107.61 Ha/año.

- Si las imágenes analizadas no son de años consecutivos, se debe dividir el resultado del indicador entre los años comprendidos de la imagen de referencia con la imagen de cambio, para obtener aproximadamente una tasa de extracción anual.
- Con este valor se pueden establecer los niveles de presión correspondientes a los rangos de remoción de bosque en la zona (tabla 1).

**Tabla 1.** Nivel de presión por remoción de área boscosa en la región.

RANGOS (Ha/año)	PONDERACIÓN
0-30	Baja presión
31-60	Moderada presión
61-90	Alta presión
≥91	Muy alta presión

Fuente: Elaboración propia, con base en los datos del IDEAM (2007).

**Nota:** Esta categorización está sujeta a modificaciones, dependiendo de la estructuración de una línea base actualizada o de los intereses específicos de quien aplique este indicador.

### Descripción metodológica.

**Proceso general para la definición del indicador:** para el ajuste del indicador se realizan las siguientes etapas:

- Identificación de la importancia de la cobertura boscosa en el área de interés.
- Identificación de las diferentes presiones sobre zonas de bosque.
- Revisión de indicadores existentes relacionados con la cobertura boscosa para ajustarlos a las condiciones específicas del área de estudio.
- Determinación de las variables que componen la fórmula indicador.
- Definición de los niveles de presión.
- Definición del proceso categórico

**Definición de la fórmula:** Definida con el fin de obtener el cambio multitemporal de las áreas boscosas medido en hectáreas respecto a un punto de referencia o línea base. Por tal motivo, el cálculo final considera la sustracción de las áreas de bosque para el año de cambio y el de referencia respectivamente.

**Procedimiento de cálculo.** El cambio a través del tiempo de la cobertura boscosa, se evalúa mediante la interpretación de imágenes de satélite. Para ello, se realizan polígonos sobre las áreas identificadas con cobertura ( $A_{cb1}$  y  $A_{cb2}$ ) y se efectúa una sumatoria que arroja los valores de las variables  $CB_1$  y  $CB_2$  correspondiente a la imagen analizada. Finalmente el cambio multitemporal de la cobertura boscosa en la zona de estudio (CMC) se obtiene restando los valores de  $CB_2$  menos los de  $CB_1$ .

Para evaluar el indicador mediante la interpretación visual de imágenes satélite se recomienda sensor Landsat TM con un nivel de resolución de 1:100.000

**Limitaciones del Indicador:** El indicador no considera la tala selectiva de bosques, solo está definido para medir la disminución o aumento de las áreas boscosas y a partir de allí establece los niveles de presión.

**Limitaciones de la metodología:** La principal limitación es la presencia de nubes, que impide la visualización de ciertos sectores y modifica el valor del indicador. En este sentido, es importante revisar previamente las imágenes e identificar las áreas que presentan nubosidad porque puede indicar pérdida o ganancia de cobertura boscosa en zonas donde no se han presentado dichos cambios.

### Fuentes de información:

- ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE PUERTO LIBERTADOR 2005. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Libertador.

- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y SAN JORGE 2005. Diagnóstico Minero Preliminar de la Cuenca Hidrográfica del Río San Jorge.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE MÉXICO (SEMARNAT) 2013. Sistema básico de indicadores ambientales.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DEL RIONEGRO Y NARE (CORNARE) 2004. Sistema de indicadores de Sostenibilidad ambiental en el Oriente Antioqueño.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM) 2007. Coberturas de la Tierra.

**Pertinencia del indicador:** Este indicador representa en su forma más fundamental las presiones naturales y antrópicas que inciden en la conservación de los bosques. La cobertura boscosa es un aspecto importante de los ecosistemas, debido a que es prestadora de servicios ambientales como la producción de oxígeno, de alimento, y protege al suelo de procesos degenerativos.

Ofrece a la sociedad en general cifras sobre el cambio de uso de las coberturas para identificar los factores que inciden en los mismos, y en caso de que éstos sean negativos, proponer medidas y ponerlas en práctica para mitigar efectos adversos.

Para estructurar el indicador de presión, se tuvo en cuenta el cambio multitemporal de cobertura, por ser este factor objeto de alteración por diferentes actividades económicas en la zona de estudio. De esta forma, la categorización se hizo utilizando información levantada por el IDEAM en el año 2007, sin desconsiderar que con el paso del tiempo este sea un dato que pierda validez y sea necesario su actualización para evitar desviaciones en los resultados arrojados por la herramienta, sin embargo el

esquema planteado para establecer los niveles de presión en el proceso categorico es pertinente y puede utilizarse con información actualizada.

#### ❖ **Indicador de estado.**

*“La abundancia de los recursos forestales depende en gran medida de la extensión que tengan los bosques”* (SEMARNAT 2013). La categorización del indicador de estado va dirigida a la conservación de las áreas boscosas como fuente de preservación de la biodiversidad.

En general el indicador de estado establece una clasificación del territorio de acuerdo al área que ocupan las coberturas boscosas con respecto a la totalidad de la región de estudio. Esta clasificación se realizó teniendo en cuenta los valores establecidos por la FAO (2000) en referencia al valor porcentual ocupado por los bosques en una determinada zona y se clasifican de la siguiente forma:

**Bosque cerrado:** Formaciones donde los árboles de distintas alturas y el sotobosque abarcan una gran parte del terreno (> 40 %) y no tienen una capa continua y densa de pasto. Se trata de bosques manejados o no, primarios o en estado avanzado de reconstitución, que pueden haber sido cosechados una o varias veces, pero que han conservado sus características de rodales forestales, posiblemente con una estructura y composición modificadas. Ejemplos típicos de bosque tropical cerrado incluyen el bosque tropical húmedo y bosque de manglares (FAO 2000).

**Bosque abierto:** Formaciones con una distribución discontinua de árboles, pero con una cobertura de copa de al menos 10 por ciento y menos del 40 por ciento. Generalmente hay una cubierta continua de pasto, que permite el pastoreo y la propagación de incendios. (Entre los ejemplos se cuentan las diversas formas del bosque “cerrado” y del “chaco” en América Latina; las sabanas arbustivas y las tierras boscosas del África) (FAO 2000). A

continuación se establecen los ítems que conforman al indicador:

**Tema:** Bosque,

**Subtema:** Cobertura

**Categoría:** Estado

**Periodicidad:** Anual

**Cobertura:** Regional

**Nombre:** Porcentaje actual de cobertura boscosa.

**Unidad de medida:** Porcentaje (%).

**Definición:** El indicador calcula el porcentaje de cobertura boscosa con respecto a la totalidad del área de interés. En este sentido, muestra el estado en el que se encuentra un determinado territorio en cuanto a ocupación por bosques se refiere, los cuales naturales o plantados representan una importante fuente de bienes y servicios ambientales que sostienen el ecosistema.

**Propósito:** Identificar el estado en el que se encuentra la cobertura boscosa a partir del porcentaje que ocupa en el área de interés. Teniendo en cuenta la categorización establecida.

**Formula:** La fórmula cuatro fue adaptada del libro de CORNARE (2004).

$$PCB = \frac{A_{cb}}{A_t} * 100\% \quad (4)$$

**Definición de las variables:**

**PCB=** Porcentaje actual de cobertura boscosa en la zona de interés; **A<sub>cb</sub>=** Área con cobertura boscosa en el año de cambio; **A<sub>t</sub>=** Área total de la región de estudio.

**Interpretación de resultados:** El valor porcentual que arroje el indicador reflejara el

área ocupada por las coberturas boscosas respecto a la totalidad de la región de interés.

**Categorización.** Teniendo en cuenta la importancia ecológica que representan las coberturas boscosas en el área de estudio, se establecen los siguientes rangos porcentuales con la respectiva significancia de estado (tabla 2).

**Tabla 2.** Estado de la zona de acuerdo a las áreas boscosas.

Rango (%)	Estado
PCB<10	Zona deforestada
10≤PCB<40	Bosque abierto
PCB≥40	Bosque cerrado

Fuente: Elaboración propia con datos de la FAO (2000)

De acuerdo a la línea base establecida, se tiene que para el 2007 la región de estudio de acuerdo al porcentaje de bosque que posee (23%), se clasifica como bosque abierto.

### Descripción metodológica.

Proceso general para la definición del indicador: para el diseño del indicador se tuvieron en cuenta los siguientes pasos:

- Identificación de la importancia de la cobertura boscosa en el área de interés.
- Revisión de indicadores existentes relacionados con la cobertura boscosa para ajustarlos a las condiciones específicas del área de estudio.
- Uso de sistemas de información geográfica para identificar el área que ocupan los bosques en la región de estudio.
- Determinación de las variables que componen el indicador.
- Establecimiento de los rangos categóricos de acuerdo a la definición de la información secundaria.

**Definición de la fórmula:** Su estructura es sencilla porque considera la ocupación de cierta área de bosque frente a la totalidad del área de

interés, sin embargo, el valor porcentual resultante permite obtener conclusiones importantes frente al estado actual de dichas coberturas de acuerdo con los rangos establecido en la categorización.

**Procedimiento de cálculo.** La determinación del porcentaje de cobertura boscosa en la zona de interés se determina a través de la interpretación de las imágenes de satélite. El procedimiento se basa en la discriminación de polígonos que encierren las zonas caracterizadas por la presencia de bosques, siendo la sumatoria de estos, el valor correspondiente a la variable  $A_{cb}$ . Este dato es dividido por la totalidad del área de interés y multiplicado por 100%.

Para evaluar el indicador mediante la interpretación visual de imágenes satélite se recomienda: sensor Landsat TM con un nivel de resolución de 1:100.000

**Limitaciones de la metodología:** La principal limitación es la presencia de nubes, que impide la visualización de ciertos sectores y modifica el valor del indicador. En este sentido, es importante revisar previamente las imágenes e identificar las áreas que presentan nubosidad porque puede indicar pérdida o ganancia de vegetación en zonas donde no se han presentado dichos cambios.

#### **Fuentes de información:**

- ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE PUERTO LIBERTADOR 2005. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Libertador.
- ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE MONTELÍBANO (2001-2010). Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Montelíbano.
- ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE URÉ (2010-2023). Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de San José de Uré.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ

Y SAN JORGE 2005. Diagnóstico Minero Preliminar de la Cuenca Hidrográfica del Río San Jorge.

- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE MÉXICO (SEMARNAT) 2013. Sistema básico de indicadores ambientales.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DEL RIONEGRO Y NARE (CORNARE) 2004. Sistema de indicadores de Sostenibilidad ambiental en el Oriente Antioqueño.

**Pertinencia del indicador:** Radica en el monitoreo de las coberturas boscosas, teniendo en cuenta su importancia ambiental como protector de la erosión y regulador del clima. Además de brindar una belleza escénica que no se compara con los paisajes generados por el hombre. Por lo tanto, monitorear el estado de conservación de las zonas boscosas es relevante, si se tiene en cuenta la importancia que representa la presencia de dichas coberturas en la región de estudio y la influencia que tienen las actividades antrópicas sobre el sostenimiento de los ecosistemas que albergan.

En la definición del “estado” dentro del esquema PER, se consideraron aspectos que puedan arrojar información sobre las condiciones del recurso evaluado. Es así que para el recurso bosque, se realizó una clasificación de la cobertura boscosa de acuerdo al porcentaje que ocupa en la región de interés, teniendo en cuenta lo establecido por la FAO (2000). Dicha clasificación consta de tres categorías importantes para diagnosticar el estado del recurso de acuerdo al porcentaje que ocupa en el territorio, a saber: bosque cerrado (mayor al 40%), bosque abierto (entre 10% y 40%) y terreno deforestado (menor al 10%). Debe tenerse en cuenta que estos valores son establecidos de forma general y que para las condiciones específicas del área de estudio pueden realizarse ciertas modificaciones, además, el término “cerrado” o “abierto” para el recurso forestal puede entenderse como una

distribución de la cobertura en la zona de estudio y no como su ocupación en hectáreas, sin embargo, esta clasificación fue pertinente porque ofreció un panorama general con el uso de estándares ampliamente aceptados de las condiciones en las que se puede encontrar la zona estudiada frente al porcentaje ocupado por las coberturas boscosas, facilitando la toma de decisiones.

#### ❖ **Indicador de respuesta.**

Mide la cantidad de hectáreas restauradas por medios antrópicos comparándola con el área intervenida o extraída por las actividades económicas que se desarrollan en la región. La categorización del indicador depende de la identificación de la eficiencia de los procesos de restauración boscosa de acuerdo a la intervención antrópica establecida en el indicador de presión. Es así, que la respuesta será eficiente si la cantidad de bosque extraído anualmente se encuentra dentro del rango considerado sostenible para la zona específica e ineficiente si esta cantidad amenaza la conservación de las áreas ocupadas por el recurso forestal.

La Fundación Cerro Matoso en su última actualización del SIPLAN (2012), establece que la implementación de programas para la reforestación de cuencas y microcuencas en los tres municipios es inexistente, es decir, no se emplean tales mecanismos como respuesta al deterioro ambiental. A continuación se establecen los ítems que conforman al indicador:

**Tema:** Bosque.

**Subtema:** Restauración.

**Categoría:** Respuesta.

**Periodicidad:** Anual.

**Cobertura:** Regional

**Nombre:** Restauración de áreas boscosas intervenidas por actividades antrópicas

**Unidad de medida:** Hectáreas (Ha)

**Definición:** Proceso de restauración se entiende, todas aquellas técnicas destinadas al mejoramiento del territorio afectado, restableciendo parcial o totalmente las funcionalidades que poseía el medio antes de ser intervenido.

**Propósito:** Medir la eficiencia de procesos de restauración de la región de estudio, considerando las áreas restauradas por medios antrópicos como un insumo para determinar si las hectáreas que han quedado sin tratamiento se encuentran dentro del marco de sostenibilidad para el ecosistema, establecido en el indicador de presión. De manera que se garantice la conservación del medio para futuras generaciones.

**Fórmula:** La fórmula cinco fue adaptada del libro de CORNARE (2004):

$$RAB = A_{PR} - A_I \quad (5)$$

#### **Definición de las variables:**

**RAB** = Restauración de áreas boscosas intervenidas por actividades antrópicas (ha);  
**A<sub>PR</sub>** = Área en proceso de restauración por medios antrópicos (ha); **A<sub>I</sub>** = Área intervenida (ha).

#### **Interpretación de resultados:**

**Positivo:** Significa que el área restaurada es superior a la intervenida.

**Negativo:** Significa que el área restaurada es inferior a la intervenida.

La categorización es realizada solo para los valores negativos del indicador, con el fin de medir las acciones antrópicas para responder a las presiones ejercidas sobre las áreas de

bosque y teniendo en cuenta que si el resultado es positivo se asume una alta eficiencia en los procesos restaurativos.

**Categorización.** Para establecer la importancia de restauración se tienen en cuenta los valores de remoción de bosque medidos en hectáreas anuales, que pueden ser obtenidos a partir de la ejecución del indicador de presión (tabla 3).

**Tabla 3.** Eficiencia del proceso restaurativo

Área sin restaurar (ha/año)	RESTAURACIÓN	IMPORTANCIA DE RESTAURACIÓN
0-30	EFICIENTE	Nivel aceptable: Los programas de recuperación se ejecutan acorde con la capacidad de recuperación del ecosistema.
31-60	MEDIO	Nivel de prevención: Los programas de recuperación deben ejecutarse de manera más eficiente, para garantizar la sostenibilidad del ecosistema.
61-90	BAJO	Nivel de alerta: Los programas de recuperación no son suficientes para conservar el ecosistema.
≥91	DEFICIENTE	Nivel de emergencia: Urge la ejecución de programas que garanticen la recuperabilidad del medio.

Fuente: Elaboración propia

### Descripción metodológica.

**Proceso general para la definición del indicador:** para el diseño del indicador se tuvieron en cuenta los siguientes pasos:

- Identificación de la importancia de la cobertura boscosa en el área de interés.
- Revisión de la documentación existente relacionada con la pérdida de áreas boscosas que se presenta en la zona de estudio.
- Revisión de indicadores existentes relacionados con la restauración de coberturas boscosas.

- Definición de categorías de acuerdo al progreso en la restauración de zonas boscosas con alteración por la intervención humana.

**Definición de la fórmula:** Basada en la sustracción de las zonas boscosas intervenidas por las actividades antrópicas y las zonas que han recibido procesos de restauración.

**Procedimiento de cálculo.** Para determinar la restauración de áreas boscosas intervenidas por actividades antrópicas (**RAB**), debe establecerse la cantidad de hectáreas intervenidas para el año de estudio (**A<sub>i</sub>**) a través del indicador de presión establecido para este componente, al igual que debe determinarse las áreas que han recibido procesos de restauración (**A<sub>PR</sub>**), información que se solicita a entidades con jurisdicción en la zona como las alcaldías municipales, corporaciones autónomas regionales, entre otras. Una vez obtenidos las variables que integran la fórmula se procede a efectuar el cálculo.

**Limitaciones de la metodología:** La disponibilidad de la información puede ser una limitante, debido a la dificultad de acceso a ciertos sectores. Esto puede generar escasez de documentos con los datos requeridos por el indicador o que estos estén desactualizados. Obligando a la recolección de datos en campo. Por otra parte, pueden existir programas de restauración en donde no haya participación comunitaria, lo que dificulta la recolección de información en campo con ayuda de los nativos.

- FUENTES DE INFORMACIÓN: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE PUERTO LIBERTADOR, 2005. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Libertador.
- ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE MONTELÍBANO, (2001-2010). Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Montelíbano.
- ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE URÉ, (2010-2023). Esquema

de Ordenamiento Territorial del Municipio de San José de Uré.

- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y SAN JORGE, 2005. Diagnóstico Minero Preliminar de la Cuenca Hidrográfica del Río San Jorge.
- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DE MÉXICO (SEMARNAT), 2013. Sistema básico de indicadores ambientales.
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DEL RIONEGRO Y NARE (CORNARE), 2004. Sistema de indicadores de Sostenibilidad ambiental en el Oriente Antioqueño.
- MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, 2003. Guía Metodológica para la Restauración de Ecosistemas.

**Pertinencia del indicador:** La relevancia del indicador radica en la posibilidad de monitorear las zonas que reciben tratamiento para ser restauradas luego de haber sido intervenidas por actividades antrópicas y si la cantidad restaurada es suficiente para garantizar el sostenimiento del ecosistema.

Este indicador fue definido de acuerdo a las consideraciones de los indicadores presión y de estado. En este aspecto, el indicador se estableció de acuerdo a la cantidad de hectáreas intervenidas que han recibido procesos de restauración por medios antrópicos, y su categorización está dirigida a medir la eficiencia de estos procesos restaurativos considerando si la presión ejercida amenaza o no la sostenibilidad del medio. Debe tenerse en cuenta que el indicador utiliza los rangos establecidos para definir la presión sobre el recurso, pero la interpretación de los resultados es distinta porque está dirigido a medir la eficiencia de las acciones antrópicas para el aprovechamiento sostenible del recurso.

Cada indicador fue sometido a evaluación por cinco profesionales con conocimiento en el tema. Este proceso fue realizado con el fin de eliminar la subjetividad en el proceso de estructuración del indicador, de manera que al momento de diseñar cada herramienta no se tomara como base un solo criterio.

Es probable que en la práctica la ejecución de los indicadores diseñados en este artículo se dificulte en la zona para la cual fueron creados, teniendo en cuenta el conflicto social y ambiental que en ella se presenta. Este evento ha mantenido en un atraso a la región y ha complicado el acceso a la información actualizada. Adicionalmente, la eficiencia en los resultados arrojados por estas herramientas, depende de la capacidad del equipo técnico que las ejecute.

En las fichas de cada indicador se han mencionado las limitantes que pueden surgir al momento de su aplicación y que pueden generar dificultades en la recolección de los datos, por lo tanto, es importante tenerlas en cuenta para definir alcance de la herramienta frente a la información que se desea obtener.

Los indicadores diseñados tienen un enfoque específico para el factor afectado, pero, pueden ser utilizados para sacar conclusiones indirectas de otros elementos del ambiente asociados. En este sentido, la alteración de cobertura boscosa puede dar nociones de la presencia de la fauna silvestre y de la posible activación de procesos erosivos en caso de un evento de deforestación.

Los resultados obtenidos, son confiables porque han pasado por un proceso de evaluación, están acorde con los lineamientos básicos a tener en cuenta para utilizarlo como herramienta de medición y poseen flexibilidad para ser adecuados a los intereses particulares de quién desee implementarlos.

La validez de las herramientas diseñadas se afianza si se compara con los indicadores generados por entidades importantes como SEMARNAT y CORNARE. Ambas entidades

han generado indicadores relacionados con el componente y factor utilizado para estructurar las hojas metodológicas planteadas en el presente estudio. En este sentido SEMARNAT (2013) establece que dentro de las presiones importantes sobre el recurso forestal se encuentra la minería, ganadería y agricultura, y que la conservación de los bosques y selvas son importantes para el sostenimiento de los ecosistemas, generando indicadores relacionados con la cobertura boscosa en su área de interés. Estas consideraciones están acordes a los resultados obtenidos en este estudio para el monitoreo del componente seleccionado, realizando los ajustes correspondientes para obtener resultados contextualizados y de mayor representatividad.

De manera similar CORNARE, establece un conjunto de indicadores relacionados con las hectáreas de bosque y el grado de deforestación como agente que deteriora el ecosistema, que si bien no está enmarcado en el modelo PER, es una base metodológica importante para diseñar herramientas nuevas.

Los indicadores son necesarios en la región para contribuir en la medición de diferentes componentes del ambiente que constituyen en su conjunto la oferta ambiental del territorio. Claramente, cada indicador puede ser modificado de acuerdo a los intereses específicos de quien lo ejecuta y de las características intrínsecas del área objeto de estudio, sin embargo el esquema general de los mismos es un aporte importante para continuar con la labor. Es importante resaltar que el modelo PER es un proceso cíclico en el sentido en que las respuestas antrópicas deben ir acorde con las presiones identificadas y si es posible con el diagnóstico de la situación actual con el fin de utilizar el conjunto de indicadores como una herramienta eficaz para monitorear las variables de interés.

### CONCLUSIONES

Es indispensable diseñar indicadores ambientales a partir de herramientas previamente ejecutadas por diferentes autores

relacionadas con el factor de interés, debido a que permiten tomar medidas orientadas al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Dado que los indicadores diseñados en este artículo se complementan con otros componentes y factores del ambiente, es posible en un futuro integrar los resultados para conseguir una evaluación general de los recursos naturales en diferentes perspectivas.

Dentro del desarrollo metodológico se pudo identificar que hay factores del ambiente que requieren del diseño de indicadores, y se espera que a futuro puedan ser abarcados.

La participación de evaluadores en el proceso de diseño de los indicadores es un insumo importante para verificar su pertinencia y eliminar la subjetividad de los resultados obtenidos.

El desarrollo conceptual y las fuentes de información son un insumo determinante a la hora de diseñar un indicador para el monitoreo de cualquier componente ambiental, por lo que su ausencia limita la estructuración de estas herramientas en un contexto específico.

### REFERENCIAS

1. ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE MONTELÍBANO. 2001-2010. Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Montelíbano, p. 115.
2. ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE PUERTO LIBERTADOR. 2005. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Puerto Libertador, p.9-299.
3. ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DE URÉ. 2010-2023. Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de San José de Uré, p.9.
4. CEPAL, COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. 2001. Indicadores sostenibilidad ambiental y

- desarrollo sostenible: Estado del arte y perspectivas. Internet, <http://www.cepal.org/deype/publicaciones/xml/4/34394/lcl2771e.pdf>. [21 noviembre 2014].
5. CEPAL, COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. 2004. Diseño de un sistema de indicadores socio-ambientales para el distrito capital de Bogotá. Internet, <http://www.cepal.org/es/publicaciones/37396-revista-cepal-no100>. [11 diciembre 2014].
  6. CEPAL, COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. 2009. Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe, Chile. Internet, <http://archivo.cepal.org/pdfs/2009/S0900307.pdf>. [20 enero 2015].
  7. Conesa, V. 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Tercera edición. Ediciones mundi-prensa, Madrid. p. 409.
  8. CORNARE, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LAS CUENCAS DEL RIONEGRO Y NARE. (2004). Sistema de indicadores de Sostenibilidad ambiental en el Oriente Antioqueño, p. 150.
  9. CVS, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y SAN JORGE. 2005. Diagnóstico Minero Preliminar de la Cuenca Hidrográfica del Río San Jorge, p. 25.
  10. Faber, L. 1992. Ecological constraints of rain forest management at Bajo Calima, western Colombia. *Forest, Ecology and Management*. p. 213.
  11. FAO, ORGANIZACIÓN DE LA NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2000. Evaluación de recursos forestales mundiales. Internet, <http://www.fao.org/docrep/007/ae217s/ae217s02.htm#TopOfPage>. [27 marzo 2015].
  12. IDEAM, COLOMBIA, INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. 2007. Coberturas de la Tierra. Internet, [http://institucional.ideam.gov.co/jsp/coberturas-de-la-tierra\\_767](http://institucional.ideam.gov.co/jsp/coberturas-de-la-tierra_767). [10 marzo 2015].
  13. OECD, ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. 1993. Environment monographs: OECD core set of indicators for environmental performance reviews. Internet, <http://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf>. [12 enero 2015].
  14. Palmberg, L. y Christel. 1998. Management of forest genetic resources: some thoughts on options and opportunities. *Forest Genetic Resources*, FAO, Roma, p. 45-46.
  15. PNUMA, PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE. 2004. Iniciativa latinoamericana y caribeña para el desarrollo sostenible: Indicadores de seguimiento. Internet, [http://www.pnuma.org/deat1/pdf/informe%20de%20pais%201819\\_INDICADOR\\_ILAC.pdf](http://www.pnuma.org/deat1/pdf/informe%20de%20pais%201819_INDICADOR_ILAC.pdf). [15 diciembre 2014].
  16. SEMARNAT, SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ECURSOS NATURALES DE MÉXICO. 2013. Sistema básico de indicadores ambientales. Internet, <http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales/snias>. [17 noviembre 2014].
  17. SIPLAN, SISTEMA DE INFORMACIÓN Y PLANEACIÓN ZONAL. 2012. Índice de Calidad Básica de Vida. Fundación Cerro Matoso.
  18. Therburg, A. D'inca, V. y López, M. 2002. Modelo de Indicadores Ambientales-Observatorio Ambiental. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. Internet, [http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/3152/therburgdincalopezproyeccion3.pdf](http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3152/therburgdincalopezproyeccion3.pdf). [20 octubre 2014].