



Ministerio  
del **Ambiente**

# PROPUESTA DE INDICADORES NACIONALES DE BIODIVERSIDAD



Decenio de las Naciones Unidas  
sobre la Biodiversidad









**ecuador**  
ama la vida



Con el apoyo de:



# Agradecimientos

Esta publicación ha sido posible gracias al apoyo del Proyecto ECOANDES, implementado por CONDESAN y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA, con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial – FMAM; a la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2015-2020, implementado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial – FMAM y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD; y por la Cooperación Alemana, implementada por la GIZ a través de su Proyecto "Iniciativa Trinacional: Fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Áreas Naturales Protegidas en Colombia, Ecuador y Perú" (IT).

La propuesta contenida en este documento ha sido desarrollada por solicitud del Ministerio del Ambiente, como una contribución al proceso de actualización de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2015-2020. En su preparación han participado universidades, institutos públicos de investigación, organizaciones no-gubernamentales e investigadores, liderados por la Dirección Nacional de Biodiversidad y la Unidad de Indicadores Ambientales del MAE. La propuesta final fue enriquecida con los aportes del Sr. Philip Bubb, Oficial Senior de Programa de UNEP-WCMC. La información contenida en este documento incorpora resultados de la discusión técnica de los autores, no representa la posición de las organizaciones participantes.

Quito, Ecuador, octubre de 2015

## MINISTERIO DEL AMBIENTE

Christian Terán, Subsecretario de Patrimonio Natural  
Francisco Prieto, Director Nacional de Biodiversidad

## INSTITUTO NACIONAL DE BIODIVERSIDAD

Fernando Rodríguez Rosero, Director Ejecutivo del Instituto  
Nacional de Biodiversidad

### Editores

Carlos Larrea<sup>1</sup>

Francisco Cuesta<sup>2</sup>

Alfredo López<sup>3</sup>

Natalia Greene<sup>1</sup>

Paula Iturralde<sup>1</sup>

Gabriela Maldonado<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Información Socio Ambiental,  
Universidad Andina Simón Bolívar

<sup>2</sup> Proyecto EcoAndes, CONDESAN.

<sup>3</sup> Proyecto "Actualización de la Estrategia  
Nacional de Biodiversidad y Plan de  
Acción 2015-2020", Programa de las  
Naciones Unidas para el Desarrollo  
-PNUD / Fondo para el Medio Ambiente  
Mundial -FMAM.

### Autores de indicadores

Carlos Larrea, UISA-UASB

Andrés Merino-Viteri, PUCE

Blanca Ríos, UTI

Andrea Encalada, USFQ

Manuel Peralvo, CONDESAN

Galo Zapata, WCS

Xavier Chalem, CI-Ecuador

Francisco Cuesta, CONDESAN

César Tapia, INIAP-MAGAP

Víctor Utreras, DNB-MAE

Natalia Greene, UISA-UASB

Paula Iturralde, UISA-UASB

### Colaboradores

David Suárez-Duque, GIZ

Luis Suárez, CI-Ecuador

Holger Zambrano, UIA/SUIA-MAE

Freddy Valencia, UIA/SUIA-MAE

Janeth Santiana, Unidad de Monitoreo-MAE

Juan Manuel Guayasamín, UTI

Daniela Hill, SMC-MAE

Jorge Samaniego, SETEMAR

### Fotografías

Archivos Ministerio del Ambiente y CONDESAN

### Diagramación y dirección de arte:

Diego Enríquez

Christian Lasso

Indigo480

ISBN-000-0000-00-000-0

### Citas sugeridas:

#### Cita del libro

Larrea, C., Cuesta, F., López, A., Greene, N., Iturralde, P. & Maldonado, G. (Eds.) 2015. Propuesta de Indicadores Nacionales de Biodiversidad: una contribución para el sistema nacional de monitoreo del patrimonio natural y para la evaluación del impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2015-2020. MAE, CONDESAN, GIZ, PNUD-FMAM, USAB. Quito, Ecuador

#### Cita de un indicador

[Autores indicadores]. 2015. Título del indicador. Pp XX-XX.

En: Larrea, C., Cuesta, F., López, A., Greene, N., Iturralde, P. & Maldonado, G. 2015. Propuesta de Indicadores Nacionales de Biodiversidad: una contribución para el sistema nacional de monitoreo del patrimonio natural y para la evaluación del impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2015-2020. MAE, CONDESAN, GIZ, PNUD - FMAM, UASB. Quito, Ecuador

### Impreso en papel certificado por:



# PROPUESTA DE INDICADORES NACIONALES DE BIODIVERSIDAD



Una contribución para el sistema nacional de monitoreo del patrimonio natural, y para la evaluación del impacto de la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción 2015-2020





# Contenido

<b>Presentación</b>	15
<b>Prólogo</b>	17
<b>1 Contexto</b>	19
<b>2 Características de los indicadores nacionales de biodiversidad</b>	25
<b>3 El modelo ordenador para el desarrollo de los indicadores nacionales de biodiversidad</b>	29
<b>4 Base teórica para el desarrollo de indicadores de fuerzas motoras y de presión</b> Indicadores de Fuerzas Motoras sociales, económicas y de presión	33
<b>5 Base teórica para el desarrollo de indicadores de estado y respuesta</b>	39
<b>6 Conclusiones</b>	45
<b>R Referencias</b>	49
<b>A Anexos</b>	55







# Presentación

Cumpliendo con la responsabilidad que tiene el Ministerio del Ambiente como ente rector de las políticas públicas en materia de biodiversidad, la Subsecretaría de Patrimonio Natural junto con diversas entidades públicas, organizaciones de la sociedad civil y agencias de cooperación, ha elaborado la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción para el período 2015-2020.

Uno de los productos generados como parte de este ejercicio de planificación, es recogido en la presente propuesta de indicadores nacionales, cuyo monitoreo contribuirá a mejorar el conocimiento sobre el estado de conservación de varios componentes clave de la biodiversidad, así como de los impactos resultantes de las diversas interacciones que se establecen entre las sociedades humanas y los ecosistemas.

Indudablemente, las oportunidades para la investigación sobre la biodiversidad en el Ecuador son enormes, así como también son múltiples las posibilidades de plantear indicadores para su monitoreo; sin embargo, en esta oportunidad, se ha realizado una selección de 48 indicadores que responden a las directrices establecidas por la autoridad nacional para la generación de información estadística y la disponibilidad de información pertinente.

Estamos seguros que esta contribución será un elemento más que aporte al fortalecimiento de las redes nacionales y locales de investigación, así como en la estructuración del sistema de información y monitoreo liderado por el Ministerio del Ambiente. Tenemos la convicción que solamente una sólida base científica, podrá sustentar adecuadamente los procesos de decisión que inciden sobre nuestro patrimonio natural y hacen posible el buen vivir de las y los ecuatorianos.

**Cristian Terán**  
**Subsecretario de Patrimonio Natural**  
**Ministerio del Ambiente**



# Prólogo

Uno de los mayores desafíos vinculados a la gestión de la política pública, consiste en garantizar la sostenibilidad ambiental del modelo de desarrollo previsto en la Constitución de la República. Para asegurar el cumplimiento del derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como de los derechos de la naturaleza, el Estado requiere contar con mecanismos institucionalizados que permitan mejorar el conocimiento sobre la biodiversidad, sobre el estado de conservación a nivel de los ecosistemas, especies y genes, así como de los efectos de la aplicación de las políticas contenidas en el Plan Nacional para el Buen Vivir.

Para abordar estos desafíos, en los últimos ocho años el Ministerio del Ambiente ha tomado decisiones fundamentales que han permitido fortalecer la institucionalidad pública del sector ambiental. En la actualidad, mientras que una unidad especializada se encarga de coordinar la formulación de indicadores ambientales, otra es responsable del monitoreo del patrimonio natural.

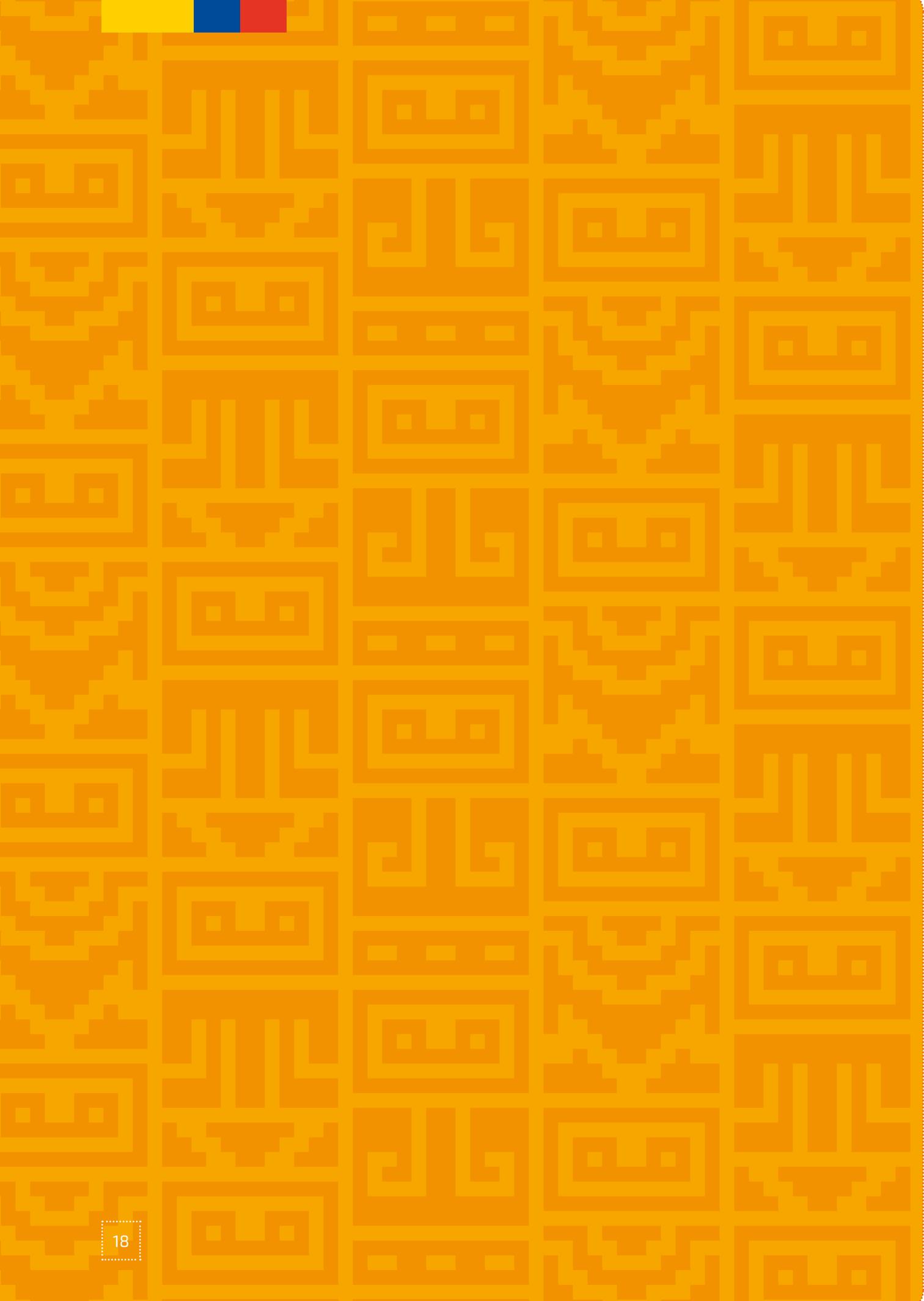
En este contexto, en el mes de Febrero del 2014, por Decreto Presidencial se crea el Instituto Nacional de Biodiversidad (INB), adscrito al Ministerio del Ambiente, cuyas tareas son: planificar, promover, coordinar, ejecutar y transferir procesos de investigación, ciencia, tecnología e innovación de la biodiversidad y sus componentes, para lograr el desarrollo del conocimiento y el fortalecimiento de

la conservación, uso y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. Siendo el INB la instancia de gestión de información sobre biodiversidad en el país, existe una constante coordinación con las otras dependencias del MAE que permitan proveer la información requerida por la autoridad ambiental para su planificación y gestión de la biodiversidad y los recursos naturales.

Ahora, con el objetivo de contar con una robusta batería de indicadores nacionales de biodiversidad, cuyo monitoreo contribuya a determinar el impacto de las políticas nacionales de desarrollo y el efecto de la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y su Plan de Acción para el período 2015-2020, un grupo de instituciones académicas, entidades públicas y organizaciones de cooperación, sumaron sus esfuerzos para proponer un conjunto de indicadores ajustados a los lineamientos establecidos por SENPLADES y el INEC, para la construcción de indicadores vinculados al Plan Nacional para el Buen Vivir.

A partir del ejercicio realizado, el Ministerio del Ambiente y el Instituto Nacional de Biodiversidad, asumen el reto de catalizar el interés colectivo de múltiples actores del Estado y la ciudadanía, para consolidar una plataforma nacional de monitoreo de la biodiversidad, de su estado, sus tendencias y las interacciones entre naturaleza y sociedad en busca del paradigma del buen vivir.

**Fernando Rodríguez R., Ph.D**  
**Director Ejecutivo**  
**Instituto Nacional de Biodiversidad**



# 1 Contexto

**E**cuador es un país ambientalmente diverso, clasificado en tres grandes regiones fisiográficas continentales: la Costa, la Sierra y la Amazonía (Wolf, 1892; Sauer, 1957). La gran diversidad ambiental se debe primordialmente a: 1) su posición geográfica, lo que determina su condición tropical), 2) la presencia de los dos ramales de la cordillera de los Andes con volcanes activos en su porción norte, 3) las influencias de los sistemas atmosféricos de baja y alta presión (e.g. Zona de Convergencia Intertropical) que determina los ritmos y patrones temporales y espaciales del clima en el país (INAMHI, 2011), y 4) la influencia de la corriente cálida del Pacífico y la fría de Humboldt (Borchsenius, 1997; Skov, 1997; Josse *et al.*, 2009), que inciden en la conformación de un marcado gradiente de precipitación y humedad ambiental (norte a sur) en la región costera. Estas características determinan condiciones en la vegetación que varían desde bosques siempre verdes con precipitaciones mayores a los 4000 mm año<sup>-1</sup> (Bendix, 2010) hasta ambientes desérticos con precipitaciones inferiores a los 200 mm año<sup>-1</sup>. Incluyen además ambientes gélidos sobre los 4000 m de altura con temperaturas medias anuales inferiores a los 6°C y precipitaciones cercanas a los 1000 mm/año (Sklenár & Ramsay, 2001; Sklenár *et al.*, 2008).

Esta diversidad ambiental ha permitido la creación de nichos ambientales que han sido ocupados por un conjunto diverso de organismos, que de acuerdo a sus patrones de distribución, han sido agrupados en 4 provincias y 15 sectores biogeográficos que en su conjunto albergan 91 ecosistemas terrestres (MAE, 2012). Los ecosistemas del Ecuador albergan aproximadamente ±17.300 especies de plantas vasculares (Tabla 1), incluidas dentro de 273 familias y 2.429 géneros (Jørgensen *et al.*, 2006; De la Torre *et al.*, 2008), de éstas, 4437 son consideradas especies endémicas para el país (León-Yáñez *et al.*, 2011). Sin embargo, en publicaciones importantes como la serie "Flora of Ecuador", se han revisado únicamente 120 familias de plantas ecuatorianas, lo que implica que el 66,1% de las familias que conforman la flora ecuatoriana aún no han sido evaluadas taxonómicamente. Se espera que el número de plantas aumente conforme se publiquen nuevos estudios.

En la Tabla 1, se resume el número de especies a nivel de vertebrados para el país, siendo el grupo de las aves el más diverso con 37 especies endémicas de las cuales 29 son exclusivas de las Islas Galápagos (McMullan & Navarrete, 2013), por su lado el grupo de mamíferos presenta 48 especies endémicas. Además es importante hacer énfasis sobre el alto grado de endemismo principalmente para anfibios y reptiles, los cuales cuentan con 41% (Ron et

al., 2014) y 25% (Torres-Carvajal *et al.*, 2014) de especies endémicas para cada grupo respectivamente. Los altos grados de diversidad y endemismo, ponen al Ecuador dentro del listado de los 17 países megadiversos del mundo albergando aproximadamente el 6% de la biodiversidad global en apenas el 0,2% de territorio mundial (Mittermeier *et al.*, 1998; Brooks *et al.*, 2006; Barthlott Wilhelm, 2007)

**Tabla 1.** Número de especies por taxones reportados para el Ecuador, para la Tierra y el porcentaje de representación contenido en el Ecuador.

Taxones	Global	Ecuador	Porcentaje (%)
Plantas Vasculares*	320.000	18.198	5.7
Mamíferos	5.488	416	7.6
Aves	10.052	1.642	16.3
Reptiles	9.413	450	4.8
Anfibios	6.888	558	8.1
Peces agua dulce	12.000	951	7.9
Peces marinos	16.000	833	5.2
<b>Total</b>	<b>379.841</b>	<b>23.048</b>	<b>6.1</b>

**Fuentes:** peces (Jiménez & Barez, 2004; Barriga, 2012); anfibios (Ron *et al.*, 2014); reptiles (Torres-Carvajal *et al.*, 2014); aves (McMullan & Navarrete, 2013); mamíferos (Pinto & Nicolalde, 2015). \*El número de plantas vasculares que existe en la Tierra varía según distintas estimaciones entre 260.000 y 320.000 especies (Barthlott Wilhelm, 2007)

Simultáneamente, el Ecuador es un país que ha sufrido una considerable transformación de sus áreas naturales. Al año 2014, el país reporta una superficie de bosques nativos de 12,75 millones de hectáreas, lo que implica una reducción de 1,83 millones respecto de la superficie reportada para el año 1990 (i.e. 14,59 millones de hectáreas) (MAE 2015). Si bien se reporta descensos en las tasas de pérdidas de anuales de bosques, estas siguen siendo considerables. La tasa anual de deforestación para el período 2008-2014 se reporta en 0,47%, equivalente a una pérdida promedio anual de 47 mil hectáreas, valores de pérdida muy inferiores a lo reportado para el período 1990-2000 (Tabla 2).

**Tabla 2.** Deforestación del Ecuador continental

Período	Deforestación neta anual promedio (Ha/año)	Tasa anual de deforestación neta (%)
1990 - 2000	92.742	-0,65%
2000 - 2008	77.748	-0,58%
2008 - 2014	47.497	-0,37%

**Fuente:** Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015.

En la Costa se reporta una remanencia cercana al 30% de la vegetación natural, siendo la región con mayor cantidad de transformaciones acumuladas. La Sierra por su parte, cuenta todavía con un alto grado de remanencia (60%), pero concentrada en la cordillera oriental, particularmente en sus flancos externos. Lo opuesto ocurre en la cordillera occidental y el valle interandino, en donde quedan pocos fragmentos ubicados principalmente en las áreas protegidas o zonas poco accesibles. La Amazonía es la región con la mayor cantidad de bosques remanentes (88%) que conforman bloques continuos de vegetación, particularmente en la Amazonía sur (Pastaza). Durante los últimos 30 años la pérdida de bosque se concentra en la Amazonía norte y en el piedemonte andino-amazónico. Este efecto reduce la conectividad entre los ecosistemas andinos y amazónicos con implicaciones considerables como interrupciones de flujos de energía o desplazamientos verticales de las especies (Tabla 3).

Estos valores de pérdida de hábitats boscosos, sumados a las pérdidas históricas, principalmente durante los primeros 70 años del siglo XX, configuran un país con áreas ecológicamente comprometidas en su capacidad de albergar poblaciones viables y sostener procesos ecosistémicos en el mediano y largo plazo.

**Tabla 3.** Vegetación remanente en cada región del Ecuador

Región	Área región (ha)	Área veg rem (ha)	Porcentaje (%)
Amazonia	7,757,639	6,824,519	88.0
Costa	6,387,029	1,898,215	29.7
Sierra	10,662,563	6,435,678	60.4
<b>Total</b>	<b>24,807,231</b>	<b>15,158,412</b>	<b>61.1</b>

**Fuente:** Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015.

En Ecuador, hasta el momento no se cuenta con datos sobre tamaños de las poblaciones y sus tendencias, sin embargo, existe un constante incremento en el número de especies de plantas y vertebrados que se incluyen en las listas rojas de la UICN debido principalmente a la pérdida de hábitat, tráfico de especies y conflictos con la fauna silvestre. Las evaluaciones realizadas durante la última década (Granizo *et al.*, 2002; IUCN & NatureServe, 2006; Tirira, 2011; León-Yáñez *et al.*, 2011) reportan que al menos 530 especies (sin incluir a los peces) se encuentran bajo alguna categoría de amenaza (MAE 2015). Por ejemplo, de las 558 especies de anfibios descritos para el Ecuador, 159 (el 29%) están bajo alguna categoría de amenaza (Ron *et al.*, 2014). Dentro de este grupo, 47 especies están reportadas en "En Peligro Crítico" y 68 especies "En Peligro". Es decir, que el 21% de los anfibios del país tienen una probabilidad alta de extinguirse en un futuro próximo si los patrones observados no cambian su tendencia. De las 4.437 especies de plantas endémicas registradas para el país, 3.504 (el 78%) tienen algún grado de amenaza, con el 8% de especies "Peligro Crítico" y el 24% en "En Peligro" (EN). Los bosques tropicales de Esmeraldas, los ecosistemas méxicos de la cordillera costera (Manabí-Guayas) y la cordillera de Chilla (Loja-El Oro), los bosques montanos de la cordillera occidental y los bosques del piedemonte de la cordillera oriental son los que acumulan la mayor cantidad de estas especies, y como tal constituyen una prioridad donde focalizar esfuerzos de conservación de estos organismos (Cuesta *et al.*, 2014).

La declinación de la biodiversidad afecta los derechos de la naturaleza reconocidos por la Constitución ecuatoriana, pero además representa un riesgo crítico para las sociedades humanas, principalmente porque los ecosistemas proporcionan beneficios ambientales esenciales para la supervivencia humana. Ejemplo de esto es la producción de agua para consumo humano, para riego y para generación de energía eléctrica (Daily *et al.*, 1997; Daily *et al.*, 2009). Los ecosistemas y su entorno proveen las bases para la regulación del clima y sostienen la diversidad de organismos que conforman las comunidades bióticas, lo que quiere decir



que los ecosistemas inciden sobre los patrones de humedad y productos disponibles para la alimentación. Estas funciones esenciales se ven alteradas por influencia de actividades antrópicas que cambian el uso del suelo (Buytaert *et al.*, 2006) pudiendo llegar a la pérdida completa de estos servicios si se superan umbrales críticos de degradación (Podwojewski *et al.*, 2002; Poulenard *et al.*, 2004).

Debido a la relevancia de la biodiversidad en el desarrollo y bienestar de la sociedad, es necesario realizar evaluaciones permanentes que permitan estimar la magnitud de los impactos sobre ella, así como la efectividad de las políticas públicas para prevenir, reducir y mitigar dichos impactos. Es por ello que una política efectiva de gestión de la biodiversidad requiere, como uno de sus componentes esenciales, un sistema confiable, accesible, comprensivo y actualizado de monitoreo, que exprese la biodiversidad en variables y medidas simples, típicamente en forma de indicadores (Newton & Kapos, 2003). De esta manera se contribuye a una mejor comprensión y representación del estado y tendencias de la biodiversidad en sus distintas escalas de agregación (i.e. especies, ecosistemas) (Heink & Kowarik, 2010).

En el Ecuador, existe una larga historia de instituciones públicas y de sociedad civil que han trabajado ya en el desarrollo de indicadores ambientales. Entre ellas se encuentra la ex Oficina de la Presidencia de la República con el Sistema de Indicadores para la Evaluación de la Sustentabilidad en el Ecuador (SISE); la Secretaría del Frente Social con el Sistema Integrado de Indicadores Sociales (SIISE); los Indicadores de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA) para bosques amazónicos; los Indicadores de Biodiversidad para el Ecuador (MAE-Ecociencia); el Sistema Nacional de Indicadores de Pasivos Ambientales y Sociales (SINPAS); el Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (SINAGAP/MAGAP); y, el Ministerio de Ambiente con el Sistema de Indicadores Ambientales<sup>1</sup> gestionados desde el Sistema Único de Información Ambiental (SUIA) (MAE, 2014).

Reconociendo estos avances, particularmente lo realizado por el gobierno nacional para estandarizar metodologías de diseño de indicadores, el presente documento contiene un aporte conceptual y operacional para el desarrollo de indicadores nacionales de biodiversidad, que contribuya al monitoreo y evaluación del Plan Nacional de Desarrollo del Ecuador (PNBV) y, complementariamente, sea un aporte a una mejor comprensión de los resultados que se esperan alcanzar en la implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB), propuesta para el período 2015-2030. Los indicadores formulados toman como referencia los lineamientos del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), específicamente lo establecido en el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020, que contiene cinco objetivos estratégicos y 20 metas denominadas "metas Aichi".

El documento sintetiza la estructura conceptual de la propuesta y contiene una primera formulación de un conjunto de indicadores que responden al modelo Fuerzas motoras-Presión-Estado-Beneficios-Respuesta. Esta propuesta plantea un camino para su diseño inicial, basado tanto en las experiencias internacionales promovidas principalmente en el marco del CDB (PNUMA-WCMC, 2011; Sparks *et al.*, 2011), como por la experiencia específica desarrollada en el Ecuador (Niemeijer, 2002; Skidmore *et al.*, 2013; MAE, 2014). Finalmente, las fichas desarrolladas para cada uno de los 41 indicadores priorizados se incluyen a manera de **anexo** de este documento (Anexo 1).

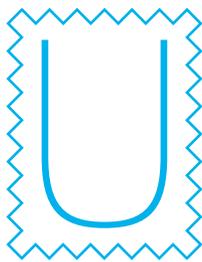
.....  
<sup>1</sup> <http://snia.ambiente.gob.ec:8090/indicadoresambientales/paginas/welcome.jsf>



Foto: Ministerio de Ambiente



# Características de los indicadores nacionales de biodiversidad



Un indicador es una variable diseñada para evaluar cualquier aspecto relevante sobre la biodiversidad (Duelli & Obrist, 2003). Los indicadores seleccionados buscan ser cuantificables, replicables, comunicables y de fácil interpretación (Nicholson *et al.*, 2012). Es importante que éstos ayuden a presentar y manejar información compleja en una manera clara y simple, con el fin de comunicarla apropiadamente a los tomadores de decisiones (Mace & Baillie, 2007). Es importante que los indicadores dispongan de información muy concisa y concreta para evitar ambigüedades en su interpretación (Hammond & Institute, 1995). Los indicadores pueden ser espaciales y representados en forma de mapas, pueden ser valores numéricos y representarse con ayuda de gráficos estadísticos, o incluso tomar la forma de variables categóricas, preferiblemente en una escala ordinal.

En cualquier esquema de monitoreo es fundamental establecer la relación entre los objetivos del monitoreo y los objetivos de la gestión (p. ej. conservación) que se pretende medir con los indicadores propuestos (Lovett *et al.*, 2007). En este caso, el objetivo consiste en generar información sustantiva sobre el estado de la biodiversidad del Ecuador y sus tendencias, para respaldar los procesos de

decisión respecto de las prioridades nacionales de conservación y ajuste de políticas públicas. Ahora bien, siendo la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB) la principal respuesta del Estado ecuatoriano para abordar la gestión sostenible de la biodiversidad, interesa monitorear el impacto de su implementación como parte del Plan Nacional de Desarrollo, en la perspectiva de orientar la gestión del Estado ecuatoriano hacia el cumplimiento de los resultados nacionales propuestos alcanzar hasta el 2030. Por lo tanto, los indicadores nacionales de biodiversidad no pretenden monitorear la ejecución de metas, medidas o acciones propuestas en la ENB, sino el impacto de la gestión del desarrollo del país sobre la biodiversidad.

Se espera que este conjunto de indicadores nacionales de biodiversidad se integren al sistema de información y monitoreo del patrimonio natural que el MAE se encuentra implementando. Serán gestionados conjuntamente con el Instituto Nacional de Biodiversidad y la Unidad de Indicadores Ambientales, en colaboración de las distintas entidades públicas y actores diversos de la sociedad civil. Esto es particularmente importante, pues los indicadores deben ser útiles para tomar decisiones informadas y coherentes respecto al desarrollo sostenible y crear una interface participativa entre política y ciencia que permita la toma de decisiones bajo un enfoque de manejo adaptativo (Figura 1).

**Figura 1.** Esquema general de etapas en la gestión adaptativa de la ENB y rol de los indicadores.



En cuanto a los indicadores como tal, aquellos que disponen de información suficiente, confiable y relevante, han sido desarrollados en fichas específicas (Anexo 1) y se propone su incorporación al sistema de monitoreo en el corto plazo. Aquellos indicadores para los cuales no exista información suficiente se los ha clasificado como “indicadores por desarrollar”. Siguiendo lo propuesto por (Cuesta *et al.*, 2012), se propone definirlos como indicadores con vacíos de información, para los cuales se requerirá promover estudios desde el Instituto Nacional de Biodiversidad en alianzas con universidades y centros de investigación de la sociedad civil.

Los indicadores parten de las siguientes definiciones y reúnen las características básicas que se detallan a continuación.

1. Los indicadores forman parte de un sistema jerárquico, articulado, compuesto por al menos tres niveles:
  - a. La base está conformada por variables directamente observables, a partir de la producción empírica actual del sistema estadístico nacional o de su expansión predecible (e.g. censos, encuestas, registros administrativos, mapas temáticos producidos a partir de sensores remotos).
  - b. El nivel siguiente es el de los indicadores, que son variables compuestas, elaboradas con una finalidad específica asociada a un objetivo particular

de política pública, que capturan empíricamente un aspecto relevante de un concepto teórico, que usualmente define una dimensión particular de una temática compleja (e.g. La tasa de analfabetismo representa un aspecto particular de la dimensión de educación, que a su vez es un componente del concepto de calidad de la vida. Este indicador está asociado a una política para su reducción). Generalmente los indicadores se diseñan con la finalidad de evaluar el cumplimiento de metas de una política de Estado de largo plazo.

c. A un nivel más alto de abstracción de encuentran los índices, que son construcciones conceptuales cuyos componentes son los indicadores, que sintetizan una dimensión particular de un concepto que generalmente está asociado a un objetivo que se pretende alcanzar. Por ejemplo, se puede definir un índice de presión antrópica sobre la biodiversidad, a partir de varios indicadores que son sus componentes: crecimiento demográfico, migraciones internas, deforestación, ampliación de la frontera agrícola, etc.). Este índice, que puede elaborarse a distintas escalas sub-nacionales y en distintos momentos del tiempo, puede permitir un monitoreo de los efectos de un conjunto de políticas encaminadas a reducir esta presión antrópica sobre los ecosistemas.

2. El sistema, en lo posible, se estructura con variables internacionalmente comparables sobre el efecto producido por las actividades humanas so-

- bre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas para el bienestar humano.
3. El sistema está articulado sobre un esquema dimensional que distingue cuatro aspectos específicos del problema de la conservación de la biodiversidad: (i) las presiones que se ejercen sobre la biodiversidad, (ii) el estado de los diferentes niveles de agregación de la biodiversidad, (iii) los servicios ambientales generados por los ecosistemas; y, (iv) las respuestas tomadas para contrarrestar las presiones directas sobre la diversidad biológica (Mace & Baillie, 2007). Este esquema básico será ampliado en las secciones siguientes.
  4. El sistema no integra únicamente indicadores estrictamente biológicos o ambientales, sino también indicadores de origen económico, demográfico y social, toda vez que son estos los que dan cuenta de los componentes de presión y respuesta del sistema. Aunque existen presiones de origen no antrópico, las más importantes provienen de la intervención humana, particularmente en los países tropicales (Sala *et al.*, 2005).
  5. El sistema se compone de indicadores e índices que guardan un balance entre la utilidad de la información, la facilidad y factibilidad de su generación; que puedan obtenerse a partir de la información existente en la actualidad y proporcionada por el sistema estadístico nacional (e.g. INEC, SIISE, SUIA). Adicionalmente, es importante incorporar a otros actores de la sociedad civil que generan información relevante, que nutra el sistema mediante expansiones o modificaciones pequeñas y alcanzables a las fuentes empíricas existentes. Esto no excluye recomendaciones de mediano y largo plazo que apunten a ampliar la cobertura y calidad del sistema de información empírica actualmente disponible.
  6. El sistema está conformado por indicadores e índices comprensibles, medibles y verificables; de tal forma que pueda ser fácilmente utilizados para la formulación, evaluación y ajuste de políticas e instrumentos de gestión, tanto en el MAE como en otros organismos del Estado, así como por diferentes instancias de la sociedad civil. El diseño de este sistema se basa en el criterio de parsimonia, que recomienda adoptar las soluciones sencillas entre varias opciones posibles, siempre que se ajuste a las necesidades a investigarse. En el caso de un sistema de indicadores, se debe buscar el mínimo número de ellos que permitan alcanzar los objetivos de su creación.
  7. De un amplio registro de indicadores deseables de ser monitoreados, se ha realizado una jerarquización basada en la utilización de las categorías: alta (valoración 1), media (valoración 2) y baja (valoración 3), en base a los siguientes criterios:
    - a. Por importancia conceptual.- se priorizaron aquellos indicadores relevantes que alerten problemas potenciales para la biodiversidad y que sean informativos con respecto al estado de su conservación.
    - b. Redundancia vs singularidad.- en el caso de indicadores similares se priorizaron aquellos que abarcan más información o que midan aspectos diferentes no cubiertos por los demás.
    - c. Factibilidad de construcción.- se priorizaron aquellos indicadores de los cuáles existe información histórica y de línea base que permita el desarrollo y monitoreo de los mismos.
    - d. Relevancia con la biodiversidad.- se priorizaron aquellos indicadores que están más directamente relacionados con la gestión de la biodiversidad.
  8. El sistema toma en consideración los lineamientos sobre indicadores de biodiversidad elaborados por el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) y otros organismos internacionales relevantes, y también se nutre de los indicadores ya elaborados en el ámbito nacional.
  9. Los indicadores nacionales de biodiversidad contribuyen al monitoreo y evaluación del impacto de la Estrategia Nacional de Biodiversidad, no necesariamente al monitoreo de cumplimiento de las metas fijadas hasta el 2020. Una definición de este tipo de indicadores es deseable, pero su formulación queda a discreción de las entidades responsables de coordinar la implementación de la ENB.
  10. El sistema requerirá la colaboración de una amplia red de entidades públicas, universidades y centros de investigación comprometidos con la generación de información y monitoreo de la biodiversidad. Su difusión debe ser amplia y transparente, de tal forma que el Estado en sus diferentes niveles así como la sociedad, puedan conocer y evaluar las políticas sobre biodiversidad y su cumplimiento.



# El modelo ordenador para el desarrollo de los indicadores nacionales de biodiversidad



Como se ha mencionado, los indicadores elaborados responden al marco conceptual estado-presión-respuesta, propuesto por la OECD (1993) y acogido por el (MAE, 2014). Este planteamiento, sin embargo,

fue revisado con el propósito de generar un marco analítico robusto, que no solamente oriente el diseño de indicadores vinculados con la problemática de la biodiversidad, y su relación con factores socio-económicos y estructurales, sino guíe la formulación y ajuste de políticas de respuesta (Figura 2), siguiendo los planteamientos de (Maxim *et al.*, 2009).

**Figura 2.** Esquema "Fuerzas motrices-Presión-Estado-Beneficios/Impactos-Respuesta"



**Fuentes:** Adaptado de (Smeets & Weterings, 1999) y Philip Bubb (com pers.).

Este modelo ordenador reconoce seis elementos interactuantes: fuerzas motrices-presión-estado-beneficios-impacto-respuesta.

La variable **Presión** distingue los siguientes elementos (Aguirre Royuela, 2001; Newton & Kapos, 2003):

- i. **Fuerzas motrices**, definidas como las condiciones socio-económicas subyacentes o estructurales que inciden sobre decisiones o actividades humanas que, a su vez, generan presiones sobre el estado de la biodiversidad. Las fuerzas motrices son aquellas fuerzas tecnológicas y sociales que determinan la actividad humana (e.g. crecimiento poblacional, estructura social, actitudes y valores culturales, necesidades individuales). Estas fuerzas inducen desarrollos en los comportamientos y acciones humanas que disparan presiones (e.g. cambios de uso del suelo).
- ii. **Presiones**, referidas a los mecanismos directos, típicamente factores antrópicos, que inducen cambios en la biodiversidad, tales como la deforestación y la fragmentación de hábitat, entre otros. En esta propuesta, los indicadores de presión son conceptualizados como factores directos e indirectos que causan una variación en el estado de los elementos de la biodiversidad (ecosistemas, comunidades, especies).
- iii. **Impactos**, representan los cambios resultantes en la biodiversidad como efecto de las presiones.

La variable **Estado** distingue los siguientes elementos (Sparks et al., 2011):

- iv. **Estado**, que se expresa en indicadores que permiten evaluar la condición o estado de los factores abióticos (e.g. suelo, agua) como también de los bióticos (e.g. biodiversidad) a nivel ecosistemas/hábitat, especies/comunidades en un momento del tiempo. Para este tipo de indicadores es fundamental establecer el año de referencia bajo el cual se construye la línea base y su posterior medición. Los indicadores están estructurados en tres grupos: composición, estructura y funcionamiento (ver más adelante).
- v. **Beneficios**, que se traducen en varios de los bienes y servicios ambientales que las sociedades humanas reciben de la biodiversidad, como resultado de mantener ecosistemas saludables y resilientes. Varios de los indicadores de función priorizados están relacionados con algunos de estos servicios. No obstante, es un tema que requiere de la generación de información (i.e. monitoreo ecosistemas) base que permita la construcción de indicadores específicos como el volumen de agua provista por los ecosistemas de montaña para diversos usos humanos.

La variable **Respuesta** corresponde a las políticas, estrategias y medidas adoptadas por el Estado en su conjunto para incidir sobre las presiones y sus factores promotores, mejorar el estado de la biodiversidad y asegurar la provisión de bienes y servicios ambientales generados por los ecosistemas y que son asumidos por la sociedad como beneficios. La ENB, por ejemplo, constituye en sí misma la respuesta estructurada del Estado ecuatoriano para modificar la trayectoria de los esfuerzos de conservación y conducir a un nuevo y mejor estado de la biodiversidad (Figura 3).

Figura 3. Vínculo del modelo ordenador (P-E-R) y la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030





Foto: Ministerio de Ambiente



# Base teórica para el desarrollo de indicadores de fuerzas motoras y de presión

**P**

ara desagregar analíticamente los factores vinculados a presiones socio-económicas y demográficas subyacentes, mecanismos inmediatos de presión e impactos, se propone la ecuación IPAT, empleada desde los años 1970s (Sachs, 2010), con una mínima adaptación.

La ecuación establece que el impacto ambiental de origen antrópico sobre la biodiversidad **lb**, es el producto de tres factores, **P** representa la población, **A** representa la magnitud de la actividad económica por habitante, y **T** se refiere a la tecnología, y se expresa como el impacto unitario sobre la biodiversidad de cada dólar que conforma el PIB.

$$\text{Eq. 1 } \mathbf{lb = PAT}$$

La ecuación se explica por provenir de una identidad. Si definimos sus componentes de la siguiente forma:

**A = PIB/P** (el producto por habitante se define como el Producto Interno Bruto (PIB) dividido para la población P).

**T = lb/PIB** (El impacto sobre la biodiversidad de cada dólar generado en el PIB es el impacto total dividido para el PIB).

Entonces la ecuación toma la forma de la siguiente identidad:

$$\text{Eq. 2 } \mathbf{lb = PAT = P (PIB/P) (lb/PIB) = lb}$$

La ecuación nos dice que la presión antrópica sobre la biodiversidad puede expresarse como el producto de la población por el ingreso por habitante y por un coeficiente tecnológico que mide el impacto unitario de cada dólar sobre la biodiversidad. Por lo tanto, en este estudio se proponen indicadores de cada factor por separado.

La primera derivada de **lb** respecto al tiempo es:

$$\text{Eq. 3 } \frac{d(\mathbf{lb})}{dt} = \frac{dP}{dt} (\mathbf{AT}) + \frac{dA}{dt} (\mathbf{PT}) + \frac{dT}{dt} (\mathbf{PA})$$

La ecuación indica que el cambio a lo largo del tiempo de la presión antrópica sobre la biodiversidad depende de la tasa de crecimiento de la población, de la tasa de crecimiento del ingreso por habitante y de la tasa de cambio del impacto unitario de la economía. Asumiendo que las dos primeras tasas han sido positivas y continuarán siéndolo en un futuro previsible, es crítico un esfuerzo en el cambio tecnológico hacia actividades de mayor eficiencia y menor impacto ambiental, sin descuidar una política vinculada al crecimiento demográfico.



Sin embargo, en el mediano plazo, no puede alcanzarse una sociedad ambientalmente sustentable sin alcanzar un estado estacionario tanto del producto económico como de la población, como lo sugiere la extensa literatura actual sobre sustentabilidad, basada en las contribuciones pioneras de (Daly, 1996), y alimentada por análisis más recientes como el de la huella ecológica (Network, 2007), los límites planetarios (Steffen *et al.*, 2015), y el concepto de prosperidad sin crecimiento (Jackson, 2011). Por consiguiente es fundamental emprender en políticas de estabilización demográfica y mejora en el bienestar más allá del crecimiento o independientemente del mismo, mediante políticas redistributivas y mejoras en la calidad de la vida.

## Indicadores de Fuerzas Motoras sociales, económicas y de presión

Los indicadores priorizados han sido agrupados en fuerzas motrices sociales, económicas y de presión. En esta propuesta se han incluido 7 indicadores prioritarios (Anexo 1) que en su conjunto contribuyen a caracterizar las estructuras socio-económicas locales. Estos indicadores han tenido particular relevancia como factores explicativos de la pérdida de hábitat mediante la expansión de la frontera agrícola, la deforestación y degradación de ecosistemas tropicales en el Ecuador y otros países vecinos (Sierra & Stallings, 1998; Sierra, 2000; Messina & Walsh, 2001; Armenteras *et al.*, 2006; Mena *et al.*, 2006). Existe, por consiguiente, una relación causal entre la inequidad, la pobreza y la falta de oportunidades de empleo productivo en áreas expulsoras de población en regiones deprimidas de la Sierra y la Costa (e.g. Loja y Manabí), y la deforestación en áreas receptoras de migración en la Amazonía y Esmeraldas. También deben tomarse en cuenta las fuerzas motrices que impulsan el deterioro de los ecosistemas marino-costeros, como las amenazas derivadas de la sobre-pesca (que se observa a escala global) y la reducción de los manglares.

A partir de la relación inequidad-pobreza-migración-expansión vial-deforestación- explotación de recursos, es importante monitorear la capaci-

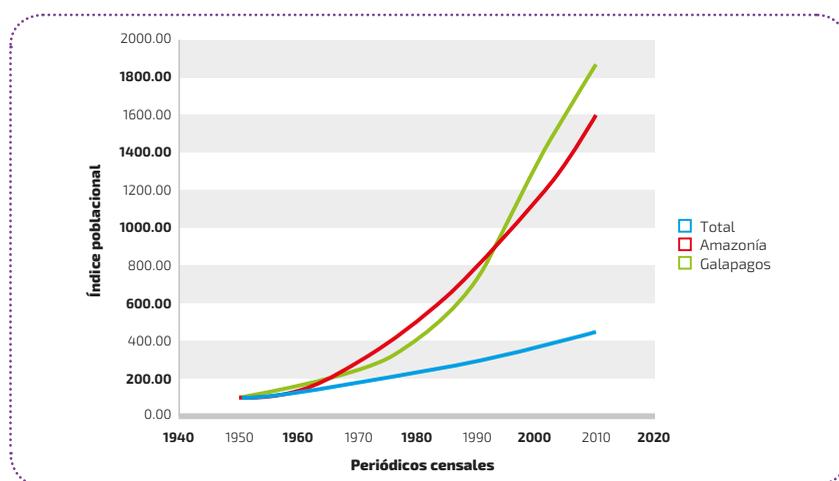
dad de retención poblacional en regiones de origen de la migración, que a su vez está condicionada por la diversificación productiva local, la inequidad en la tenencia de la tierra, y el acceso a oportunidades de empleo productivo. Esta es la función de los indicadores propuestos de empleo y educación.

Los indicadores fuerzas motoras económicas planteados identifican las ramas de la economía cuyos factores **T** en la ecuación IPAT son los más críticos. El coeficiente **T** mide el impacto sobre la biodiversidad por unidad de producto económico. Como esta medida no está disponible y es un concepto teórico, se trata de identificar las ramas con impactos potenciales mayores y su evolución en el tiempo. Mientras, por ejemplo, los servicios de educación, salud, ciencia y tecnología en general pueden tener un efecto positivo sobre la conservación, generalmente las actividades extractivas (minería, petróleo, silvicultura, caza y pesca) han generado impactos negativos críticos sobre la biodiversidad. Los indicadores buscan monitorear la intensidad y distribución geográfica de estas actividades. Se identifican como ramas de alto impacto potencial la extracción de petróleo y gas, la minería metálica, la pesca, la extracción de madera en ecosistemas remanentes, la acuicultura del camarón, la agroindustria con especial énfasis en monocultivos de palma africana, plátano, y el banano, así como plantaciones forestales con especies exóticas (i.e. coníferas) en ecosistemas frágiles como los páramos. Se propone también monitorear la extensión de la **red vial** por tipo de carreteras, y la accesibilidad, medida en horas de viaje a los principales mercados.

De acuerdo a la ecuación IPAT, la población y su cambio son variables importantes como indicadores de **directos de presión**. Se proponen un conjunto de indicadores demográficos así como un grupo de indicadores de presión relacionados con la pérdida, reducción y degradación del hábitat asociados a procesos de cambios de cobertura y uso del suelo. El propósito de los indicadores demográficos es monitorear el crecimiento de la población, que ha alcanzado niveles muy altos en el último medio siglo. Analíticamente, el crecimiento poblacional tiene dos componentes, el crecimiento vegetativo, moni-

toreado mediante las tasas de fecundidad, y las migraciones, que en el Ecuador han sido muy importantes en Galápagos, la Amazonía y en la Costa durante el auge bananero (Figura 4).

**Figura 4.** Índice de crecimiento poblacional entre 1950 y el 2010. La línea azul presenta el crecimiento a nivel nacional, la roja la región amazónica del Ecuador, la línea verde Galápagos. La población creció 18,5 y 16 veces en Galápagos y la Amazonía, respectivamente. A nivel nacional el aumento es de casi 5 veces. Fuentes: INEC, Censos de población 1950, 1962, 1974, 1982, 1990, 2001 y 2010.



También se incluyen dentro de este grupo de indicadores, aquellos relacionados con impactos directos por efectos del cambio climático, cacería y captura de especies cinegéticas de importancia para los ecosistemas terrestres (Bodmer & Robinson, 2004) como para aquellos relacionados al ecosistema manglar. Ambos temas han sido identificados por el CBD y varias publicaciones científicas como dos de las principales fuentes de presión directa sobre la biodiversidad (Mace & Baillie, 2007; Heink & Kowarik, 2010; Jones *et al.*, 2011). Por ejemplo, los escenarios modelados usando las proyecciones climáticas futuras, documentan varios impactos en los rangos de distribución de las especies, y los patrones de diversidad se ven alterados (Feeley & Silman, 2010; Feeley *et al.*, 2011; Ramirez-Villegas *et al.*, 2014), al igual que los biomas (Tovar *et al.*, 2013).

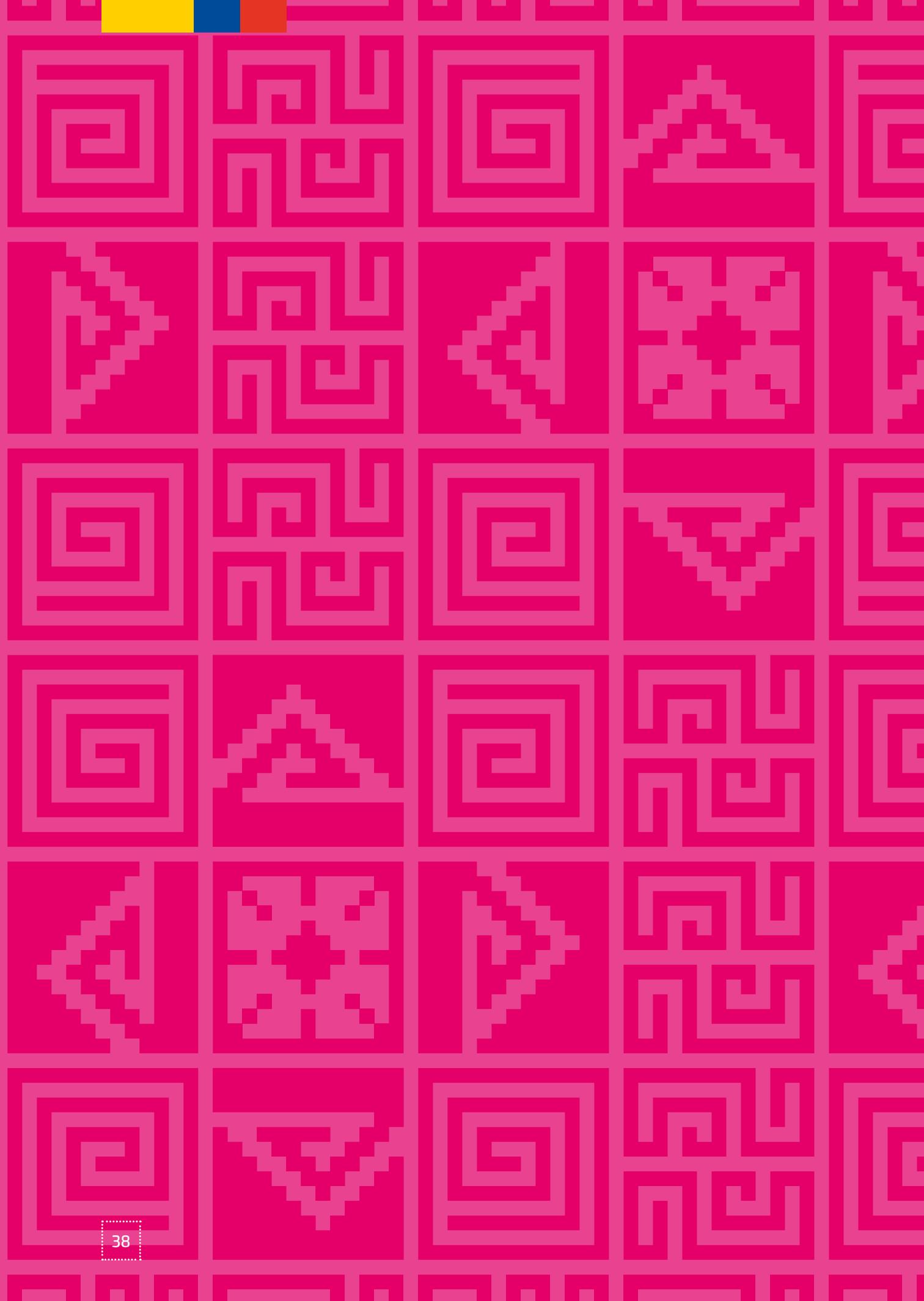
Es importante resaltar que para los indicadores demográficos y de fuerzas económicas seleccionados, se parte de una línea base pre-existente derivada de la base de los censos de población y vivienda, de las encuestas de condiciones de vida y de las encuestas de empleo del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Los indicadores de presión relacionados con el cambio y uso del suelo (i.e. deforestación) tienen un vínculo directo con la información generada por la Unidad de Monitoreo del MAE durante los últimos años y que se constituyen en una agenda temática prioritaria del Instituto Nacional de Biodiversidad (INB).

A continuación se presentan los indicadores priorizados y su relación con algunos de los resultados de la ENB (Tabla 4) a los que se estaría aportando en su medición y evaluación de impacto:

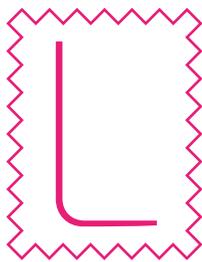
**Tabla 4.** Indicadores de fuerzas motoras sociales, económicas y de presión priorizados a ser incluidos como parte del sistema de indicadores para monitorear y evaluar la implementación de la ENB 2015-2020.

Tipo de indicador	Indicador	Aporte a los resultados de la ENB
1. Fuerzas motoras sociales	1. Incidencia, brecha y severidad de la pobreza por parroquias	Resultado 2
	2. Índice de educación por parroquias	Resultado 1
2. Fuerzas motoras económicas	3. Series temporales del PIB total y del valor agregado de extracción de recursos naturales no renovables, agroindustria y plantaciones forestales.	Resultado 6
	4. Índices de diversificación y concentración económica del empleo	Resultado 2
3. Fuerzas motoras directas o Presión	5. Población total	n/a
	6. Tasas anuales acumulativas de crecimiento poblacional	n/a
	7. Extensión y distribución geográfica de la red vial	n/a
	8. Tasa anual de deforestación de bosques nativos	Resultado 7
	9. Conversión anual de ecosistemas naturales a áreas intervenidas	Resultado 7
	10. Variación anual de coberturas de cultivos agroindustriales	Resultados 7 y 9
	11. Frecuencia de eventos de conflicto entre gente y fauna silvestre.	Resultado 14
	12. Tasa anual de extracción de especies cinegéticas.	Resultado 14
	13. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de concha prieta ( <i>Anadara tuberculosa</i> ) y cangrejo rojo ( <i>Ucides occidentalis</i> ).	Resultado 8
	14. Cambios proyectados en la distribución futura de biomas del Ecuador continental.	Resultado 14
15. Cambios proyectados en la distribución futura de especies amenazadas del Ecuador continental.	Resultado 14	





# Base teórica para el desarrollo de indicadores de estado y respuesta



La biodiversidad es un concepto escala-dependiente (i.e. de genes a biomas) y como tal es necesario generar un sistema de indicadores que permita evaluar su estado en estas diferentes escalas o niveles de organización (Groves *et al.*, 2002). En esta propuesta se ha incluido indicadores a nivel de especies, comunidades y ecosistemas. También se han integrado dos indicadores sobre diversidad genética de cultivos nativos relevantes para la seguridad alimentaria, como ejemplos del potencial para ampliar este tema en el futuro.

Adicionalmente, esta propuesta parte del marco conceptual de evaluar el estado de la biodiversidad utilizando el criterio de integridad ecológica (Noss, 1990), el cual permite estructurar a los indicadores en tres grandes tipos: (a) Composición, (b) Estructura y (c) Función. Estos tres elementos en su conjunto contienen y configuran a la biodiversidad de un área particular (Andreasen *et al.*, 2001). Composición hace referencia al número de organismos que conforman un ecosistema, incluyendo sus abundancias y proporciones (frecuencias), generalmente reportado a nivel de mediciones (i.e. índices) de riqueza y diversidad de especies, e incluso de diversidad genética. La estructura hace referencia a la configuración física o patrones estructurales de

un ecosistema (i.e. número de estratos de un bosque) hasta su configuración espacial a una escala de paisaje (mosaico de parches, matriz dominante, conectividad). Funcionalidad refiere a los procesos ecológicos y evolutivos que generan y mantienen biodiversidad como productividad primaria, flujo genético y dinámicas de disturbios (e.g. inundaciones, deslaves).

Los indicadores de estado seleccionados han sido priorizados considerando estas tres dimensiones, de manera de que en su conjunto nos permita evaluar y monitorear la integridad de los ecosistemas del país, como resultado de la implementación de políticas públicas relevantes contenidas en el PNBV, además del aporte que se podría generar desde la ENB. El total de indicadores priorizados asciende a 19, de los cuales 9 son indicadores de composición, 4 de estructura y 6 de función. A nivel de agregación de la biodiversidad, 11 de los indicadores propuestos corresponden a un nivel ecosistémico, 5 a especies, 1 a comunidad y 2 a genes (Tabla 5). Cada uno de los indicadores seleccionados tiene una relación directa con aportar a cumplir al menos uno de los resultados de la ENB y por consiguiente de las metas de Aichi propuestas por el CBD.

Finalmente, es importante resaltar que se procuró tener un balance entre indicadores para evaluar y monitorear el estado de los ecosistemas terres-

tres, marinos y dulce acuícolas. No obstante, la gran mayoría de los indicadores miden algún atributo de los ecosistemas terrestres debido principalmente a al nivel de conocimiento e información disponible para cada uno de estos ambientes.

**Tabla 5.** Indicadores de estado priorizados a ser incluidos como parte del sistema de indicadores para monitorear y evaluar la implementación de la ENB y su plan de acción 2015-2020.

Atributo	Indicador	Escala	Relación ENB
Composición	1. Cambio en la extensión remanente de ecosistemas terrestres y costeros en Ecuador continental	ecosistema	Resultado 7
	2. Cambio en los patrones de riqueza de especies de fauna y flora en el Ecuador continental en base a su distribución geográfica remanente	especies	Resultado 14
	3. Cambio en la densidad poblacional de especies de anfibios como organismos indicadores de la integridad de los ecosistemas terrestres.		Resultado 14
	4. Tasa de ocupación de fauna silvestre		Resultado 13 y 14
	5. Diversidad de la comunidad de plantas vasculares	comunidades	Resultado 7 y 16
	6. Índice de biodiversidad y Riqueza ecológica de especies y hábitats (peces y macroinvertebrados) en la primera milla de protección marina	ecosistema/ especies	Resultado 8
	7. Máximo rendimiento sostenible de la pesquería de peces pelágicos pequeños con énfasis en pinchagua ( <i>Opisthonema spp.</i> ) y chuhueco ( <i>Cetengraulis mysticetus</i> )	especies	Resultado 8
	8. Áreas de agro-biodiversidad fenotípica entre variedades de un conjunto seleccionado de cultivos nativos estratégicos para la seguridad alimentaria	Genes	Resultado 9
	9. Areas de diversidad ecogeográfica en fincas donde crecen las variedades de un conjunto seleccionado de cultivos nativos estratégicos para la seguridad alimentaria	Genes	Resultado 9
Estructura	10. Índice de Hábitat Fluvial	ecosistema	Resultado 8
	11. Diversidad estructural de los bosques del Ecuador		Resultado 7 y 16
	12. Conectividad y estructura del paisaje		Resultado 7 y 16
	13. Cambio en patrones de fragmentación		Resultado 7 y 16
Función	14. Productividad primaria bruta (PPB) en ecosistemas terrestres		Resultado 7 y 16
	15. Índice de Biótico de Calidad del Agua (macro-invertebrados acuáticos)		Resultado 8, 14 y 16
	16. Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR)		Resultado 8 y 16
	17. Biomasa de algas en ríos de páramo		Resultado 8 y 16
	18. Detritos o Material Orgánico Natural (DMON)		Resultado 8 y 16
	19. Índice de Integridad Ecológica de Ríos de la Cuenca del Napo (IIE-NP)		Resultado 8, 14 y 16





Los indicadores de respuesta constituyen todas aquellas acciones estructuradas, que se implementan orgánicamente por parte de los actores institucionales y sociales del Estado para disminuir las presiones sobre la biodiversidad, prevenir y mitigar impactos, reparar pasivos ambientales, aprovechar de manera sostenible este recursos estratégico; y, en general, para mejorar el estado de salud de la biodiversidad. Estas respuestas se organizan desde las políticas nacionales contenidas en el Plan Nacional de Desarrollo (PNBV), pasando por el conjunto de políticas públicas de carácter sectorial, intersectorial y territorial, hasta los programas y proyectos que se ejecutan por el más amplio y diverso grupo de actores y sectores que inciden directa e indirectamente sobre la biodiversidad.

La Estrategia Nacional de Biodiversidad, precisamente, representa la respuesta institucionalizada del Estado ecuatoriano para conocer, valorar, proteger, restaurar y utilizar de manera sostenible su biodiversidad, respondiendo así a los compromisos internacionales y a los desafíos vinculados al cambio de matriz productiva, a la erradicación de la pobreza y la conservación del patrimonio biocultural de los

ecuatorianos. Los 20 resultados nacionales propuestos para el año 2030, y las 50 metas previstas alcanzar en el período 2015-2020, dan forma a una ambiciosa apuesta de futuro que el gobierno nacional se encuentra desarrollando, en cumplimiento de los mandatos constitucionales según los cuales el Estado es garante de los derechos de la naturaleza y de los derechos ciudadanos al Buen Vivir.

El monitoreo de las metas establecidas en el PNBV, sumado a los 7 indicadores de respuesta propuestos (Tabla 6) permitirá evidenciar avances hacia el logro de los cuatro objetivos estratégicos establecidos: a) Incorporar la biodiversidad, los bienes y los servicios ecosistémicos asociados, en la gestión de las políticas públicas; b) Reducir las presiones y el uso inadecuado de la biodiversidad a niveles que aseguren su conservación; c) Distribuir de manera justa y equitativa los beneficios de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos asociados, contemplando especificidades de género e interculturalidad; y, d) Fortalecer la gestión de los conocimientos y las capacidades nacionales que promuevan la innovación en el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

**Tabla 6.** Indicadores de respuesta priorizados a ser incluidos como parte del sistema de indicadores para monitorear y evaluar la implementación de la ENB y su plan de acción 2015-2020.

	Indicador	Aporte a los resultados de la ENB
1	Porcentaje de horas de aula donde estudiantes reciben educación ambiental (ciclo básico y bachillerato) en sistema formal de educación	Resultado 1
2	Existencia, extensión y desagregación de cuentas nacionales satelitales ambientales en el Ecuador	Resultado 2
3	Magnitud y distribución geográfica de las áreas bajo incentivos a la conservación	Resultado 3
4	Indicadores de recursos financieros para políticas de biodiversidad: Brecha de financiamiento de la ENB y su reducción, Porcentaje del presupuesto nacional destinado a SNAP	Resultado 6
5	Proporción y superficie de los ecosistemas incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas	Resultado 13
6	Cambio en la funcionalidad ecosistémica en áreas bajo restauración	Resultado 7
7	Número y distribución de variedades de especies nativas, estratégicas para la soberanía alimentaria, re-introducidas in situ	Resultado 9



# 6

## Conclusiones



Revertir las tendencias relacionadas con la pérdida y degradación de la diversidad biológica constituye un elemento fundamental para garantizar el modelo de desarrollo sustentable previsto en la Constitución. Para ello se requiere, en gran medida, que las estrategias y medidas propuestas para la gestión de la biodiversidad, se asuman de manera sustantiva y transversal en las políticas públicas y se integren en la planificación del desarrollo territorial. En este sentido, la generación de información sobre el estado de la biodiversidad y sus tendencias, la articulación de ese conocimiento en los procesos nacionales y locales de toma de decisiones; y, la puesta en marcha de un sistema de monitoreo que permita evaluar la eficacia de tales decisiones, constituyen algunas de las prioridades y desafíos de la institucionalidad ambiental.

Con estas consideraciones, el trabajo desarrollado constituye un primer esfuerzo colaborativo para aportar en el camino antes dicho. Ciertamente quedan muchos desafíos por superar, esencialmente en lo referido a la generación de información de línea base y conformación de redes de investigación que permitan enfrentar colectivamente el reto de monitorear la biodiversidad en el largo plazo; no obstante, la propuesta de indicadores aquí desarrollada, representa el compromiso del Ministerio del Ambiente y del Instituto Nacional de Biodiversidad por catalizar el interés nacional para ahondar en el conocimiento de la biodiversidad, su estado, sus tendencias y las interacciones entre naturaleza y sociedad en busca del paradigma de la sustentabilidad.

Los indicadores nacionales de biodiversidad propuestos tendrán un sentido práctico en la medida que se integren al ciclo de la política pública desde un enfoque adaptativo. El primer paso será su incorporación en los esfuerzos institucionalizados de planificación del desarrollo y de gestión de la biodiversidad. Es necesario considerar el importante momento de coyuntura que



atraviesa el Ecuador, al haber elaborado de manera reciente su Estrategia Nacional de Biodiversidad y de estar próximos a la actualización del nuevo Plan Nacional para el Buen Vivir. Precisamente, este es el escenario de planificación propicio para integrar nuevos indicadores de medición del impacto de la política pública, vinculados al circuito de producción científica nacional.

En paralelo, el segundo paso será la integración de los indicadores de biodiversidad en la estructura formal de monitoreo de la política pública. Este reto de implementación tiene, sin embargo, un escenario favorable a la luz de la nueva institucionalidad pública que se está desarrollando. Bajo el liderazgo del Instituto Nacional de Biodiversidad y el apoyo de la Unidad de Indicadores Ambientales y de la Unidad de Monitoreo del Patrimonio Natural, el Ministerio del Ambiente tiene un rol primordial en la coordinación de las diversas iniciativas nacionales y locales de monitoreo de biodiversidad, a fin de integrarlas y orientarlas hacia el cumplimiento de los objetivos y resultados nacionales previstos en la Estrategia Nacional de Biodiversidad.

En ese ejercicio, los indicadores que han sido propuestos en este trabajo, sumados a aquellos que ya están publicados en el portal web del Ministerio del Ambiente <http://snia.ambiente.gob.ec:8090/indicadoresambientales/pages/welcome.jsf>, tendrán un importante espacio en el desarrollo de la agenda nacional de investigaciones que el Instituto Nacional de Biodiversidad implementará a partir de 2016.

Finalmente, y como ya ha sido mencionado, el monitoreo de los indicadores nacionales de biodiversidad, en el marco del sistema que el Ministerio del Ambiente se encuentra desarrollando, requerirá indudablemente la colaboración de una amplia red de entidades públicas, universidades y centros de investigación nacional e internacional, comprometidos con la generación de información y monitoreo de la biodiversidad. Asimismo, la difusión del conocimiento que se genere debe ser amplia y transparente, de tal forma que el Estado en sus diferentes niveles, así como la sociedad y sus organizaciones, puedan conocer y evaluar las políticas sobre biodiversidad, requisitos indispensables para rediseñar las políticas nacionales, modificar patrones de comportamiento y aproximarnos al paradigma del Buen Vivir.





# R

## Referencias

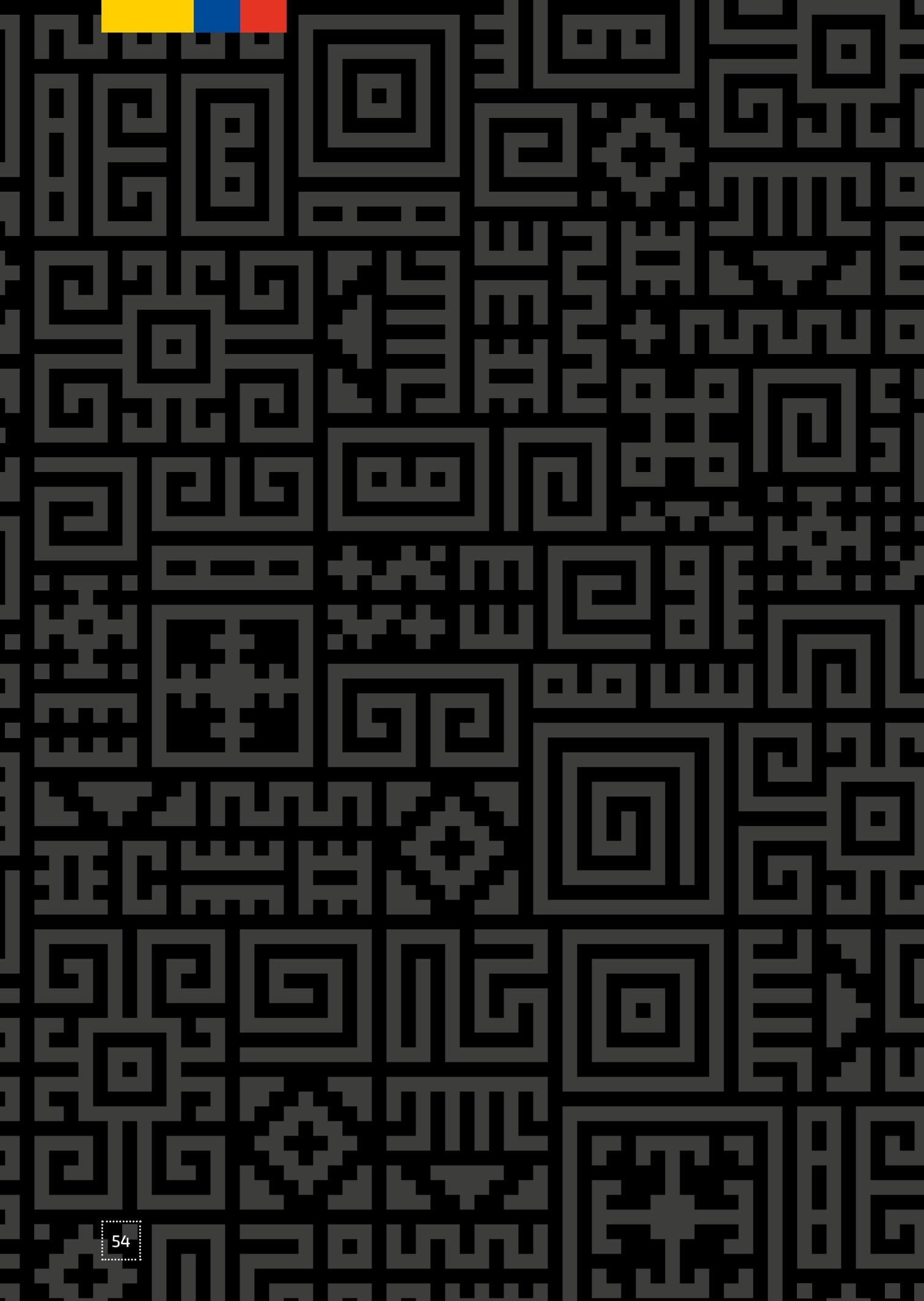
- Aguirre Royuela, M. (2001) Los Sistemas de Indicadores Ambientales y su Papel em la Información e Integración Del Medio Ambiente. I Congreso de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente (ed by, pp. 1231-1256.
- Andreasen, J.K., O'Neill, R.V., Noss, R. & Slosser, N.C. (2001) Considerations for the development of a terrestrial index of ecological integrity. *Ecological Indicators*, 1, 21-35.
- Armenteras, D., Rudas, G., Rodriguez, N., Sua, S. & Romero, M. (2006) Patterns and causes of deforestation in the Colombian Amazon. *Ecological Indicators*, 6, 353-368.
- Barriga, R. (2012) Lista de peces de agua dulce e intermareales del Ecuador.
- Barthlott Wilhelm, A.H., Gerold Kier, Wolfgang Küper, Holger Kreft, Jens Mutke, M. Daud Rafiqpoor and Jan Henning Sommer (2007) Geographic pattern of Vascular plant diversity at Continental to Global scales. *Erdkunde*, 61, 305-316.
- Bendix, J., H. Behling, T. Peters, M. Richter, and E. Beck. (2010) Functional biodiversity and climate change along an altitudinal gradient in a tropical mountain rainforest. *Tropical Rainforests and Agroforests under Global Change*, pp. 239-268.
- Bodmer, R.E. & Robinson, J.G. (2004) Evaluating the sustainability of hunting in the Neotropics.
- Borchsenius, F. (1997) Patterns of plant species endemism in Ecuador. *Biodiversity and Conservation*, 6, 379-399.
- Brooks, T.M., Mittermeier, R.A., da Fonseca, G.A.B., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J.F., Mittermeier, C.G., Pilgrim, J.D. & Rodrigues, A.S.L. (2006) Global Biodiversity Conservation Priorities. *Science*, 313, 58-61.
- Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J. & Hofstede, R. (2006) Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79, 53-72.

- Cuesta, F., Becerra, M.T., Bustamante, M., Maldonado, G., Devenish, C. & Quiñonez, L. (2012) Indicadores para evaluar y monitorear el estado de la biodiversidad en los Andes Tropicales en el contexto de cambio climático - Propuesta metodológica para los países de la Comunidad Andina. In. SGCAN, CONDESAN, INTERCOOPERATION, UICN-Sur, Lima-Quito.
- Cuesta, F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino-Viteri, A., Muriel, P., Freile, J.F. & Torres, O. (2014) Identificación de vacíos y prioridades de conservación en el Ecuador Continental. In, p. 62. CONDESAN, PUCE, MAE, GIZ
- Daily, G.C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ricketts, T.H., Salzman, J. & Shallenberger, R. (2009) Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7, 21-28.
- Daily, G.C., Alexander, S., Ehrlich, P.R., Goulder, L., Lubchenco, J., Matson, P.A., Mooney, H.A., Postel, S., Schneider, S.H. & Tilman, D. (1997) Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. Ecological Society of America Washington (DC).
- Daly, H.E. (1996) *Beyond growth: the economics of sustainable development*. Beacon Press.
- De la Torre, L., Navarrete H., Muriel P., Macía M.J. & H., B. (eds) (2008) *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*. Herbario QCA & Herbario AAU., Quito.
- Duelli, P. & Obrist, M.K. (2003) Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98, 87-98.
- Feeley, K.J. & Silman, M.R. (2010) Land-use and climate change effects on population size and extinction risk of Andean plants. *Global Change Biology*, 16, 3215-3222.
- Feeley, K.J., Silman, M.R., Bush, M.B., Farfan, W., Cabrera, K.G., Malhi, Y., Meir, P., Revilla, N.S., Quisiyupanqui, M.N.R. & Saatchi, S. (2011) Upslope migration of Andean trees. *Journal of Biogeography*, 38, 783-791.
- Granizo, T., Pacheco, C., Ribadeneira, M.B., Guerrero, M. & Suárez, L. (2002) *Libro rojo de las aves del Ecuador*. Simbioe Quito.
- Groves, C.R., Jensen, D.B., Valutis, L.L., Redford, K.H., Shaffer, M.L., Scott, J.M., Baumgartner, J.V., Higgins, J.V., Beck, M.W. & Anderson, M.G. (2002) Planning for Biodiversity Conservation: Putting Conservation Science into Practice. *BioScience*, 52, 499-512.
- Hammond, A.L. & Institute, W.R. (1995) Environmental indicators: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. In. World Resources Institute Washington, DC
- Heink, U. & Kowarik, I. (2010) What criteria should be used to select biodiversity indicators? *Biodiversity and Conservation*, 19, 3769-3797.
- INAMHI (2011) *Boletín Climatológico Anual año 2011*. In: (ed. J. Palacios, Ontaneda, G., Instituto Nacional De Meteorología E Hidrología), Quito.

- IUCN, C.I. & NatureServe (2006) Global amphibian assessment.
- Jackson, T. (2011) Prosperity without growth: Economics for a finite planet. Routledge.
- Jiménez, P. & Barez, P. (2004) Peces Marinos del Ecuador Continental, clave para la identificación de peces, Tomo 1. SIMBIOE, NAZCA, IFEA, Quito, Ecuador.
- Jones, J.P., Collen, B., Atkinson, G., Baxter, P.W., Bubb, P., Illian, J.B., Katzner, T.E., Keane, A., Loh, J. & MCDONALD MADDEN, E. (2011) The why, what, and how of global biodiversity indicators beyond the 2010 target. *Conservation Biology*, 25, 450-457.
- Jørgensen, P.M., Ulloa-Ulloa C & Maldonado, C. (2006) Riqueza de plantas vasculares. *Botánica Económica de los Andes Centrales* (ed. by Moraes M, Øllgaard B, Kvist Lp, Borchsenius F and Balslev H), pp. 37-50 Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Josse, C., Cuesta, F., Navarro, G., Barrena, V., Cabrera, E., Chacon-Moreno, E., Ferreira, W., Peralvo, M., SAito, J. & Tovar, A. (2009) Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Peru y Venezuela. In. Secretaria General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Paramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTA-UNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, RumBOL SRL, Lima.
- León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa & Navarrete, H. (eds) (2011) Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2a ed., . Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Lovett, G.M., Burns, D.A., Driscoll, C.T., Jenkins, J.C., Mitchell, M.J., Rustad, L., Shanley, J.B., Likens, G.E. & Haeuber, R. (2007) Who needs environmental monitoring? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5, 253-260.
- Mace, G.M. & Baillie, J.E.M. (2007) The 2010 Biodiversity Indicators: Challenges for Science and Policy
- Los Indicadores de Biodiversidad al 2010: Retos para la Ciencia y la Política. *Conservation Biology*, 21, 1406-1413.
- MAE (2012) Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. In, p. 136. Ministerio del Ambiente del Ecuador Quito, Ecuador.
- MAE (2014) Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA). Sistema Único de Información Ambiental (SUIA). In, p. 82. Ministerio del Ambiente del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Maxim, L., Spangenberg, J.H. & O'Connor, M. (2009) An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework. *Ecological Economics*, 69, 12-23.
- McMullan, M. & Navarrete, L. (2013) Fieldbook of the Birds of Ecuador, including the Galápagos Islands. Fundación Jocotoco, Quito, Ecuador.
- Mena, C., Bitsborrow, R. & McClain, M. (2006) Socioeconomic Drivers of Deforestation in the Northern Ecuadorian Amazon. *Environmental Management*, 37, 802-815.

- Messina, J. & Walsh, S. (2001) 2.5D Morphogenesis: modeling landuse and landcover dynamics in the Ecuadorian Amazon. *Plant Ecology*, 156, 75-88.
- Mittermeier, R.A., Myers, N., Thomsen, J.B., Da Fonseca, G.A.B. & Olivieri, S. (1998) Biodiversity Hotspots and Major Tropical Wilderness Areas: Approaches to Setting Conservation Priorities. *Conservation Biology*, 12, 516-520.
- Network, G. (2007) Global footprint network. Advancing the science of sustainability,
- Newton, A.C. & Kapos, V. (2003) Biodiversity indicators in national forest inventories. UNASYLVA-FAO-, 56-64.
- Nicholson, E., Collen, B., Barausse, A., Blanchard, J.L., Costelloe, B.T., Sullivan, K.M.E., Underwood, F.M., Burn, R.W., Fritz, S., Jones, J.P.G., McRae, L., Possingham, H.P. & Milner-Gulland, E.J. (2012) Making Robust Policy Decisions Using Global Biodiversity Indicators. *PLoS ONE*, 7, e41128.
- Niemeijer, D. (2002) Developing indicators for environmental policy: data-driven and theory-driven approaches examined by example. *Environmental Science & Policy*, 5, 91-103.
- Noss, R.F. (1990) Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach. *Conservation Biology*, 4, 355-364.
- Pinto, C.M. & Nicolalde, D.A. (2015) MammaliaWebEcuador. Version 2015.0. In: (ed. P.U.C.D.E. Museo De Zoología), <<http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/mamiferos/MamiferosEcuador/>>, (septiembre 2015).
- PNUMA-WCMC (2011) Alianza sobre Indicadores de Biodiversidad. Guía para el desarrollo y el uso de indicadores de biodiversidad nacional. PNUMA World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, Reino Unido.
- Podwojewski, P., Poulenard, J., Zambrana, T. & Hofstede, R. (2002) Overgrazing effects on vegetation cover and properties of volcanic ash soil in the páramo of Llangahua and La Esperanza (Tungurahua, Ecuador). *Soil Use and Management*, 18, 45-55.
- Poulenard, J., Michel, J.C., Bartoli, F., Portal, J.M. & Podwojewski, P. (2004) Water repellency of volcanic ash soils from Ecuadorian páramo: effect of water content and characteristics of hydrophobic organic matter. *European Journal of Soil Science*, 55, 487-496.
- Ramirez-Villegas, J., Cuesta, F., Devenish, C., Peralvo, M., Jarvis, A. & Arnillas, C.A. (2014) Using species distributions models for designing conservation strategies of Tropical Andean biodiversity under climate change. *Journal for Nature Conservation*, 22, 391-404.
- Ron, S.R., Guayasamin, J.M., Yanez-Muñoz, M.H., Merino-Viteri, A., Ortiz, D.A. & Nicolalde, D.A. (2014) AmphibiaWebEcuador. Version 2014.0. In. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, <<http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/anfibios/>>.
- Sachs, J. (2010) Globalization in the era of environmental crisis. *International Trade Forum* (ed by, p. 7.
- Sala, O.E., D.van Vuuren, H. M. Pereira, D. Lodge, J. Alder, G.Cumming, A. Dobson, V. Wolters, a. & Xenopoulos, M.A. (2005) Ecosystems and Human Well-being: Scenarios: Biodiversity across Scenarios. The Millenium Ecosystem Assessment (ed. by R.S.a.N.A. Rashid Hassan), pp. 375-406. Island Press, Washington D.C.

- Sauer, W. (1957) El mapa geológico del Ecuador. Editorial Universitaria.
- Sierra, R. (2000) Dynamics and patterns of deforestation in the western Amazon: the Napo deforestation front, 1986–1996. *Applied Geography*, 20, 1-16.
- Sierra, R. & Stallings, J. (1998) The Dynamics and Social Organization of Tropical Deforestation in Northwest Ecuador, 1983-1995. *Human Ecology*, 26, 135-161.
- Skidmore, R.L., Williams, K., Walters, M. & Costello, M. (2013) Identification of scientific and technical needs related to the implementation of the Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and its Aichi Targets.
- Sklenár, P. & Ramsay, P.M. (2001) Diversity of zonal páramo plant communities in Ecuador. *Diversity and Distributions*, 7, 113-124.
- Sklenár, P., Bendix, J. & Balslev, H. (2008) Cloud frequency correlates to plant species composition in the high Andes of Ecuador. *Basic and Applied Ecology*, 9, 504-513.
- Skov, F., and Finn Borchsenius (1997) Predicting Plant Species Distribution Patterns Using Simple Climatic Parameters: A Case Study of Ecuadorian Palms. *Ecography*, 20, 347-355.
- Smeets, E. & Weterings, R. (1999) Environmental indicators: Typology and overview. European Environment Agency Copenhagen.
- Sparks, T.H., Butchart, S.H.M., Balmford, A., Bennun, L., Stanwell-Smith, D., Walpole, M., Bates, N.R., Bomhard, B., Buchanan, G.M., Chenery, A.M., Collen, B., Csirke, J., Diaz, R.J., Dulvy, N.K., Fitzgerald, C., Kapos, V., Mayaux, P., Tierney, M., Waycott, M., Wood, L. & Green, R.E. (2011) Linked indicator sets for addressing biodiversity loss. *Oryx*, 45, 411-419.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., Biggs, R., Carpenter, S.R., de Vries, W., de Wit, C.A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyers, B. & Sörlin, S. (2015) Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347
- Tirira, D. (2011) Libro Rojo de los mamíferos del Ecuador. 2da. Edición. Murciélago Blanco Ediciones. Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Ministerio. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 8. Quito,
- Torres-Carvajal, O., Salazar-Valenzuela D. & A, M.-V. (2014) ReptiliaWebEcuador. Versión 2014.0. In. Museo de Zoología QCAZ, Pontificia Universidad Católica del Ecuador., <http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/reptiles/reptilesEcuador>.
- Tovar, C., Arnillas, C.A., Cuesta, F. & Buytaert, W. (2013) Diverging Responses of Tropical Andean Biomes under Future Climate Conditions. *PLoS ONE*, 8, e63634.
- Wolf, T. (1892) Geografía y geología del Ecuador, publicada por orden del supremo gobierno de la República. F. A. Brockhaus, Leipzig.



# Anexos

## Fichas metodológicas de indicadores para evaluar el impacto de la implementación de la estrategia nacional de biodiversidad y su plan de acción 2015-2020

<b>1. Indicadores de Fuerzas Motoras Sociales</b>	<b>58</b>
1.1 Incidencia, brecha y severidad de la pobreza por parroquias	58
1.2 Índice de educación por parroquias	60
<b>2. Indicadores de Fuerzas Motoras Económicas</b>	<b>63</b>
2.1 Series temporales del PIB total y del valor agregado de extracción de recursos naturales no renovables, agroindustria y plantaciones forestales.	63
2.2 Índices de diversificación y concentración económica del empleo	65
<b>3. Indicadores de Presión</b>	<b>68</b>
3.1 Población total	68
3.2 Tasas anuales acumulativas de crecimiento poblacional	70
3.3 Densidad vial	71
3.4 Tasa anual de deforestación de bosques nativos	73
3.5 Conversión anual de ecosistemas naturales a áreas intervenidas	75
3.6 Tasa de variación anual de coberturas de cultivos agroindustriales	77
3.7 Frecuencia de eventos de conflicto entre gente y fauna silvestre	79
3.8 Tasa anual de extracción de especies cinegéticas	81
3.9 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de concha prieta ( <i>Anadara tuberculosa</i> ) y cangrejo rojo ( <i>Ucides occidentalis</i> ).	84
3.10 Cambios proyectados en la distribución futura de biomas del Ecuador continental	87
3.11 Cambios proyectados en la distribución futura de especies amenazadas del Ecuador continental.	89
<b>4. Indicadores de Estado</b>	<b>94</b>
4.1 Cambio en la extensión remanente de ecosistemas terrestres y costeros en el Ecuador continental	94
4.2 Cambio en los patrones de riqueza de especies de fauna y flora en el Ecuador continental en base a su distribución geográfica remanente	96

4.3	Cambio de la densidad poblacional de especies de anfibios como organismos indicadores de la integridad y calidad de los ecosistemas terrestres	99
4.4	Tasa de ocupación de fauna silvestre	101
4.5	Diversidad de la comunidad de plantas vasculares	104
4.6	Índice de biodiversidad y riqueza ecológica de especies y hábitats (peces y macro-invertebrados) en la primera milla de protección marina.	108
4.7	Máximo rendimiento sostenible de la pesquería de peces pelágicos pequeños con énfasis en pinchagua ( <i>Opisthonema spp.</i> ) y chuhueco ( <i>Cetengraulis mysticetus</i> ).	110
4.8	Índice de hábitat fluvial (IHF)	113
4.9	Diversidad estructural de los bosques del Ecuador	119
4.10	Conectividad y estructura del paisaje	122
4.11	Cambio en patrones de fragmentación y estructura del paisaje	123
4.12	Productividad primaria bruta (PPB) en ecosistemas terrestres	125
4.13	Índice biótico de calidad de agua en base a macro-invertebrados acuáticos	129
4.14	Índice de calidad de bosque de ribera (QBR)	132
4.15	Biomasa de algas bentónicas en ríos de páramo	136
4.16	Cantidad de detritos o material orgánico natural (CMON)	138
4.17	Índice de integridad ecológica de ríos de la cuenca del Napo (IIE-NP)	141
4.18	Áreas de agro-biodiversidad fenotípica entre variedades de un conjunto seleccionado de cultivos nativos estratégicos para la seguridad alimentaria.	145
4.19	Áreas de diversidad ecogeográfica en fincas donde crecen las variedades de un conjunto seleccionado de cultivos nativos estratégicos para la seguridad alimentaria.	148

## 5. Indicadores de Respuesta

**152**

5.1	Porcentaje de horas de aula donde estudiantes reciben educación ambiental (ciclo básico y bachillerato) en sistema formal de educación.	152
5.2	Existencia, extensión y desagregación de cuentas nacionales satelitales ambientales en el Ecuador.	153
5.3	Magnitud y distribución geográfica de las áreas bajo incentivos para la conservación.	155
5.4	Indicadores de recursos financieros para políticas de biodiversidad: brecha de financiamiento de la ENB y su reducción, porcentaje del presupuesto nacional destinado a SNAP.	157
5.5	Proporción y superficie de los ecosistemas incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas	159
5.6	Cambio en la funcionalidad ecosistémica en áreas bajo restauración	162
5.7	Número y distribución de variedades de especies nativas, estratégicas para la soberanía alimentaria, re-introducidas <i>in situ</i>	166



# Indicadores de Fuerzas Motoras Sociales

## 1.1 Incidencia, brecha y severidad de la pobreza por parroquias

Carlos Larrea

Unidad de Información Socio Ambiental.

Universidad Andina Simón Bolívar

FICHA METODOLÓGICA	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Incidencia, brecha y severidad de la pobreza por parroquias</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Es un conjunto de tres indicadores de pobreza por ingresos o consumo, definidos indirectamente a partir de una línea de pobreza, desarrollados por Foster, Greer y Thorbecke (FGT).</p> <p>La <b>incidencia</b> de la pobreza, es la proporción de la población que se encuentra debajo de la línea de pobreza.</p> <p>La <b>brecha</b> de la pobreza de un hogar pobre es la proporción de la línea de pobreza requerido para que este hogar supere la pobreza. Para los hogares no pobres la brecha vale cero.</p> <p>La brecha de pobreza para un aglomerado social es el promedio de las brechas de sus miembros.</p> <p>La <b>severidad</b> de la pobreza para un grupo social es el promedio de los cuadrados de las brechas de sus individuos integrantes.</p>
FÓRMULA DE CÁLCULO	
<p>Si se define como <math>n</math> al total de la población, <math>z</math> a la línea de pobreza, <math>q</math> al total de pobres, y <math>y_i</math> al ingreso o consumo de cada persona pobre, las fórmulas para la incidencia, brecha y severidad de la pobreza son las siguientes:</p> <p>Incidencia: <math>I = \frac{q}{n}</math></p> <p>Brecha: <math>B = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^q \left[ \left( \frac{z - y_i}{z} \right)^2 \right]</math></p>	

$$\text{Severidad: } S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^q \left[ \left( \frac{z - y_i}{z} \right)^2 \right]$$

Existe una fórmula general para calcular los tres índices, variando únicamente el exponente  $\alpha$  con los valores  $0$  para la incidencia,  $1$  para la brecha y  $2$  para la severidad. Si se denomina  $P_0$  a la incidencia,  $P_1$  a la brecha, y  $P_2$  a la severidad, la fórmula puede escribirse de la siguiente manera:

$$P_\alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^q \left[ \left( \frac{z - y_i}{z} \right)^\alpha \right]$$

### DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

Los indicadores requieren la definición previa de una línea de pobreza, que conceptualmente se define como el costo monetario mínimo por habitante requerido para que los miembros de un hogar puedan acceder a la satisfacción de sus necesidades básicas de alimentación, salud y nutrición, educación y vivienda. La línea de pobreza se puede estimar mediante ingresos o por consumo.

### METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Puede estimarse la pobreza a partir de encuestas de hogares, pero el nivel de desagregación geográfica está limitado por la significación estadística de la muestra, que en el Ecuador corresponde a las principales provincias.

Para estimar la pobreza a escala parroquial se puede combinar una encuesta representativa con un censo, mediante el método matemático de estimación de áreas pequeñas.

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Además de la medición indirecta de la pobreza, se mide la pobreza por necesidades básicas insatisfechas, o se estima una pobreza multidimensional. Cada método tiene sus ventajas y desventajas.	
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Los indicadores de pobreza son adimensionales.	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	La pobreza en el Ecuador y en la mayor parte de los países en desarrollo es masiva, e indirectamente afecta a la sobreexplotación de recursos naturales, a la migración y a actividades como la deforestación y degradación en ecosistemas remanentes.	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Censos de población de 1990, 2001 y 2010, encuestas de Condiciones de Vida 1994, 1995, 1998, 2006 y 2014. Encuestas ENEMDUR para estimar el ingreso desde 2000.	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Cada 10 años para los censos. Cada 6 meses para las encuestas ENEMDUR.	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	Los datos son de acceso público, pero requieren de cálculos delicados y detallados, que afectan ampliamente los resultados.	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Por parroquias, cantones, provincias y regiones para los censos. Por provincias y regiones para las encuestas.
	<b>GENERAL</b>	Por área de residencia (urbano-rural)
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	Puede añadirse etnicidad

<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	Bases de datos UISA-UASM SIISE
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017 Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 2.
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	Foster, James; Joel Greer and Erik Thorbecke (1984). "A class of decomposable poverty measures". <i>Econometría</i> . 3 52: 761–766. doi:10.2307/1913475 Elbers, C., Lanjouw, J., Lanjouw, P., 2003. Micro-level estimation of poverty and inequality. <i>Econometría</i> 71(1), 355-364: Elbers, C., Lanjouw, J., Lanjouw, P., 2005. Imputed welfare estimates in regression analysis. <i>Journal of Economic Geography</i> 5(1), 101-118.
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Abril 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Abril 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>	Carlos Larrea. Unidad de Información Socio Ambiental (UISA).Universidad Andina Simón Bolívar

## 1.2 Índice de educación por parroquias

Carlos Larrea

Unidad de Información Socio Ambiental.

Universidad Andina Simón Bolívar

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	Índice de educación por parroquias
<b>DEFINICIÓN</b>	Se define como el primer componente principal de 8 indicadores censales de educación a partir de los censos de 1990, 2001 y 2010, con desagregación parroquial. El Índice se transforma a una escala entre 0 y 100 puntos. Los indicadores son: escolaridad de la población de 24 y más años, tasa de alfabetismo de la población de 15 y más años, tasas netas de asistencia a la educación primaria, secundaria y superior, tasa de acceso a la instrucción superior de la población de 24 y más años, diferencias de género en alfabetismos y escolaridad.
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$IEd = \alpha_1 Escol^* + \alpha_2 Alfab^* + \alpha_3 TASPrim^* + \alpha_4 TASSec^* + \alpha_5 TASSup^* + \alpha_6 AcEdSup^* + \alpha_7 DifGenEscol^* + \alpha_8 DifGenAlfab^*$	
<b>Donde:</b>	
$\alpha_i$ : Coeficientes de ponderación de componentes principales. Escol*, Alfab*, etc.: Los indicadores de educación de la definición, previamente estandarizados.	

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de <b>alfabetismo</b> entre la población de 15 años o más (Alfab).</li> <li>• Nivel de <b>escolaridad</b> en la población de 24 años o más, definido como el promedio de años de instrucción formal recibidos (Escol).</li> <li>• Porcentaje de la población de 24 años o más con <b>instrucción superior</b> (TAsSup).</li> <li>• <b>Tasas netas de asistencia</b> en los niveles primario, secundario y superior, definidas como los porcentajes de la población, en los grupos de edad correspondientes, que asisten a establecimientos educativos en el nivel mencionado. Los grupos de edad son de 6 a 11 años para primaria, de 12 a 17 para secundaria, y de 18 a 24 para la educación superior (TAsPrim, TAsSec y TAsSup).</li> <li>• Diferencias de género en escolaridad y alfabetismo, definidas como <math>Escol_H - Escol_F</math>, <math>Alfab_H - Alfab_M</math> respectivamente, y los subíndices se refieren a hombre y mujeres.</li> </ul>		
METODOLOGÍA DE CÁLCULO		
Análisis de componentes principales, ponderando cada parroquia por el logaritmo natural de su población.		
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Los coeficientes $\alpha$ varían de acuerdo a los datos específicos ingresados. Pueden adoptarse coeficientes fijos a partir de observaciones robustas.	
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Índice adimensional, comprendido en una escala entre 0 y 100 puntos.	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	El Índice es un indicador compuesto construido para maximizar su representatividad sobre la base de 8 indicadores relevantes en educación.	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Censos de población: 1974, 1982, 1990, 2001, 2010	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Aproximadamente cada 10 años el índice, sin embargo, puede aplicarse también a las encuestas de hogares a escala provincial, regional, por área de residencia y nacional cada semestre.	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	INEC	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Por parroquias, cantones, provincias y regiones para los censos, por provincias y regiones para las encuestas.
	<b>GENERAL</b>	Por área de residencia (urbano-rural)
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	Puede añadirse etnicidad
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	Bases de datos UISA-UASM SIISE	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017. Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 1.	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	Larrea C. y Camacho G. 2013. Atlas de las desigualdades socio económicas del Ecuador. Quito: SENPLADES, 2013 Larrea C. et al. Desarrollo Social y Gestión Municipal en el Ecuador: Jerarquización y Tipología. Quito: ODEPLAN-MOSTA, 1999.	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Abril 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Abril 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Carlos Larrea. Unidad de Información Socio Ambiental (UISA).Universidad Andina Simón Bolívar	



# Indicadores de Fuerzas Motoras Económicas

## 2.1 Series temporales del PIB total y del valor agregado de extracción de recursos naturales no renovables, agroindustria y plantaciones forestales.

Carlos Larrea

Unidad de Información Socio Ambiental.

Universidad Andina Simón Bolívar

FICHA METODOLÓGICA	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Series temporales del PIB total y del valor agregado de extracción de recursos naturales no renovables, agroindustria y plantaciones forestales</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>El Producto Interno Bruto (PIB) es la suma del valor agregado de toda la producción económica en un territorio determinado durante un año. El valor agregado de una rama es el valor bruto de la producción menos la suma de todos los insumos requeridos.</p> <p>Para la construcción del indicador se consideran al PIB generado de los siguientes sectores: petróleo y gas, minería metálica, extracción de madera en ecosistemas remanentes, acuicultura del camarón en cautiverio, plantaciones de palma africana, palmito y banano, y plantaciones forestales en los páramos.</p>
FÓRMULA DE CÁLCULO	
$PIB = VA = \sum VBP - \sum Ins$	
<b>Dónde:</b>	
PIB : Producto Interno Bruto	
VA : Valor Agregado	
VBP : Valor Bruto de la Producción	
Ins : Insumos	

<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>		
<p>La tasa acumulativa anual de crecimiento económico, aplicada al PIB o al valor agregado de una rama, representa en cambio porcentual de esta variable en un año determinado, y se calcula con una fórmula similar a la del crecimiento poblacional.</p> <p>El PIB por habitante es el PIB dividido para la población total de un territorio en un año determinado. Ambas variables son importantes en la fórmula IPAT.</p>		
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>		
<p>La metodología de cálculo es compleja, y la realiza el Banco Central en su sistema de cuentas nacionales, siguiendo procedimientos internacionalmente estandarizados.</p>		
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	<p>El PIB ha sido ampliamente criticado como un indicador de bienestar. En este estudio se lo toma como un indicador de presión económica sobre la biodiversidad.</p>	
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	<p>En el Ecuador, debe medirse en dólares constantes, siguiendo la metodología de las cuentas nacionales. La última revisión se basa en precios de 2007.</p>	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Este grupo de indicadores mide la presión sobre el ambiente de la economía en su conjunto, así como la de las ramas con impacto mayor sobre la biodiversidad, como las actividades extractivas y ciertos monocultivos.</p>	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	<p>Matriz insumo-producto del Banco Central del Ecuador, desagregada por 245 ramas para la información detallada. Para mayores niveles de agregación, cuentas nacionales del Banco Central del Ecuador. Para productos agrícolas específicos se dispone de series de tiempo del FAO, expresadas en toneladas.</p>	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	<p>Anual.</p>	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	<p>Banco Central del Ecuador, FAO (complementaria).</p>	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	<p>Nacional.</p>
	<b>GENERAL</b>	<p>Para las ramas definidas.</p>
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	<p>No aplica.</p>
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	<p>Para ciertas actividades, como petróleo y ciertos productos agrícolas, puede usarse información adicional sobre la distribución de las mismas en el territorio.</p>	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 6.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Banco Central del Ecuador www.bce.fin.ec</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	<p>Abril 2015</p>	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	<p>Abril 2015</p>	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	<p>Ambiente</p>	<p>02</p>
<b>ELABORADO POR</b>	<p>Carlos Larrea. Unidad de Información Socio Ambiental (UISA).Universidad Andina Simón Bolívar</p>	

## 2.2 Índices de diversificación y concentración económica del empleo

Carlos Larrea

Unidad de Información Socio Ambiental.

Universidad Andina Simón Bolívar

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Índices de diversificación y concentración económica del empleo</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	El Índice de Concentración en una localidad determinada se define como la suma de los cuadrados de las proporciones de la PEA de las 5 ramas con mayor proporción, con desagregación CIIU, versión 4, de un dígito (nivel de sección). El Índice de diversificación se define como: 1 – el índice de concentración.
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$ICEE = \sum_{i=1}^5 p_i^2$ $IDEE = 1 - \sum_{i=1}^5 p_i^2$	
<p><b>Donde:</b></p> $p_i = \frac{PEA_i}{PEA_{total}}$ <p>las proporciones por ramas en el empleo están previamente ordenadas de mayor a menor</p> <p>ICEE: índice de concentración económica del empleo IDEE: Índice de diversificación económica del empleo</p>	
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
La clasificación CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) adoptado por Naciones Unidas, define las ramas de la economía. El mayor nivel de agregación (dígito) contiene 21 actividades en la Versión 4 (2009).	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
Partiendo de la clasificación CIIU del empleo por ramas, versión 4, por secciones, compuesta por 21 ramas, se calculan las proporciones (fracciones de la unidad) del empleo para cada rama.	
A continuación se ordena la lista de proporciones de mayor a menor, y se aplican las fórmulas tomando las 5 ramas de mayor proporción.	
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Los Índices son una adaptación del Índice de Herfindahl-Hirschman de concentración económica, y se encuentran en una etapa inicial de implementación, pueden cambiar y mejorarse.
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Los índices son adimensionales.

<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		La diversificación económica del empleo mide la capacidad de inclusión social y económica de una región, y permite identificar su potencial para superar la pobreza y retener a su propia población.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		Censos de población de 1982, 1990, 2001 y 2010, encuestas de Condiciones de Vida 1994, 1995, 1998, 2006 y 2014. Encuestas ENEMDU desde 2000.
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Cada 10 años para los censos, cada 6 meses para las encuestas ENEMDUR.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		INEC
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional, regional, provincial, cantonal y parroquial.
	<b>GENERAL</b>	Área de residencia.
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica.
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		Censos de población y vivienda espacializados - UISA-UASB
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		- Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017 - Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		United States Department of Justice, <i>Herfindahl-Hirschman Index</i> , <a href="http://www.justice.gov/atr/public/guidelines/hhi.html">http://www.justice.gov/atr/public/guidelines/hhi.html</a> Visitado, abril 2015.
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		Abril 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		Abril 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>		Carlos Larrea. Unidad de Información Socio Ambiental (UISA).Universidad Andina Simón Bolívar



# 3 Indicadores de Presión

## 3.1 Población total

Carlos Larrea  
 Unidad de Información Socio Ambiental.  
 Universidad Andina Simón Bolívar

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Población total</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Número total de habitantes en una circunscripción territorial definida en un punto del tiempo (e.g 1982, 1990, 2001 y 2010).
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$P = \sum_1^k n_i$	
<b>Dónde:</b>	
<i>P</i>	Equivale a la población total de una circunscripción.
<i>n</i>	Equivale al número de habitantes en cada unidad de mejor jerarquía, por ejemplo hogares, o parroquias si la circunscripción es el cantón. En encuestas, n es el factor de expansión f.
<i>k</i>	Equivale al número de unidades de menor circunscripción o el tamaño de la muestra en encuestas.
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
El indicador puede extenderse a la población de un determinado grupo étnico (indígena o afroecuatoriano), etario, o por sexo.	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
En los censos se obtiene directamente del conteo de personas. En las encuestas se obtiene sumando las personas, ponderadas por sus respectivos factores de expansión. ( $n = f$ ) donde f es el factor de expansión de cada persona encuestada.	

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	La población de los censos está sujeta a una determinada proporción de sub-registro, que depende de la cobertura de trabajo de campo. En las encuestas la estimación de la población tiene un margen de error que depende del tamaño de la encuesta y también del diseño de la muestra.	
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Número de personas.	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Permite conocer las presiones sobre la biodiversidad derivadas del crecimiento de la población humana y de la demanda de recursos naturales dependiente de ella. Se basa en la ecuación <b>IPAT</b>.</p> <p>La ecuación establece que el impacto ambiental de origen antrópico sobre la biodiversidad <b>Ib</b>, es el producto de tres factores. <b>P</b> representa la población, <b>A</b> representa la magnitud de la actividad económica por habitante, y <b>T</b> se refiere a la tecnología, y se expresa como el impacto unitario sobre la biodiversidad de cada dólar que conforma el PIB.</p> <p style="text-align: center;"><b><i>Ib = PAT</i></b></p>	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Censos nacionales de 1982, 1990, 2001 y 2010. Para mayores niveles de agregación, por regiones, también los censos de 1950, 1962 y 1974. Encuestas nacionales ENEMDU	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Para los censos normalmente cada 10 años, las encuestas nacionales son ahora trimestrales o semestrales.	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	Las bases normalmente son publicadas por INEC.	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional, regional, provincial, cantonal y parroquial.
	<b>GENERAL</b>	Regional desagregado por área de residencia, urbana-rural. Se define como urbano todo centro amanzanado de al menos 5000 habitantes (esta no es la definición del INEC, que clasifica como urbana a toda cabecera cantonal).
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	Posteriormente puede ampliarse al estudio de grupos étnicos y desagregarse por sexo.
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	Los datos censales pueden georreferenciarse por parroquias y divisiones administrativas superiores.	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	No está ligado a ningún resultado ENBPA ni meta de Aichi - CEPALSTAT	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	Larrea C. y Camacho G. 2013. Atlas de las desigualdades socio económicas del Ecuador. Quito: SENPLADES, 2013	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Abril 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Abril 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Carlos Larrea. Unidad de Información Socio Ambiental (UISA).Universidad Andina Simón Bolívar	

## 3.2 Tasas anuales acumulativas de crecimiento poblacional

Carlos Larrea

Unidad de Información Socio Ambiental.

Universidad Andina Simón Bolívar

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Tasas anuales acumulativas de crecimiento poblacional</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Es el cambio relativo de la población de una localidad durante un año, expresado como una fracción (o porcentaje) de la población total al inicio del año.
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$r = \left( \sqrt[n]{\frac{P_t}{P_0}} - 1 \right) 100$	
<b>Dónde:</b>	
<p><b>r:</b> es la tasa anual acumulativa de crecimiento poblacional, expresada como porcentaje</p> <p><b>n:</b> es el número de años transcurridos entre dos observaciones. <b>(t – 0)</b></p> <p><b>P<sub>t</sub>:</b> es la población final del período</p> <p><b>P<sub>0</sub>:</b> es la población inicial del período</p>	
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
<p><b>n:</b> es el número de años transcurridos entre dos observaciones. <b>(t – 0)</b></p> <p><b>P<sub>t</sub>:</b> es la población final del período</p> <p><b>P<sub>0</sub>:</b> es la población inicial del período</p>	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
<p>Aplicación de la fórmula a partir de datos censales, con los censos de 1950, 1962, 1974, 1982, 1990, 2001 y 2010. Debe realizarse previamente una homologación de las unidades territoriales sub-nacionales a las que se aplica la fórmula, debido a la creación de provincias, cantones y parroquias o la redefinición del área de las unidades territoriales.</p>	
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Solamente los Censos desde 1982 están en formato digital. La información del censo de 1950 es muy básica.
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	La tasa de crecimiento es un número puro, adimensional.
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	Es un indicador indirecto de presión sobre la biodiversidad, y muestra el cambio de la población en la ecuación IPAT. Es el resultado de dos componentes, el crecimiento vegetativo y las migraciones.
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Censos de 1950, 1962, 1974, 1982, 1990, 2001 y 2010.
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Los censos se realizan cada 10 años, aproximadamente. Existen también proyecciones, pero su confiabilidad es limitada.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	Desde 1982 hay disponibilidad completa, pero se requiere compatibilizar las unidades geográficas.

<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Geográfico, a escalas regional, provincial, cantonal y parroquial.	
	<b>GENERAL</b>	Por área de residencia (urbana y rural). Se define como urbano todo centro amanzanado de al menos 5000 habitantes (esta no es la definición del INEC, que clasifica como urbana a toda cabecera cantonal).	
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica	
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		Existe o puede elaborarse para años anteriores.	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		No está ligado a ningún resultado ENBPA ni meta de Aichi - CEPALSTAT	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		No Aplica	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		Abril 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		Abril 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>		Carlos Larrea. Unidad de Información Socio Ambiental (UISA).Universidad Andina Simón Bolívar	

### 3.3 Densidad vial

Carlos Larrea  
Unidad de Información Socio Ambiental.  
Universidad Andina Simón Bolívar

Francisco Cuesta  
Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la  
Ecorregión Andina - CONDESAN.

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Densidad vial</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	La densidad vial es la relación entre la longitud de la red vial total de un país y su superficie terrestre. Se mide en kilómetros de caminos por cada 100 km <sup>2</sup> de superficie terrestre.
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$Dv = \frac{L}{A * 100}$	
<b>Dónde:</b>	
<b>Dv:</b>	Densidad vial (km / km <sup>2</sup> )
<b>L:</b>	Longitud de la red vial (km)
<b>A:</b>	Superficie del país (u otro nivel político administrativo) (km <sup>2</sup> )

<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>		
La red vial incluye todas las carreteras del país: autopistas, autovías, carreteras principales o nacionales, carreteras secundarias o regionales, y otras vías urbanas y rurales.		
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>		
El cálculo del indicador requiere los siguientes pasos metodológicos:		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematización y actualización de información cartográfica temática de distribución de la red vial en el Ecuador continental a partir de la cartografía base y temática producida por el Instituto Geográfico Militar y el Ministerio de Obras Públicas. Esta información debe ser generada de manera permanente en el tiempo con una frecuencia de observación definida. El indicador del Banco Mundial sugiere períodos quinquenales de análisis.</li> <li>• Comparación de longitudes de vías a partir de cada serie temática (e.g. 1991-1995 vs 2011-2015).</li> <li>• Cálculo de la densidad de vías nacional y provincial para cada período de referencia.</li> </ul>		
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	No existe una estandarización en los períodos de actualización de las diferentes regiones del país. La información en muchos casos no incluye todas las vías existentes en el país o la totalidad de su extensión.	
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Las vías pueden medirse en kilómetros.	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	La construcción de carreteras en ecosistemas remanentes y áreas protegidas ha sido uno de los medios indirectos de presión en la reducción del hábitat de la biodiversidad en el Ecuador.	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	MTOP, Plan Maestro de Vialidad, 2010.	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Quinquenal	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	Es necesario realizar un ejercicio de sistematización de la información disponible y usarla como punto de partida.	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional, región y provincia
	<b>GENERAL</b>	Carreteras por ordenes
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	Mapas cartográficos nacionales generados por el IGM a escala 1:50 000. Otros insumos cartográficos generados por autoridades competentes.	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	No está ligado a ningún resultado ENBPA ni meta de Aichi-	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	Banco Mundial, indicadores de infraestructura: <a href="http://datos.bancomundial.org/indicador/IS.ROD.DNST.K2/countries/1W?display=default">http://datos.bancomundial.org/indicador/IS.ROD.DNST.K2/countries/1W?display=default</a>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Abril 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Septiembre 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Carlos Larrea. Unidad de Información Socio Ambiental (UISA). Universidad Andina Simón Bolívar Francisco Cuesta. CONDESAN	

### 3.4 Tasa anual de deforestación de bosques nativos

Manuel Peralvo

Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN.

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Tasa anual de deforestación de bosques nativos</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Cambio porcentual anual en la superficie cubierta por ecosistemas forestales nativos del Ecuador continental.
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$q = 100 \left( \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^{1/(t_2-t_1)} - 1 \right)$	
<b>Dónde:</b>	
<i>q</i> :	Tasa anual de cambio en la cobertura de bosques nativos (%/año)
<i>t<sub>2</sub></i> :	Fecha final del período de referencia
<i>t<sub>1</sub></i> :	Fecha inicial del período de referencia
<i>A<sub>2</sub></i> :	Área de bosque nativo en la fecha t2 (ha)
<i>A<sub>1</sub></i> :	Área de bosque nativo en la fecha t1 (ha)
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
<p><b>Área de bosque nativo:</b> Se define como la superficie a nivel nacional de las comunidades vegetales primaria o secundaria regeneradas por sucesión natural, que se caracterizan por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos. Para ser contabilizadas como bosque, estas áreas deberán tener por lo menos una hectárea, con árboles de al menos 5 m de altura y con un mínimo de 30% de cobertura del dosel o capa aérea vegetal. Incluye las áreas cubiertas de bambú y palmas nativas, siempre que éstas alcancen el límite mínimo establecido en cuanto a altura y cubierta de copas. Excluye las formaciones de árboles utilizadas en sistemas de producción agrícola, por ejemplo plantaciones frutales, plantaciones de palma africana y sistemas agroforestales. Excluye también los árboles que crecen en parques y jardines urbanos.</p> <p><b>Deforestación:</b> Proceso de conversión antrópica del bosque en otra cobertura y uso de la tierra; bajo los umbrales de altura, cobertura del dosel o área establecida en la definición de bosque. No se considera deforestación a las zonas de plantaciones forestales removidas como resultado de cosecha o tala, y donde se espera que el bosque se regenere naturalmente o con la ayuda de prácticas silvi- culturales.</p>	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
<p>El indicador requiere los siguientes procesos metodológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de información cartográfica temática de distribución de bosques nativos en el Ecuador continental a partir del análisis de sensores remotos de forma permanente en el tiempo con una frecuencia de observación definida.</li> <li>• Comparación de superficies de bosque nativo a partir de cada par de imágenes.</li> <li>• Estimación de tasas parciales tomando en cuenta la variabilidad en las fechas de adquisición de las imágenes para el período de referencia t1 – t2 (Puyravaud 2003).</li> <li>• Cálculo de tasa anual nacional y tasas provinciales para el período de referencia.</li> </ul>	

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>		<p>Áreas con cobertura persistente de nubes pueden impedir caracterizar de forma adecuada procesos de deforestación.</p> <p>En ciertos paisajes y tipos de ecosistemas (p.ej. bosques secos), la identificación eventos de conversión puede complicarse por la similitud espectral entre coberturas de la tierra naturales y de origen antrópico.</p>						
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		<table border="1"> <tr> <td><b>q:</b></td> <td>%/año</td> </tr> <tr> <td><b>t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub></b></td> <td>Años</td> </tr> <tr> <td><b>A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub></b></td> <td>ha</td> </tr> </table>	<b>q:</b>	%/año	<b>t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub></b>	Años	<b>A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub></b>	ha
<b>q:</b>	%/año							
<b>t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub></b>	Años							
<b>A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub></b>	ha							
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		Un valor negativo de q implica pérdida en el área de bosques nativos.						
<b>FUENTE DE DATOS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapas nacionales de cobertura y uso de la tierra.</li> <li>Mapas de distribución de bosques</li> </ul>						
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		<p>La periodicidad actual de este indicador es indeterminada. La disponibilidad de la línea base histórica de este indicador está relacionada a las actividades de monitoreo de cambio de cobertura y uso de la tierra del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE 2012). A futuro, se podría utilizar la siguiente periodicidad en la generación de los datos de partida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La resolución temporal óptima de cálculo de este indicador es anual a partir de mapas de bosque / no bosque.</li> <li>La generación de mapas de cobertura y uso de la tierra a nivel nacional puede tener una menor resolución temporal (e.g. cada 5 años).</li> </ul>						
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mapas nacionales de cobertura y uso de la tierra para los años de referencia 1990, 2000 y 2008 generados por el MAE.</li> <li>Mapa nacional de cobertura y uso de la tierra para el año de referencia 2014 generado por el MAE y el MAGAP.</li> </ul>						
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional y provincial						
	<b>GENERAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valores de <b>q</b> por ecosistema forestal</li> <li>Valores de <b>q</b> por región</li> </ul>						
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica						
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		<p><b>ESCALA.-</b> Al menos 1:100 000. Unidad mínima de mapeo 1 ha.</p> <p><b>SISTEMA DE REFERENCIA.-</b> UTM Z17S, Datum WGS 84.</p> <p><b>FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.-</b> Definido por la autoridad competente.</p>						
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>Política de Gobernanza del Patrimonio Natural</li> <li>Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 7.</li> </ul>						
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>Puyravaud, J. P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. <i>Forest Ecology and Management</i> 177 (1):593-596.</p> <p>MAE. 2012. Línea base de deforestación del Ecuador continental. 30 p. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador, Programa Socio Bosque.</p>						

<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	1 de Mayo 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	1 de Mayo 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Manuel Peralvo, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN)	

### 3.5 Conversión anual de ecosistemas naturales a áreas intervenidas

Manuel Peralvo

Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN.

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Conversión anual de ecosistemas naturales a áreas intervenidas</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Porcentaje de cambio de origen antrópico en la superficie cubierta por ecosistemas naturales en un período definido de tiempo agrupados en los siguientes estratos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosque decíduo</li> <li>• Bosque siempre verde de tierras bajas</li> <li>• Páramo</li> <li>• Matorral semidecíduo y decíduo</li> <li>• Bosque andino montano</li> <li>• Bosques inundables de tierras bajas</li> <li>• Manglar</li> </ul>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$CONVER_i = \left( \left( \frac{Anat_i \rightarrow Aint}{Anat_{io}} \right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} \right) (100)$	
<b>Dónde:</b>	
$CONVER_i$ :	Tasa anual de cambio del ecosistema natural $i$ (%/año)
$t_2$ :	Fecha final del período de referencia
$t_1$ :	Fecha inicial del período de referencia
$Anat_i \rightarrow A_{int}$ :	Superficie en ha del estrato de vegetación natural $i$ convertido a áreas intervenidas en el período estudiado
$Anat_{io}$ :	Superficie en ha del estrato de vegetación natural $i$ en la fecha $t_1$
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
<p><b>Ecosistemas naturales:</b> Definidos a partir de Baez et al. (2010) y agrupados en los siete estratos especificados arriba.</p> <p><b>Áreas intervenidas:</b> Corresponde a las clases plantación forestal, cultivo semipermanente, cultivo permanente, pasto cultivado, mosaico agropecuario del nivel 2 de la leyenda de CUT utilizada por el MAE a nivel nacional.</p>	

<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>									
<p>El indicador requiere los siguientes procesos metodológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa de referencia de ecosistemas del Ecuador Continental: Es un mapa de distribución de los estratos de vegetación natural en la fecha <math>t_1</math>.</li> <li>• Mapeo de crecimiento de áreas intervenidas en el período <math>t_1 - t_2</math>: Puede ser parte de un proceso de mapeo exhaustivo (i.e. wall-to-wall) de cobertura y uso de la tierra (CUT) a nivel nacional.</li> <li>• Estimación de tasas parciales de conversión para cada estrato tomando en cuenta la variabilidad en las fechas de adquisición de las imágenes para el período de referencia <math>t_1 - t_2</math>.</li> </ul>									
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	<p>Áreas con cobertura persistente de nubes pueden impedir caracterizar de forma adecuada procesos de deforestación. En ciertos paisajes y tipos de ecosistemas (p.ej. bosques secos), la identificación eventos de conversión puede complicarse por la similitud espectral entre coberturas de la tierra naturales y de origen antrópico.</p> <p>Requiere de una metodología consistente en el tiempo de mapeo de variación de áreas intervenidas para actualizar secuencialmente el mapa de referencia de ecosistemas.</p>								
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>CONVER_i</math>:</td> <td style="padding: 2px;">ha/año</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>t_2 - t_1</math>:</td> <td style="padding: 2px;">Años</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>Anat_i \rightarrow A_{int}</math>:</td> <td style="padding: 2px;">ha</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;"><math>Anat_{io}</math>:</td> <td style="padding: 2px;">ha</td> </tr> </table>	$CONVER_i$ :	ha/año	$t_2 - t_1$ :	Años	$Anat_i \rightarrow A_{int}$ :	ha	$Anat_{io}$ :	ha
$CONVER_i$ :	ha/año								
$t_2 - t_1$ :	Años								
$Anat_i \rightarrow A_{int}$ :	ha								
$Anat_{io}$ :	ha								
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Un valor positivo de <math>CONVER_i</math> es la pérdida en %/año de superficie del estrato de vegetación natural <math>i</math> en el período <math>t_1 - t_2</math>.</p>								
<b>FUENTE DE DATOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas nacionales de ecosistemas del Ecuador continental.</li> <li>• Series temporales de mapas nacionales de cambio de cobertura y uso de la tierra (CCUT).</li> </ul>								
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	<p>La periodicidad actual de este indicador es indeterminada. A futuro, se debería partir de un mapeo exhaustivo de cobertura y uso de la tierra a nivel nacional cada 5 años.</p>								
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	<p>La disponibilidad de la línea base histórica de este indicador está relacionada a las actividades de monitoreo de cambio de cobertura y uso de la tierra del Ministerio del Ambiente del Ecuador para los años de referencia 1990 – 2000 – 2008 (MAE 2012), el mapeo de ecosistemas en el Ecuador continental (MAE 2013) y el mapa de cobertura y uso de la tierra para el 2014 generado por el MAE y el MAGAP. Sobre estos insumos se podría calcular este indicador para los períodos 1990-2000, 2000-2008, 2008-2014.</p>								
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional y provincial							
	<b>GENERAL</b>	Valores de $CONVER_i$ por estrato de vegetación natural							
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica							
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	<p><b>ESCALA.</b>- Al menos 1:100 000. Unidad mínima de mapeo 1 ha.</p> <p><b>SISTEMA DE REFERENCIA.</b>- UTM Z17S, Datum WGS 84.</p> <p><b>FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.</b>- Definido por la autoridad competente.</p>								

<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>- Política de Gobernanza del Patrimonio Natural</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 7.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Baez, S., S. Salgado, J. Santiana, F. Cuesta, M. Peralvo, R. Galeas, C. Josse, Z. Aguirre, G. Navarro, W. Ferreira, X. Cornejo, H. Mogollón, C. Ulloa-Ulloa, S. León-Yáñez, B. Stahl, y G. Toasa. 2010. Propuesta metodológica para la representación cartográfica de los ecosistemas del Ecuador Continental. Quito, Ecuador: CONDESAN y Ministerio del Ambiente del Ecuador.</p> <p>MAE. 2012. Línea base de deforestación del Ecuador continental. 30 p. Quito: Ministerio del Ambiente del Ecuador, Programa Socio Bosque.</p> <p>MAE. 2013. Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito: Ministerio de Ambiente del Ecuador.</p>
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	1 de Mayo 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	1 de Mayo 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>	Manuel Peralvo, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN)

### 3.6 Tasa de variación anual de coberturas de cultivos agroindustriales

Manuel Peralvo

Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN.

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Tasa de variación anual de coberturas de cultivos agroindustriales</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Variación porcentual anual en relación a la superficie total del Ecuador continental de los siguientes cultivos y usos de la tierra agroindustriales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Palma africana</li> <li>• Banano</li> <li>• Palmito</li> <li>• Plantaciones forestales de pino, eucalipto, teca</li> <li>• Acuicultura de camarón</li> </ul>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$INTER_i = \left( \frac{Acult_{t_2} - Acult_{t_1}}{A_{EC}} \right)^{\frac{1}{t_2 - t_1}} (100)$	
<b>Dónde:</b>	
$Acult_i^{t_1}$	Área en ha del cultivo i en la fecha de inicio $t_1$
$Acult_i^{t_2}$	Área en ha de cultivo i en la fecha final $t_2$
$A_{EC}$	Área en ha del Ecuador continental
$t_2 - t_1$	Lapso de tiempo en años entre las dos fechas de análisis

<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>											
<p>La variable <b>INTER<sub>i</sub></b> se calcula para cada uno de los cultivos priorizados. Al ser un porcentaje en relación al área total del Ecuador, es posible realizar comparaciones directas entre estos cultivos en un período determinado.</p>											
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>											
<p>El indicador requiere los siguientes procesos metodológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de información cartográfica temática de distribución de los cultivos priorizados arriba.</li> <li>• Cálculo de la variación en la superficie de cada cultivo priorizado en el período t1 – t2.</li> <li>• De forma alternativa, se puede partir de sistemas de monitoreo del sector agrícola que estimen la superficie nacional de los cultivos priorizados a partir de encuestas, reportes de producción, entre otras fuentes no espacialmente explícitas de información.</li> </ul>											
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	<p>Áreas con cobertura persistente de nubes pueden impedir mapear de forma adecuada las áreas de los cultivos seleccionados.</p> <p>Las plantaciones forestales pueden ser difíciles de diferenciar de otros tipos de bosque natural y coberturas de la tierra de origen antrópico.</p>										
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	<table border="1"> <tbody> <tr> <td><b>INTER<sub>i</sub></b></td> <td>ha/año</td> </tr> <tr> <td><b>Acult<sub>i</sub><sup>t1</sup></b></td> <td>ha</td> </tr> <tr> <td><b>Acult<sub>i</sub><sup>t2</sup></b></td> <td>ha</td> </tr> <tr> <td><b>A<sub>EC</sub></b></td> <td>ha</td> </tr> <tr> <td><b>t<sub>2</sub> – t<sub>1</sub></b></td> <td>Años</td> </tr> </tbody> </table>	<b>INTER<sub>i</sub></b>	ha/año	<b>Acult<sub>i</sub><sup>t1</sup></b>	ha	<b>Acult<sub>i</sub><sup>t2</sup></b>	ha	<b>A<sub>EC</sub></b>	ha	<b>t<sub>2</sub> – t<sub>1</sub></b>	Años
<b>INTER<sub>i</sub></b>	ha/año										
<b>Acult<sub>i</sub><sup>t1</sup></b>	ha										
<b>Acult<sub>i</sub><sup>t2</sup></b>	ha										
<b>A<sub>EC</sub></b>	ha										
<b>t<sub>2</sub> – t<sub>1</sub></b>	Años										
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Un valor negativo de <b>INTER<sub>i</sub></b> corresponde a una disminución neta en el área del cultivo i, un valor positivo corresponde a un aumento neto en el área del cultivo en el período t<sub>2</sub> – t<sub>1</sub>.</p>										
<b>FUENTE DE DATOS</b>	<p>Series temporales de mapas nacionales de cambio de cobertura y uso de la tierra (CCUT).</p>										
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	<p>La periodicidad actual de este indicador es indeterminada. A futuro, se debería partir de un mapeo exhaustivo de cobertura y uso de la tierra a nivel nacional cada 5 años.</p>										
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe información histórica espacialmente explícita sobre los cultivos priorizados.</li> <li>• Se puede evaluar la generación de una línea base histórica utilizando información estadística no espacial.</li> </ul>										
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional y provincial									
	<b>GENERAL</b>	No aplica									
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica									
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	<p><b>ESCALA.</b>- Al menos 1:100 000. Unidad mínima de mapeo 1 ha.</p> <p><b>SISTEMA DE REFERENCIA.</b>- UTM Z17S, Datum WGS 84.</p> <p><b>FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.</b>- Definido por la autoridad competente.</p>										

<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>- Política de Gobernanza del Patrimonio Natural</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultados 7 y 9.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	No Aplica	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	1 de Mayo 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	1 de Mayo 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Manuel Peralvo, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN)	

### 3.7 Frecuencia de eventos de conflicto entre gente y fauna silvestre

Galo Zapata Ríos  
Wildlife Conservation Society (WCS) Ecuador

Esteban Suárez  
Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales  
Universidad San Francisco de Quito

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Frecuencia de eventos de conflicto entre gente y fauna silvestre</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Número de eventos de conflicto entre gente y fauna silvestre por km <sup>2</sup> y por año.
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$CON = n_{evc} / APs$	
<b>Dónde:</b>	
<i>CON</i>	Frecuencia de eventos de conflicto entre gente y fauna silvestre.
<i>n<sub>evc</sub></i>	Número total de eventos de conflicto.
<i>APs</i>	Superficie del área protegida (km <sup>2</sup> ).

## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

$n_{\text{ev}}$ : Número total de eventos de conflicto de la especie de fauna silvestre de interés.  
**APs**: Superficie del área protegida (km<sup>2</sup>).

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para poder estimar la frecuencia de los eventos de conflicto en las áreas protegidas, es necesario mantener un inventario de estos eventos como parte de las actividades de gestión y manejo de las áreas. La información que debe ser colectada para cada evento de conflicto incluye:

1. Nombre del denunciante
2. Nombre de la localidad
3. Coordenadas geográficas de la localidad
4. Altitud
5. Tipo de animal doméstico atacado
6. Número de animales domésticos muertos
7. Número de animales domésticos heridos
8. Fecha del ataque
9. Fecha del reporte
10. Identidad taxonómica de la especie de fauna silvestre involucrada en el evento de conflicto
11. Nombre de la persona que realiza el reporte del evento de conflicto.

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	La colección de datos se debe realizar permanentemente para poder mantener un registro preciso de los eventos de conflicto. La correcta identificación taxonómica de la especie involucrada en el evento de conflicto es sumamente importante. Por ejemplo, en muchas ocasiones se atribuyen erróneamente los eventos de depredación de animales domésticos a depredadores silvestres (e.g., osos, pumas) cuando los responsables son otras especies domésticas como los perros. Estos errores de identificación generan en la gente local percepciones negativas sobre las especies de fauna silvestre.						
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Número de eventos por km <sup>2</sup> por año ( $n/\text{km}^2/\text{año}$ ).						
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	El indicador provee información sobre la variación temporal en el número de eventos de conflicto entre la gente y la fauna silvestre, muchas de ellas consideradas en peligro de extinción.						
<b>FUENTE DE DATOS</b>	La frecuencia de eventos de conflicto entre gente y fauna silvestre utiliza información colectada en el campo, obtenida directamente de miembros de las comunidades locales.						
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	El indicador se mide anualmente.						
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	Existe muy poca información sobre la frecuencia de eventos de conflicto entre gente y fauna silvestre. La poca información disponible está restringida para muy pocas localidades (en su mayoría andinas), y no existe información sobre las variaciones temporales del conflicto.						
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center;"><b>GEOGRÁFICO</b></td> <td>Local (e.g., comunidad, asociación), unidades de conservación (e.g., áreas protegidas, reservas comunitarias).</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>GENERAL</b></td> <td>Especie de fauna silvestre.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>OTROS ÁMBITOS</b></td> <td>No aplica</td> </tr> </table>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Local (e.g., comunidad, asociación), unidades de conservación (e.g., áreas protegidas, reservas comunitarias).	<b>GENERAL</b>	Especie de fauna silvestre.	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>GEOGRÁFICO</b>	Local (e.g., comunidad, asociación), unidades de conservación (e.g., áreas protegidas, reservas comunitarias).						
<b>GENERAL</b>	Especie de fauna silvestre.						
<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica						
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	No aplica						

<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir</li> <li>- Ley de Gestión Ambiental</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 14.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Leite Pitman, M.R.P., T. Gomes de Oliveria, R. Cunha de Paula &amp; C. Indrusiak. 2002. <i>Manual de Identificação, Prevenção e Controle de Predação por Carnívoros</i>. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília. 76 pp.</p> <p>Márquez, R. &amp; I. Goldstein. 2014. <i>Guía para el Diagnóstico del Paisaje de Conflicto Oso – Gente, Versión 1.0</i>. Wildlife Conservation Society Colombia. Santiago de Cali. 35 pp.</p> <p>Márquez, R. &amp; I. Goldstein. 2014. <i>Manual para el Reconocimiento y Evaluación de Eventos de Depredación de Ganado por Carnívoros Silvestres, Versión 1.0</i>. Wildlife Conservation Society Colombia. Santiago de Cali. 35 pp.</p> <p>Nallar, R., A. Morales &amp; H. Gómez. 2008. <i>Manual para la Identificación y Reconocimiento de Eventos de Depredación del Ganado por Carnívoros Altoandinos</i>. Wildlife Conservation Society. La Paz. 51 pp.</p> <p>National Wildlife Research Center. 2012. <i>Innovative Solutions to Human-Wildlife Conflicts</i>. United States Department of Agriculture. Washington. 53 pp.</p> <p>Zapata, J., R. Wallace, A. Treves &amp; A. Morales. 2011. <i>Guía de Acciones para el Manejo de Conflictos entre Humanos y Animales Silvestres en Bolivia</i>. Wildlife Conservation Society Bolivia. La Paz. 101 pp.</p>
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Junio, 2015.
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Junio, 2015.
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>	Galo Zapata Ríos, <i>Wildlife Conservation Society Ecuador</i> ; Esteban Suárez, <i>Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales</i> .

### 3.8 Tasa anual de extracción de especies cinegéticas

Galo Zapata Ríos  
Wildlife Conservation Society (WCS) Ecuador  
Esteban Suárez

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales  
Universidad San Francisco de Quito

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Tasa anual de extracción de especies cinegéticas</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Número de individuos (o biomasa de individuos) extraídos del bosque por km <sup>2</sup> y por año (con fines de subsistencia).

## FÓRMULA DE CÁLCULO

$$TAE = n_{ec} / AE$$

Dónde:

<b>TAE</b>	Tasa anual de extracción de la especie cinegética de interés.
<b><math>n_{ec}</math></b>	Número total de individuos cazados.
<b>AE</b>	Área de cacería.

## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

**$n_{ec}$** : Número total de individuos cazados (extraídos) de la especie cinegética de interés.

**AE**: Área de cacería o de extracción.

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para poder estimar las tasas anuales de extracción de especies cinegéticas es necesario coleccionar dos tipos de información en el campo: i. el número total de individuos cazados, y ii. el área de cacería donde se realizan las actividades de extracción de fauna.

Para coleccionar información sobre el total de individuos cazados y el área de extracción es necesario realizar un inventario de cacería. El inventario de cacería se puede implementar a través de entrevistas estructuradas, o a través de automonitoreo. Mientras que las entrevistas se realizan personalmente con los cazadores, el automonitoreo es una técnica participativa donde los cazadores coleccionan la información utilizando formularios en sus casas sin la presencia del investigador. Ambas técnicas deben generar información sobre la identidad taxonómica de la especie cazada, sexo, edad, estado reproductivo y el peso del animal.

Utilizando las mismas técnicas de estudio o a través de un mapeo participativo, es importante coleccionar también información sobre el lugar exacto donde ocurrió el evento de cacería para poder luego determinar el área de extracción.

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	La colección de datos se debe realizar constantemente durante un año para poder obtener estimaciones robustas. Además, para poder caracterizar los patrones de uso de fauna y su variación temporal es necesaria la colaboración de la gran mayoría de los cazadores en la localidad de estudio. El indicador se aplica a la cacería con fines de subsistencia, un tipo de cacería que es considerada legal porque satisface las necesidades de proteína de las poblaciones locales. La cacería comercial es ilegal, y el indicador no ha sido diseñado para medir estas tasas de extracción. Sin embargo, es importante mencionar que donde existe cacería comercial, el impacto sobre la fauna silvestre es mucho mayor, en comparación con áreas donde ésta no ocurre.
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Número de individuos por km <sup>2</sup> por año (n/km <sup>2</sup> /año), o kilogramos por km <sup>2</sup> por año (kg/km <sup>2</sup> /año).
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	El indicador provee información sobre la variación temporal en las tasas de extracción de especies cinegéticas, muchas de ellas consideradas en peligro de extinción. El indicador además puede ser utilizado como un insumo para estimar el impacto de las actividades de cacería, y para estimar cuotas anuales de cacería.

<b>FUENTE DE DATOS</b>		La tasa anual de extracción de especies cinegéticas utiliza información colectada en el campo, obtenida directamente de los cazadores de subsistencia, los usuarios de los recursos faunísticos.
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		El intervalo de tiempo es específico para cada especie, y depende de la longevidad y el tiempo del ciclo reproductivo. Por ejemplo, para mamíferos pequeños con tasas de reproducción altas y de vida corta (< 5 años) se pueden repetir los eventos de monitoreo anualmente. Mientras tanto, para especies grandes, con tasas de reproducción bajas y de vida larga (> 10 años), se pueden repetir los eventos de monitoreo cada 4 o 5 años.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Existe muy poca información sobre las tasas anuales de extracción de fauna silvestre. La poca información disponible está restringida a muy pocas localidades, y no existe información sobre variaciones temporales.
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Local (e.g., comunidad, asociación), unidades de conservación (e.g., áreas protegidas, reservas comunitarias), provincial, regional.
	<b>GENERAL</b>	Especie de fauna silvestre.
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		No aplica
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional del Buen Vivir</li> <li>- Ley de Gestión Ambiental</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 14.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>Alvard, M.S., J.G. Robinson, K.H. Redford &amp; H. Kaplan. 1997. The sustainability of subsistence hunting in the Neotropics. <i>Conservation Biology</i>, 11: 977-982.</p> <p>Bodmer, R.E. &amp; J.G. Robinson. 2004. Evaluating the sustainability of hunting in the Neotropics. Pp. 299-323. En: <i>People in Nature: wildlife conservation in South and Central America</i>. Silvius, K.M., R.E. Bodmer &amp; J.M.V. Fragoso (eds.). Columbia University Press. New York.</p> <p>Jones, J.P.G., M.M. Andriamarivololona, N. Hockley, J.M. Gibbons &amp; E.J. Milner-Gulland. 2008. Testing the use of interviews as a tool for monitoring trends in the harvesting of wild species. <i>Journal of Applied Ecology</i>, 45: 1205-1212.</p> <p>Milner-Gulland, E.J. &amp; H.R. Akçakaya. 2001. Sustainability indices for exploited populations. <i>Trends in Ecology and Evolution</i>, 16: 686-692.</p>
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		Junio, 2015.
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		Junio, 2015.
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>		Galo Zapata Ríos, Wildlife Conservation Society Ecuador; Esteban Suárez, Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales.

### 3.9 Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de concha prieta (*Anadara tuberculosa*) y cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*).

Xavier Chalén

Conservación Internacional - Ministerio del Ambiente de Ecuador

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>									
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de concha prieta (<i>Anadara tuberculosa</i>) y cangrejo rojo (<i>Ucides occidentalis</i>)</b>								
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>La cantidad de capturas que se logran por unidad de arte de pesca; por ejemplo, el número de peces por anzuelo de palangre-mes es una forma de expresar la CPUE. La CPUE puede utilizarse como medida de la eficiencia económica de un tipo de arte, pero normalmente se utiliza como índice de abundancia, es decir, se espera que una variación proporcional en la CPUE represente la misma variación proporcional en la abundancia. La CPUE nominal es simplemente la medida de la CPUE de la pesquería. Sin embargo, se sabe que existen muchos factores (incluidos factores económicos, distribuciones geográficas) que pueden afectar a la CPUE pero que no representan variaciones de abundancia. Por tanto, las CPUE suelen "normalizarse" utilizando varias técnicas estadísticas para eliminar los efectos de dichos factores que se sabe que no están relacionados con la abundancia. Por ello, la utilización de la CPUE normalizada resultará más apropiada para un índice de abundancia. La mayoría de los análisis de evaluación (modelos de producción, análisis de población virtual) utilizan el índice de datos de abundancia para calibrar (ajustar) los modelos.</p> <p>Para el caso de las pesquerías de cangrejo rojo y concha prieta, el esfuerzo será estimado como el pescador artesanal que realiza pesca ambulatoria y que en un día de trabajo, tiene la posibilidad de capturar un número X de individuos.</p>								
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>									
<p><b>CPUE:</b></p> $\Delta C = q \cdot \Delta f \cdot \frac{N}{A}$									
<p><b>Dónde:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>q:</b></td> <td style="padding: 5px;">Constante</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><b><math>\Delta f</math>:</b></td> <td style="padding: 5px;">Esfuerzo de pesca ejercido por unidad de operación</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>N:</b></td> <td style="padding: 5px;">Abundancia media de la población</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"><b>A:</b></td> <td style="padding: 5px;">Área habitada por la población</td> </tr> </tbody> </table>		<b>q:</b>	Constante	<b><math>\Delta f</math>:</b>	Esfuerzo de pesca ejercido por unidad de operación	<b>N:</b>	Abundancia media de la población	<b>A:</b>	Área habitada por la población
<b>q:</b>	Constante								
<b><math>\Delta f</math>:</b>	Esfuerzo de pesca ejercido por unidad de operación								
<b>N:</b>	Abundancia media de la población								
<b>A:</b>	Área habitada por la población								
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>									
<p><b><math>\Delta f</math></b>= El esfuerzo pesquero es la unidad de medida que está directamente relacionada con la mortalidad por pesca de una población explotada. Esta medida puede ser definida acorde a los mejores criterios para el análisis y la toma de decisiones respecto al manejo de una pesquería. En el caso de la captura de peces, el esfuerzo puede ser medido en diferentes aspectos como el número de anzuelos de una flota pesquera para un recurso específico; el número de embarcaciones; número de días de pesca en el mes; número de pescadores de dicha pesquería; entre otros aspectos. En el caso de pesquerías de recolección o ambulatorias; el esfuerzo puede ser medido por el número de pescadores, el número de días de pesca, o el número de trampas para la captura. Para los fines de concha y cangrejo, esta variable será medida como el número de pescadores y el número de días de pesca al mes.</p>									

$N$  = La abundancia media de la población es el estimado de densidad media o número de individuos promedio que se distribuyen en un área determinada de muestreo. Esta variable, depende de los patrones de distribución espacial de una especie (aleatorio, uniforme y de tipo agregado) y permite estimar la biomasa total de una población distribuida en el área de interés de manejo.

### METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La captura, en número, es igual al número de individuos muertos como consecuencia de la pesca y que se pueden debidamente expresar en función de tasas instantáneas

$$\left[ \frac{dN}{dt} \right]_{pesca} = -FN$$

en la que,

$F$  = coeficiente de mortalidad por pesca

o, en función de cortos intervalos

$$DC = -(DN)_{pesca} = FNDt$$

Por consiguiente,

$$qDf \cdot N/A = FNDt$$

y

$$F = q \frac{\Delta f}{A \Delta t}$$

es decir que el coeficiente de mortalidad por pesca es proporcional a la intensidad de pesca cuando esta última es definida como el esfuerzo pesquero por unidad de área y por unidad de tiempo.

Esto puede expresarse de la forma siguiente

$$F \Delta t = q \cdot \frac{1}{A} \Delta f$$

y si  $q$  y  $A$  son constantes, sumando a lo largo de un período de longitud  $t$

$$Ft = q \cdot \frac{1}{A} \cdot f$$

en donde  $f$  es el esfuerzo total de pesca durante el período

$$o F = q \cdot f / At$$

=  $q$  x intensidad de pesca

En la práctica  $A$ , el área habitada por la población será constante, y a lo largo de un período fijo de tiempo, como por ejemplo un año, se podrá escribir:

$$F = q'f \quad (4.4)$$

en la que  $q'$  = constante, y ésta es la forma en la que se expresa generalmente la relación entre la mortalidad por pesca y el esfuerzo pesquero.

La ecuación básica para la operación única puede escribirse en términos de captura por unidad de esfuerzo:

$$\frac{\Delta C}{\Delta f} = \frac{q}{A} \cdot N = qD$$

o, suponiendo de nuevo que  $q$  y  $A$  son constantes, y promediando a lo largo de un período

$$C/f = q/A \bar{N} = q\bar{D} \quad (4.5)$$

en la que,  $\bar{N}$  y  $\bar{D}$  son la abundancia y la densidad medias durante el período. Por consiguiente, la captura por unidad de esfuerzo es proporcional a la densidad, pero también en este caso, si  $A$  es constante, entonces la captura por unidad de esfuerzo será igualmente proporcional a la abundancia.

Estos cálculos que, para todas las operaciones durante un cierto período, expresan el esfuerzo pesquero como un índice de la mortalidad, o la captura por unidad de esfuerzo como un índice de la densidad, requieren que todas las operaciones se expresen en unidades uniformes, es decir, que la constante  $q$  sea la misma para todas las operaciones. Una forma simple de operación es un día en el manglar, de forma que una medida simple del esfuerzo está constituida por el número de días en el manglar, y el de la captura por unidad de esfuerzo, la captura por el día en el manglar. Al intentar perfeccionar esta simple medida se presenta la dificultad de saber cómo durante un día corriente, puede capturarse una proporción mayor o menor de la población. Como siempre, las pequeñas fluctuaciones en períodos pequeños no tienen por lo general importancia para los fines del cálculo: los factores importantes son los que determinan tendencias a largo plazo.

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	La ausencia de programas continuos de monitoreo limita las series temporales de datos, lo cual puede incidir en tener lecturas parciales de las tasas de cosecha y los tamaños poblacionales de estas especies. Adicionalmente, la información disponible está basada en localidades puntuales que no representan necesariamente la situación de captura de manera representativa de todo el país.	
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Los principales datos requeridos son: captura diaria pro tipo de flota o pesquería; número total de pescadores, número diario de pescadores en faena de pesca, área de explotación, densidad poblacional. La captura por unidad de esfuerzo se expresará como: el número promedio de capturas (cangrejo/concha) por día de pesca y por pescador. El promedio ponderado al esfuerzo pesquero, permitirá estimar la captura total de un recurso en un área o calata pesquera determinada.	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	La captura por unidad de esfuerzo, permite obtener las tendencias de las capturas de un recurso en el tiempo y definir algunos patrones de abundancia del recurso; así como potenciales medidas de manejo para regular la pesquería a través de la reducción (sobrepesca) o aumento del esfuerzo de pesca (pesquería en desarrollo). La CPUE puede usarse como un punto de referencia límite; por ejemplo en el caso del cangrejo puede ser como punto de referencia la CPU de 60 cangrejos/hombre/día de captura y para la concha prieta puede ser de 100 conchas/hombre/día de captura. Si la CPUE se encuentra por debajo de este estimado, se puede asumir un estado de sobrepesca y preparar potenciales escenarios de manejo (vedas, cierres temporales, límite al acceso, entre otros)	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Metadata: Instituto Nacional de Pesca	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Información colectada en forma mensual, de las capturas de concha y cangrejo de la pesquería ambulatoria asociada con el ecosistema de manglar.	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	Metadata de propiedad del Instituto Nacional de Pesca	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional costero
	<b>GENERAL</b>	Especies/hábitats
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica

<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	No aplica	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Código de conducta de la pesca responsable de la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO)</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 8.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Schaefer, M. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. <i>Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.</i>, 1 (2): 27-56</p> <p>Cadima, 1997. Manual de evaluación de recursos pesqueros. FAO-Roma.</p> <p>Metadata generada a partir de los proyectos de concha prieta y cangrejo rojo ejecutados por el Instituto Nacional de Pesca desde el año 2001.</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Mayo 22 de 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Mayo 22 de 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Pesca	01
<b>ELABORADO POR</b>	Xavier Chalén, Gerente del Programa Marino de Conservación Internacional para el Ministerio del Ambiente de Ecuador	

### 3.10 Cambios proyectados en la distribución futura de biomas del Ecuador continental

Andrés Merino-Viteri  
Escuela de Ciencias Biológicas  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Francisco Cuesta  
Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la  
Ecorregión Andina - CONDESAN

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Cambios proyectados en la distribución futura de biomas del Ecuador continental.</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>El cambio climático es una de las principales amenazas a la biodiversidad presente y futura. Dada esta realidad, es fundamental no solo monitorear los cambios en la distribución presente de los biomas del Ecuador continental en base de los cambios en la cobertura de la vegetación remanente del país, sino también proyectar como variará la distribución de estas especies a partir de modelar su nicho climático (distribución geográfica) futura.</p> <p>La evaluación de estos cambios ayudará a priorizar y focalizar acciones de manejo y planificación del paisaje con el fin de reducir los posibles impactos derivados de estos cambios. Se propone medir el porcentaje de cambio en el área potencial de ocupación futura de dichos biomas con énfasis en aquellos que ya muestren un alto porcentaje de pérdida por destrucción de hábitats.</p>

### FÓRMULA DE CÁLCULO

$$PV = \frac{\sum((P_k * V) \cap F_k) * 100}{K * V}$$

Dónde:

<b>PV:</b>	Media del porcentaje de cambio de área potencial futura de biomas continentales del Ecuador.
<b>P<sub>k</sub>:</b>	Es el área (en km <sup>2</sup> ) presente del bioma <b>k</b>
<b>V</b>	Es el área de vegetación remanente (en km <sup>2</sup> ) generado/actualizado por el MAE para el Ecuador continental.
<b>F<sub>k</sub></b>	Es el área potencial (en km <sup>2</sup> ) de distribución futura del nicho climático para el bioma k para 2050 (p.ej. 2040-2060)
<b>K</b>	El número de especies en estudio

### DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

**Área presente:** representa el área de distribución actual de un bioma en el territorio continental del Ecuador, en base del mapa de ecosistemas continentales del Ecuador producido por la Unidad de Monitoreo del Patrimonio Natural del MAE

**Área de vegetación remanente:** representa la distribución de la vegetación natural remanente en el territorio continental del Ecuador, generado por el MAE y que se ha establecido se actualizará periódicamente.

**Área potencial de distribución futura de la especie:** representa el área de distribución potencial de las condiciones climáticas favorables para la presencia de un bioma determinado en el territorio continental del Ecuador, a partir de proyecciones climáticas futuras bajo la metodología propuesta por Tovar et al. 2013.

### METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El indicador representa el porcentaje promedio de cambio del área de distribución futura de las distribuciones geográficas (condiciones climáticas idóneas) para los biomas continentales ecuatorianos estudiados, Por el momento, existe una línea base de potenciales cambios generados en ecosistemas alto andinos de Tovar et al. 2013

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	La estimación del modelo se basa en proyecciones de clima futuro que tienen un grado de incertidumbre importante, particularmente las proyecciones de precipitación, por lo cual se deben generar los modelos futuros a partir de un promedio de la combinación de varios de los modelos climáticos (GCM) lo cual permite incorporar de manera explícita la incertidumbre inherente en estos estudios.
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Es un indicador porcentual que oscila entre 0 y 100.
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	Un valor mayor al valor de su línea base original sugiere un incremento promedio en la distribución de las especies analizadas respecto de su línea base. Un valor menor sugiere una contracción del nicho climático de estas especies.
<b>FUENTE DE DATOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapa de Ecosistemas continentales y de vegetación remanente.</li> <li>- Ministerio del Ambiente. Unidad de Monitoreo del Patrimonio Natural</li> <li>- Mapas de distribución potencial presente y futura de los biomas.</li> <li>- CONDESAN</li> </ul>
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Sujeto a la actualización del mapa de cobertura de vegetación remanente del Ecuador continental.

<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Existe una evaluación regional de ecosistemas alto andinos generada por Tovar et al. 2013. Los modelos fueron evaluados al periodo 2040-2069. Fácilmente se podría realizar una actualización con los datos de vegetación remanente al 2014. También sería importante actualizar los resultados en base de los modelos climáticos publicados a partir del 5to. Reporte de Evaluación del IPCC.
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Ecuador continental
	<b>GENERAL</b>	Biomás continentales del Ecuador. Se pondrá énfasis en biomas que ya hayan perdido más del 50% de su área original debido a destrucción de la vegetación original natural.
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		WGS 84, UTM 17 Sur Grados decimales
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017. Objetivo 7. Política 4.6.</li> <li>- Política Ambiental Nacional. <i>Númeral 3.</i></li> <li>- Convenio sobre la Diversidad Biológica - Metas AICHI. <i>Meta 12.</i></li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 14.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		Tovar, C., Arnillas, C.A., Cuesta, F., Buytaert, W. 2013. Diverging Responses of Tropical Andean Biomes under Future Climate Conditions. PLoS ONE 8(5): e63634. doi:10.1371/journal.pone.0063634
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		10 de mayo de 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		28 de mayo de 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>		Andrés Merino-Viteri, Escuela de Ciencias Biológicas (PUCE) Francisco Cuesta, CONDESAN

### 3.11 Cambios proyectados en la distribución futura de especies amenazadas del Ecuador continental.

Andrés Merino-Viteri  
Escuela de Ciencias Biológicas  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Francisco Cuesta  
Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la  
Ecorregión Andina - CONDESAN

#### FICHA METODOLÓGICA

<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Cambios proyectados en la distribución futura de especies amenazadas del Ecuador continental.</b>
-----------------------------	--

<b>DEFINICIÓN</b>	<p>El cambio climático es una de las principales amenazas a la biodiversidad presente y futura. Dada esta realidad, es fundamental no solo monitorear los cambios en la distribución potencial presente de especies en base de los cambios en la cobertura de la vegetación remanente del país, sino también proyectar como variará la distribución de estas especies a partir de modelar su nicho climático (distribución geográfica) futura.</p> <p>La evaluación de estos cambios ayudará a priorizar y focalizar acciones de manejo y planificación del paisaje con el fin de reducir los posibles impactos derivados de estos cambios. Se propone medir el porcentaje de cambio en el área potencial de ocupación futura de especies amenazadas.</p>
-------------------	---

### FÓRMULA DE CÁLCULO

$$PV = \frac{\Sigma((P_k * V) \cap F_k) * 100}{K * V}$$

**Dónde:**

<b>PV:</b>	Media del porcentaje de cambio de área potencial futura de especies de estudio
<b>P<sub>k</sub>:</b>	Es el área potencial realizada (en km <sup>2</sup> ) presente de la especie <b>k</b>
<b>V</b>	Es el área de vegetación remanente (en km <sup>2</sup> ) generado/actualizado por el MAE para el Ecuador continental.
<b>F<sub>k</sub></b>	Es el área potencial (en km <sup>2</sup> ) de distribución futura del nicho climático para la especie <b>k</b> para 2050 (p.ej. 2040-2060)
<b>K</b>	El número de especies en estudio

### DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

**Área potencial realizada presente:** representa el área de distribución potencial actual de una especie sobre el territorio continental del Ecuador, en base de modelos de distribución de especies los cuales han sido validados por expertos en ese grupo biológico.

**Área de vegetación remanente:** representa la distribución de la vegetación natural remanente en el territorio continental del Ecuador, generado por el MAE y que se ha establecido se actualizará periódicamente.

**Área potencial de distribución futura de la especie:** representa el área de distribución potencial de las condiciones climáticas favorables para la presencia de una especie en el territorio continental del Ecuador, a partir de proyecciones climáticas futuras bajo determinados escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero. El periodo de tiempo recomendado para la evaluación de los potenciales cambios y para el cual existen datos de línea base es 2050.

### METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El indicador representa el porcentaje promedio de cambio del área de distribución futura de las distribuciones geográficas (condiciones climáticas idóneas) para las especies amenazadas estudiadas, Por el momento, existe una línea base generados para el estudio de vacíos y prioridades de conservación del Ecuador continental y del impacto del cambio climático en el Sistema de Areas Protegidas del Ecuador (Cuesta et al. 2013; 2015).

### LIMITACIONES TÉCNICAS

La estimación del modelo se basa en proyecciones de clima futuro que tienen un grado de incertidumbre importante, particularmente las proyecciones de precipitación, por lo cual se deben generar los modelos futuros a partir de un promedio de la combinación de varios de los modelos climáticos (GCM) lo cual permite incorporar de manera explícita la incertidumbre inherente en estos estudios.

<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		Es un indicador porcentual que oscila entre 0 y 100.
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		Un valor mayor al valor de su línea base original sugiere un incremento promedio en la distribución de las especies analizadas respecto de su línea base. Un valor menor sugiere una contracción del nicho climático de estas especies.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapa de Vegetación Remanente. Ministerio del Ambiente. Unidad de Monitoreo del Patrimonio Natural</li> <li>- Mapas de distribución potencial presente y futura de las especies. CONDESAN</li> <li>- Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.</li> <li>- Base de datos de ornitología consolidada y administrada por Juan F. Freile</li> </ul>
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Sujeto a la actualización del mapa de cobertura de vegetación remanente del Ecuador continental.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		<p>Existe una evaluación de 196 especies amenazadas generada dentro del estudio de vacíos y prioridades de conservación del Ecuador continental (Cuesta et al. 2013; 2015). Los modelos fueron evaluados al periodo 2050 generados a partir de la información de cobertura de la tierra al 2008, considerando dos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (A1B y A2A). Fácilmente se podría realizar una actualización con los datos de vegetación remanente al 2014. También sería importante actualizar los resultados en base de los modelos climáticos publicados a partir del 5to. Reporte de Evaluación del IPCC.</p> <p>AmphibiaWebEcuador y ReptiliaWebEcuador tiene a disposición modelos de distribución potencial de especies para todas las especies de anfibios y reptiles del Ecuador.</p>
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Ecuador continental
	<b>GENERAL</b>	Especies amenazadas a partir de evaluaciones de especialistas nacionales, utilizando los criterios y categorías de clasificación de los libros rojos de la UICN.
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		WGS 84, UTM 17 Sur Grados decimales
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017. <i>Objetivo 7. Política 4.6.</i></li> <li>- Política Ambiental Nacional. <i>Númeral 3.</i></li> <li>- Convenio sobre la Diversidad Biológica - <i>Metas AICHI Meta 12</i></li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. <i>Resultado 14.</i></li> </ul>

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Cuesta C., F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamanete, M., Merino-Viteri, A., Muriel, P., Freile J.F., Torres, O. 2013. Identificación de vacíos y prioridades de conservación en el Ecuador continental. CONDESAN, PUCE, GIZ, MAE. Quito.</p> <p>Cuesta C., F., Merino-Viteri, A., Muriel, P., Baquero, F., Freile J.F., Torres, O., Peralvo M. 2015. Escenarios de impacto del cambio climático sobre la biodiversidad en el Ecuador continental y sus implicaciones en el sistema nacional de áreas protegidas.</p> <p>Ron, S. R., Guayasamin, J. M., Yanez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. Ortiz, D. A. y Nicolalde, D. A. 2014. AmphibiaWebEcuador. Version 2014.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. &lt; <a href="http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/anfibios">http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/anfibios</a>&gt;.</p> <p>Torres-Carvajal, O., D. Salazar-Valenzuela y A. Merino-Viteri. 2014. ReptiliaWebEcuador. Versión 2014.0. Museo de Zoología QCAZ, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. &lt;<a href="http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/reptiles/reptilesEcuador">http://zoologia.puce.edu.ec/Vertebrados/reptiles/reptilesEcuador</a>&gt;.</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	10 de mayo de 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	18 de mayo de 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Andrés Merino-Viteri, Escuela de Ciencias Biológicas (PUCE) Francisco Cuesta, CONDESAN	



# Indicadores de Estado

## 4.1 Cambio en la extensión remanente de ecosistemas terrestres y costeros en el Ecuador continental

Francisco Cuesta  
 Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la  
 Ecorregión Andina – CONDESAN.

Andrés Merino-Viteri  
 Escuela de Ciencias Biológicas  
 Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Cambio en la extensión remanente de ecosistemas terrestres y costeros en el Ecuador continental</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Cambio porcentual (o absoluto) bianual en la superficie cubierta por ecosistemas terrestres y costeros nativos del Ecuador continental, incluyendo humedales continentales.</p> <p>La extensión remanente de los ecosistemas es uno de los principales indicadores del estado de conservación de la biodiversidad a escala nacional, continental o global (Mace &amp; Baillie, 2007; Butchart et al., 2010). Los indicadores de conservación de biodiversidad a nivel ecosistémico sirven como un primer filtro grueso del estado de conservación de la biodiversidad del país. Al ser un proceso exhaustivo a nivel de país no tiene vacíos geográficos como en la mayoría de los casos de indicadores de especies y reduce el sesgo hacia determinados grupos taxonómicos como plantas vasculares y vertebrados (Pressey, 2004). El Ecuador puede ser clasificado en 91 ecosistemas, que en su conjunto cubren el 63,2% (24.689.570 ha) del territorio nacional (MAE 2013).</p>
FÓRMULA DE CÁLCULO	
$VEC(i) = ((EC_{(t1)} - EC_{(t2)})/EC_{(t1)}) * 100$	
<b>Dónde:</b>	
<b>VEC:</b>	Variación inter-período de la superficie del ecosistema <i>i</i> (%)
<b>EC<sub>i(t1)</sub></b>	Superficie total del ecosistema <i>i</i> en el año <i>t</i> <sub>1</sub> (ha)
<b>EC<sub>i(t2)</sub></b>	Superficie total del ecosistema <i>i</i> en el año <i>t</i> <sub>2</sub> (%)

<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>		
<p><b>Ecosistemas naturales:</b> Detallados a partir de MAE et al. (2013) en el que se los define como el conjunto de comunidades de especies e individuos tróficamente similares que interactúan entre sí a diferentes escalas temporales y espaciales, y se ven influenciados por factores abióticos y biogeográficos similares.</p>		
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>		
<p>El indicador requiere los siguientes insumos y procesos metodológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa de referencia de ecosistemas del Ecuador Continental para el año <math>t_1</math>.</li> <li>• Mapa de cobertura de crecimiento de áreas intervenidas en el período <math>t_1 - t_2</math>; Puede ser parte de un proceso de mapeo exhaustivo (i.e. wall-to-wall) de cambios de uso de la tierra a nivel nacional.</li> <li>• Cálculo de área de cambio para cada ecosistema a escala nacional y provincial para el período de referencia a partir de las dos fuentes temáticas.</li> </ul>		
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	<p>En algunos tipos de ecosistemas como los páramos, el mapa nacional no llega a diferenciar entre tipos de ecosistemas en distancias cortas. Esto podría subestimar el área de distribución remanente de cada ecosistema.</p> <p>El Ecuador no cuenta todavía con un mapa potencial de donde estimar la distribución original de cada ecosistema. Por lo tanto la línea base disponible es la de 2008. Esto limita la cuantificación de pérdida total de algunos ecosistemas, particularmente para los ecosistemas de la costa donde la remanencia de la vegetación es menor al 20 por ciento.</p> <p>Varios tipos de uso del suelo no transforman la cobertura pero degradan considerablemente el ecosistema (p.ej. pastoreo extensivo en el páramo). Esta limitación puede sobreestimar el estado de conservación de algunos ecosistemas sujetos a este tipo de prácticas.</p>	
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	$\frac{\text{Hectáreas}}{\text{año}}$	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	Un valor positivo de VEC involucra pérdida del área de distribución de ese ecosistema para período de referencia.	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	<p>El MAE cuenta con los siguientes insumos cartográficos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas de distribución remanente de ecosistemas (2008, 2014)</li> <li>• Mapas nacionales de cobertura y uso de la tierra (1990, 2000, 2008, 2014)</li> </ul>	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Quinquenal (5 años)	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas nacionales de cobertura y uso de la tierra para los años de referencia 1990 2000 2008 generados por el MAE.</li> <li>• Mapa nacional de cobertura y uso de la tierra para el año de referencia 2014 generado por el MAE y el MAGAP.</li> <li>• Mapa de ecosistemas del Ecuador Continental generado por el MAE en el 2012.</li> <li>• Mapa nacional de cobertura y uso de la tierra para el año de referencia 2014 generado por el MAE y el MAGAP.</li> </ul>	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Provincial, nacional
	<b>GENERAL</b>	Ecosistemas
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica

<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	Unidad mínima de mapeo: 1 ha Sistema de coordenadas: UTM Z17S Datum: WGS 84	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017. Objetivo 7.</li> <li>- Convenio sobre la Diversidad Biológica - Metas AICHI Meta Aichi 14.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 6.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A., Baillie, J.E.M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Carr, G.M., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J.N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.-F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M.A., McRae, L., Minasyan, A., Morcillo, M.H., Oldfield, T.E.E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J.R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S.N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T.D., Vié, J.-C. &amp; Watson, R. 2010. Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. <i>Science</i>, 328, 1164-1168.</p> <p>Mace, G.M. &amp; Baillie, J.E.M. 2007. The 2010 Biodiversity Indicators: Challenges for Science and Policy. <i>Conservation Biology</i>, 21, 1406-1413.</p> <p>Ministerio del Ambiente. 2013. Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente. Quito. pp: 122.</p> <p>Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Mapa de cobertura y uso de la tierra. 2014. Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Quito.</p> <p>Pressey, R.L. (2004) Conservation Planning and Biodiversity: Assembling the Best Data for the Job. <i>Conservation Biology</i>, 18, 1677-1681.</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	10 de mayo de 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	17 de mayo de 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Francisco Cuesta, CONDESAN y Andrés Merino-Viteri, Escuela de Ciencias Biológicas (PUCE).	

## 4.2 Cambio en los patrones de riqueza de especies de fauna y flora en el Ecuador continental en base a su distribución geográfica remanente

Andrés Merino-Viteri  
Escuela de Ciencias Biológicas  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Francisco Cuesta  
Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la  
Ecorregión Andina - CONDESAN

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Cambio en los patrones de riqueza de especies de fauna y flora en el Ecuador continental en base a su distribución geográfica remanente</b>

<p><b>DEFINICIÓN</b></p>	<p>El funcionamiento de un ecosistema depende del estado de todos sus componentes (bióticos y abióticos). Generar información sobre cambios en la composición de las comunidades de organismos es importante para enfocar acciones de conservación.</p> <p>En este indicador se propone monitorear la composición y funcionalidad de los ecosistemas por medio de la evaluación de los cambios de la riqueza de especies (especies claves, útiles, endémicas, funcionales, etc). La identificación de especies claves de ecosistemas es fundamental para predecir cambios directos e indirectos en los ecosistemas y su integralidad y funcionalidad.</p> <p>El análisis de cambio en la composición de las especies se la puede realizar a diferentes niveles del territorio (por ejemplo, provincia, cantón o un área protegida), sin embargo, el análisis de los cambios en la riqueza a nivel de biomas del Ecuador, propuestos como una categoría de agregación del mapa de Ecosistemas del país, permitirá tener un estimado de funcionalidad e integridad de los biomas.</p>						
<p align="center"><b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b></p>							
<p align="center"> <math display="block">R_i = \sum ((A_{1..j} \cap V) &gt; 1km^2)</math> </p> <p><b>Dónde:</b></p> <table border="1" data-bbox="353 846 1209 1038"> <tr> <td><math>R_i</math></td> <td>Riqueza de especies en el bioma <math>i</math></td> </tr> <tr> <td><math>A_{1..j}</math></td> <td>Área de distribución potencial de las especies 1 a <math>j</math> del ecosistema <math>i</math></td> </tr> <tr> <td><math>V</math></td> <td>Es el área de vegetación remanente (en <math>km^2</math>) generado/actualizado por el MAE para el Ecuador continental.</td> </tr> </table>		$R_i$	Riqueza de especies en el bioma $i$	$A_{1..j}$	Área de distribución potencial de las especies 1 a $j$ del ecosistema $i$	$V$	Es el área de vegetación remanente (en $km^2$ ) generado/actualizado por el MAE para el Ecuador continental.
$R_i$	Riqueza de especies en el bioma $i$						
$A_{1..j}$	Área de distribución potencial de las especies 1 a $j$ del ecosistema $i$						
$V$	Es el área de vegetación remanente (en $km^2$ ) generado/actualizado por el MAE para el Ecuador continental.						
<p align="center"><b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b></p>							
<p><b>Riqueza de especies:</b> representa el número de especies con al menos 1 <math>km^2</math> de presencia en el área de muestreo determinada (bioma).</p> <p><b>Área de distribución potencial:</b> superficie potencialmente ocupada por una especie en el territorio continental del Ecuador.</p> <p><b>Área de vegetación remanente:</b> representa la distribución de la vegetación natural remanente en el territorio continental del Ecuador, generado por el MAE y que se ha establecido se actualizará regularmente.</p>							
<p align="center"><b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b></p>							
<p>El indicador representa la sumatoria de las especies con al menos un <math>km^2</math> de representación en el bioma estudiado en base de la substracción de las áreas sin vegetación natural (presentadas en el Mapa de Ecosistemas continentales generado por MAE), de las áreas de distribución potencial de las especies (en base de modelos potenciales de distribución validados por expertos).</p>							
<p><b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b></p>	<p>Este indicador por el momento puede ser generado para grupos biológicos parciales, para los cuales existen mapas de distribución potencial disponibles de otras iniciativas como la de vacíos y prioridades de conservación del Ecuador continental (Cuesta et al. 2014; 2015).</p> <p>Para que este indicador pueda convertirse en una verdadera herramienta de planificación de estrategias de conservación es necesario que los expertos generen y validen mapas de distribución potencial de grupos taxonómicos completos y adicionalmente, se incluyan la mayor diversidad de grupos, especialmente aquellos que no han sido considerados en análisis similares previos como insectos, organismos acuáticos, etc.</p>						

<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		Número de especies
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		Una disminución del número de especies representaría una disminución en la integridad (también funcionalidad) de los biomas estudiados con respecto a su línea base, además de la simple pérdida de especies. Un aumento del indicador representaría, además de un aumento de la riqueza del bioma, un indicio de la regeneración de los biomas estudiados.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapa de Vegetación Remanente y Biomas del Ecuador continental. Ministerio del Ambiente - Unidad de Monitoreo del Patrimonio Natural</li> <li>- Mapas de distribución potencial presente de las especies. CONDESAN</li> <li>- Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.</li> <li>- Base de datos de ornitología consolidada y administrada por Juan F. Freile</li> </ul>
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Dependiente de la actualización del mapa de vegetación remanente del Ecuador continental.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Existe una evaluación de 753 especies de plantas angiospermas y helechos, anfibios, reptiles y aves generada dentro del estudio de vacíos y prioridades de conservación del Ecuador continental (Cuesta et al. 2013) y su área remanente evaluada en base del mapa de vegetación remanente al año 2008. Fácilmente, se puede actualizar este indicador a la remanencia de vegetación al 2014.
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Ecuador continental
	<b>GENERAL</b>	Especies
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		WGS 84, UTM 17 Sur Grados decimales
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017. <i>Objetivo 7.</i></li> <li>- Convenio sobre la Diversidad Biológica - Metas AICHI. Meta 12.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 14.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		Cuesta C., F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamanete, M., Merino-Viteri, A., Muriel, P., Freile J.F., Torres, O. 2013. Identificación de vacíos y prioridades de conservación en el Ecuador continental. CONDESAN, PUCE, GIZ, MAE. Quito.
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		20 de mayo de 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		27 de mayo de 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>		Andrés Merino-Viteri, Escuela de Ciencias Biológicas (PUCE) Francisco Cuesta, CONDESAN

## 4.3 Cambio de la densidad poblacional de especies de anfibios como organismos indicadores de la integridad y calidad de los ecosistemas terrestres

Andrés Merino-Viteri  
Escuela de Ciencias Biológicas  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Francisco Cuesta  
Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la  
Ecorregión Andina - CONDESAN

FICHA METODOLÓGICA	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Cambio de la densidad poblacional de especies de anfibios como organismos indicadores de la integridad y calidad de los ecosistemas terrestres</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Los anfibios son un grupo importante de la biodiversidad en el Ecuador. Esta importancia viene dada por ser altamente diversos, tener altos porcentajes de endemismo, ocupar todos los ecosistemas continentales, tener ciclos de vida complejos que pueden ayudar a evaluar cambios en hábitats acuáticos y terrestres y su sensibilidad a los cambios del ambiente (clima, contaminación, etc.). Esta sensibilidad puede ser medida por cambios en la dinámica poblacional de especies seleccionadas en diferentes ecosistemas.
FÓRMULA DE CÁLCULO	
$DP = \frac{\Sigma((I_n / A_n) / P_n)}{K}$	
<b>Dónde:</b>	
$DP$ :	Promedio de la densidad poblacional estacional de una especie de anfibio indicadora de calidad de un ambiente específico determinado por investigador obtenido en $K$ muestreos al año.
$I_n$ :	Número total de individuos de la especie en estudio encontrados en la visita $n$ al sitio de estudio
$A_n$ :	Área muestreada durante la visita $n$ al sitio de estudio.
$P_n$ :	Número de personas que participaron en la visita $n$ al sitio de estudio.
$K$ :	El número de muestreos al año (Al menos deben ser dos muestreos que cubran la época más seca y la más lluviosa del sitio)
DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS	
<b>Densidad poblacional:</b> representa el número de individuos de una especie en un área de muestreo determinada ajustado por el número de investigadores que participaron en el muestreo.	
<b>Número de individuos:</b> número de total de individuos adultos de la especie indicadora encontrados durante una visita al sitio de monitoreo.	
<b>Área muestreada:</b> superficie muestreada, se la obtiene multiplicando la longitud del transecto de muestreo por la distancia de búsqueda a cada lado (2.5m a cada lado).	
<b>Número de personas:</b> corresponde al número de investigadores que activamente realizaron la búsqueda de la especie indicadora durante el muestreo.	
METODOLOGÍA DE CÁLCULO	
El indicador representa el valor promedio de individuos adultos de la especie indicadora encontrados en el sitio de muestreo (estandarizado por el esfuerzo de búsqueda) en cada uno de los muestreos realizados durante el año.	
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	La potencia del indicador depende del número de instituciones comprometidas en mantener programas de monitoreo de largo plazo en diferentes localidades que cubran una gran diversidad de ecosistemas. Estos sitios de monitoreo deben incluir sitios poco afectados por actividades humanas, así como sitios afectados y sitios en recuperación.

<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	<i>Número de individuos especie indicadora</i> <hr/> <i>m<sup>2</sup> * persona</i>	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	Una disminución del número de individuos por área a lo largo del tiempo indica una disminución en la integridad del ecosistema para esa especie (y consecuentemente a otras que compartan ese hábitat).	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Instituciones que posean información asociada a proyectos de monitoreo de especies de anfibios: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales</li> <li>- Museo de Zoología (QCAZ), Pontificia Universidad Católica del Ecuador</li> <li>- Ministerio del Ambiente, Dirección Nacional de Biodiversidad (informes de investigación).</li> <li>- BIOCAMB, Universidad Tecnológica Indoamericana</li> </ul>	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Anual.	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	Monitoreo <i>Atelopus elegans</i> . Durango, Esmeraldas 2013 Monitoreo <i>Atelopus spumarius</i> . Puyo, Pastaza. 2010 Monitoreo <i>Atelopus</i> sp. Limón, Morona Santiago. 2007 Monitoreo <i>Andinophryne olallai</i> . Manduriacu, Imbabura. 2013 Monitoreo comunidades en el Distrito Metropolitano de Quito y Provincias del Carchi y El Oro. Monitoreo de Siete Comunidades de Anuros en los Andes de Ecuador, 2005	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Rural parroquial
	<b>GENERAL</b>	Especies indicadoras
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	WGS 84, UTM 17 Sur Grados decimales	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017 <i>Objetivo 7</i>.</li> <li>- Convenio sobre la Diversidad Biológica - Metas AICHI. Meta 12.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 14.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	Bustamane, M.R., Ron, S.R. y Coloma, L.A. 2005. Cambios en la Diversidad en Siete Comunidades de Anuros en los Andes de Ecuador. <i>Biotropica</i> 37(2):180–189. Salazar-Valenzuela, D. 2007. Demografía e historia natural de una de las últimas ranas arlequín ( <i>Atelopus</i> sp.) (Anura: Bufonidae) del Ecuador. Tesis de licenciatura. PUCE. Tarvin, R.D., Peña, P. y Ron S.R. 2014. Changes in Population Size and Survival in <i>Atelopus spumarius</i> (Anura: Bufonidae) Are Not Correlated with Chytrid Prevalence. <i>Journal of Herpetology</i> , 48(3):291–297. Velalcazar, D. 2013. Etología y aspectos demográficos de dos poblaciones de Bufónidos: <i>Atelopus elegans</i> y <i>Andinophryne olallai</i> en las localidades de Durango y Manduryacu respectivamente, noroccidente de Ecuador. Tesis de Licenciatura. PUCE.	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	10 de mayo de 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	27 de mayo de 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Andrés Merino-Viteri, Escuela de Ciencias Biológicas (PUCE) Francisco Cuesta, CONDESAN	

## 4.4 Tasa de ocupación de fauna silvestre

Andrés Merino-Viteri  
Escuela de Ciencias Biológicas  
Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Francisco Cuesta  
Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la  
Ecorregión Andina - CONDESAN

FICHA METODOLÓGICA	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	Tasa de ocupación de fauna silvestre
<b>DEFINICIÓN</b>	Proporción de puntos de muestreo, parches de bosque o unidades de hábitat ocupados por una especie de fauna silvestre.
FÓRMULA DE CÁLCULO	
$L(\psi, p   h_i) = \prod_{i=1}^{n_i} \Pr(h_i)$	
<b>Dónde:</b>	
<b>L</b>	Verosimilitud máxima del modelo de ocupación.
<b>Ψ</b>	Ocupación.
<b>p</b>	Probabilidad de detección o detectabilidad.
<b>h</b>	Historia de captura.
<b>n</b>	Número total de puntos de muestreo.
<b>Pr(h)</b>	Probabilidad de la historia de captura.
DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS	
<p><b>Ocupación (Ψ):</b> Probabilidad de que la especie de fauna silvestre de interés esté presente en el punto de muestreo.</p> <p><b>Detectabilidad (p):</b> Si la especie está presente, probabilidad de registrarla en el punto de muestreo.</p> <p><b>Historia de captura (h):</b> Registros de detección de la especie de fauna silvestre de interés en cada uno de los puntos de muestreo.</p> <p><b>Puntos de muestreo (n):</b> Los modelos de ocupación utilizan información de presencia-ausencia de las especies de fauna silvestre, generada mediante muestreos repetidos en cada punto de muestreo.</p>	
METODOLOGÍA DE CÁLCULO	
<p>Los modelos de ocupación están basados en la probabilidad de que un sitio esté ocupado (probabilidad = Ψ) o no-ocupado (probabilidad = 1 - Ψ). Si la especie de interés se encuentra en el área de estudio, en cada muestreo que realicemos existe la probabilidad de detectarla (p<sub>j</sub>) o no (1 - p<sub>j</sub>). Los registros finalmente generan una serie de distintas historias de captura (h<sub>j</sub>), para cada unidad de muestreo en el área de estudio (e.g., h<sub>1</sub> = 11111, h<sub>2</sub> = 10101, h<sub>3</sub> = 00110, h<sub>4</sub> = 00000), que se utilizan para desarrollar los modelos:</p> <p><b>Pr(h<sub>1</sub> = 11111) = Ψ p<sub>1</sub> p<sub>2</sub> p<sub>3</sub> p<sub>4</sub> p<sub>5</sub></b>  <b>Pr(h<sub>2</sub> = 10101) = Ψ p<sub>1</sub> (1-p<sub>2</sub>) p<sub>3</sub> (1-p<sub>4</sub>) p<sub>5</sub></b>  <b>Pr(h<sub>3</sub> = 00110) = Ψ (1-p<sub>1</sub>) (1-p<sub>2</sub>) p<sub>3</sub> p<sub>4</sub> (1-p<sub>5</sub>)</b></p>	

Las historias de captura  $h_2$  y  $h_3$  representan únicamente dos ejemplos de muchas configuraciones posibles de 0s y 1s cuando una especie es detectada en ciertos muestreos y no en otros. Cuando una especie no es detectada ( $h_4$ ) existen dos posibilidades: i) que la especie se encuentra en el área pero no fue detectada, o ii) que la especie realmente no existe en el área:

$$i) \Pr(h_4 = 00000) = \psi (1-p_1) (1-p_2) (1-p_3) (1-p_4) (1-p_5)$$

$$ii) \Pr(h_4 = 00000) = 1 - \psi$$

Es imposible de diferenciar estas dos posibilidades de no-detección a partir de los datos de campo, por lo que las dos se combinan en un solo modelo:

$$\Pr(h_4 = 00000) = \psi (1-p_1) (1-p_2) (1-p_3) (1-p_4) (1-p_5) + (1 - \psi)$$

Una vez que se han generado modelos para cada historia de captura (10 historias por ejemplo), se puede estimar la verosimilitud máxima del modelo (L) como el producto de todas las probabilidades de las historias de captura:

$$L(\psi, p | h_1, h_2, h_3, \dots, h_{10}) = \Pr(h_1) \Pr(h_2) \Pr(h_3) \dots \Pr(h_{10})$$

Los métodos de verosimilitud máxima permiten estimar la ocupación ( $\psi$ ) y la detectabilidad ( $p$ ). Los modelos de ocupación pueden ser relacionados directamente con características del hábitat (e.g., tipo de vegetación, altitud, topografía) o variables socioeconómicas (e.g., densidad poblacional, distancia a carreteras), las cuales son incluidas en el modelo como co-variables. Para comparar el efecto de las co-variables sobre la ocupación y la detectabilidad, se utilizan técnicas de selección de modelos como el Criterio de Información de Akaike (AIC) que se basa en el principio de parsimonia (i.e. utilizar el número mínimo de variables predictivas para el modelo). Los modelos de ocupación tienen una serie de supuestos que deben ser tomados en cuenta cuando se diseñan estudios en el campo y se colectan los datos: i) El estado de ocupación no cambia durante el muestreo. Esto significa que la población está cerrada y las unidades de muestreo "ocupadas" no cambian a "no-ocupadas" durante el período en el que se realizan las observaciones repetidas; ii) Las unidades de muestreo, dentro del área de estudio son independientes entre sí. Para garantizar la independencia, las unidades de muestreo deben estar lo suficientemente distanciados entre sí para evitar que unos pocos individuos sean registrados repetidamente en más de un sitio. La distancia mínima entre unidades de muestreo depende de los organismos de estudio y del tamaño de su área de vida; y iii. Las probabilidades de ocupación y de detección son constantes. Las probabilidades de ocupación y de detección son las mismas en todas las unidades de muestreo, y si no lo son, existen variables relacionadas con características del hábitat o variables antropogénicas que pueden explicar estas diferencias (co-variables).

Los métodos de verosimilitud máxima y de selección de modelos no se pueden aplicar sin el apoyo de paquetes computacionales. Para los modelos de ocupación, estos paquetes son gratuitos y están disponibles en el internet:

PRESENCE, <http://www.mbr-pwrc.usgs.gov/software/presence.html/>;

MARK, <http://www.phidot.org/software/mark/>; y

R-UNMARKED, <http://cran.r-project.org/web/packages/unmarked/index.html/>

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Los modelos de ocupación no funcionan bien para especies muy raras (tasas de ocupación menores a 20%) y para especies muy abundantes (tasas de ocupación mayores a 80%).
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Porcentajes (%) de ocupación y de detectabilidad.
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	La tasa de ocupación se expresa como el porcentaje de puntos de muestreo, parches de bosque o unidades de hábitat ocupados.
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Los modelos de ocupación utilizan información de presencia-ausencia de las especies de fauna silvestre, generada mediante muestreos repetidos en cada unidad de muestreo (e.g., observaciones directas o indirectas en senderos, capturas fotográficas, capturas en redes o trampas).

<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		El intervalo de tiempo es específico para cada especie, y depende de la longevidad y el tiempo del ciclo reproductivo. Por ejemplo, para mamíferos grandes, especies longevas (> 10 años) y con una tasa de reproducción baja, se pueden repetir los eventos de monitoreo cada 4 o 5 años.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		En 2015 se inició el levantamiento de una línea base de ocupación para 18 especies clave de fauna silvestre en ocho áreas protegidas: Refugio de Vida Silvestre El Pambilar, Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, R.E. El Ángel, R.E. Cofán Bermejo, R.E. Antisana, Parque Nacional Llanganates, P.N. Podocarpus y P.N. Yasuní.
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional, regional, provincial, unidades de conservación (e.g., áreas protegidas, reservas comunitarias), local (e.g., parche de bosque, unidad de hábitat).
	<b>GENERAL</b>	Especie de fauna silvestre.
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica.
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		No aplica.
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley de Gestión Ambiental</li> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultados 13 y 14.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>Mackenzie, D.I. &amp; L.L. Bailey. 2004. Assessing the fit of site-occupancy models. <i>Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics</i>, 9: 300-318.</p> <p>Mackenzie, D.I., J.D. Nichols, G.B. Lachman, S. Droege, J.A. Royle &amp; C.A. Langtimm. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. <i>Ecology</i>, 83: 2248-2255.</p> <p>Mackenzie, D.I., J.D. Nichols, J.A. Royle, K.H. Pollock, L.L. Bailey &amp; J.E. Hines. 2006. <i>Occupancy Estimation and Modeling: Inferring patterns and dynamics of species occurrence</i>. Academic Press. Burlington, MA. 324 pp.</p> <p>Mackenzie, D.I. &amp; J.A. Royle. 2005. Designing occupancy studies: general advice and allocating survey effort. <i>Journal of Applied Ecology</i>, 42: 1105-1114.</p>
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		Junio, 2015.
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		Junio, 2015.
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>		Galo Zapata Ríos, <i>Wildlife Conservation Society Ecuador</i> ; Esteban Suárez, <i>Universidad San Francisco de Quito</i> , <i>Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales</i> .

## 4.5 Diversidad de la comunidad de plantas vasculares

Francisco Cuesta

Consortio para el Desarrollo Sostenible de la

Ecorregión Andina - CONDESAN

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>			
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Diversidad de la comunidad de plantas vasculares</b>		
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Las plantas son generalmente seleccionadas como indicadores de la integridad de un ecosistema, por su conocida relación con factores edáficos y climáticos además de su rol de constructoras de hábitat para la fauna (Ferris &amp; Humphrey, 1999). La composición de las comunidades vegetales (e.g. edad, tamaño, proporción de formas de crecimiento), riqueza de especies (número de especies), y su diversidad (una función del número de especies y su proporcionalidad) son aspectos que pueden ser medidos directamente, y proveen información sobre el estado ecológico de un sitio (Schulze <i>et al.</i>, 2004).</p> <p>Cambios en la composición y estructura de las comunidades (diversidad Alpha) son indicadores sensibles y adecuados para evaluar a lo largo del tiempo, impactos de uso del suelo o del cambio climático en un ecosistema específico. Para la construcción de este indicador se plantea utilizar como base la consolidación de la red de parcelas permanentes del Ecuador, la cual se alimenta de varias fuentes entre esas las promovidas por la Evaluación Nacional Forestal (ENF) y el mapa de ecosistemas del Ecuador (MAE 2013).</p> <p>La variación en la configuración de las comunidades de plantas puede ser medida por índices de diversidad, abundancia y equidad de las comunidades de plantas en los ecosistemas priorizados. Peet (1974) clasificó estos índices de abundancia en índices de equidad, aquellos que toman en cuenta el valor de importancia de cada especie, e índices de heterogeneidad, aquellos que además del valor de importancia de cada especie consideran también el número total de especies en la comunidad. Sin embargo, cualquiera de estos índices enfatiza ya sea el grado de dominancia o la equidad de la comunidad, por lo que para fines prácticos resulta mejor clasificarlos en índices de dominancia e índices de equidad.</p>		
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>			
<p><b>Riqueza específica (S):</b> Número total de especies obtenido por un censo de la comunidad.</p> <p><b>Índice de Simpson</b> (I. de dominancia)</p> $\lambda = \sum p_i^2$ <p><b>Dónde:</b></p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 10%;"><b>p<sub>i</sub>:</b></td> <td>Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.</td> </tr> </table> <p>Evalúa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 2013). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como <math>1 - \lambda</math> (Lande, 1996).</p>		<b>p<sub>i</sub>:</b>	Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
<b>p<sub>i</sub>:</b>	Abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.		

**Índice de Shannon** (I. de equidad)

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 2013)

**Índice de Equidad de Pielou**

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

**Dónde:**

$H'_{\max} =$	$\ln(S)$
---------------	----------

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0,1, de forma que 0,1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 2013).

Adicionalmente, es importante medir variables estructurales complementarias como las siguientes:

**Estratos (E):** Número de estratos de la vegetación estudiada.

**Dominancia Relativa (DmR):**

$$DmR = \frac{\text{Área basal de la especie } i}{\sum \text{área basal del cuadrante}} * 100$$

**Dónde:**

Área Basal	$AB = \frac{\pi * DAP^2}{4}$
$\pi$	3,1416
DAP	Diámetro altura del pecho (cm)

La Dominancia Relativa de una especie determinada es la proporción del AB de esa especie, con respecto al área basal de todos los individuos de una unidad de área (e.g. de una parcela permanente). La sumatoria de la Dominancia Relativa de todas las especies en la parcela, es siempre igual a 100.

**DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS**

**Índice de Simpson:** Mide la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 2013). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como  $1 - \lambda$  (Lande, 1996).

**Índice de Shannon:** Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 2013)

**Índice de equidad de Pielou:** Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0,1, de forma que 0,1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 2013).

**Dominancia Relativa:** La Dominancia Relativa de una especie determinada es la proporción del AB de esa especie, con respecto al área basal de todos los individuos de una unidad de área (e.g. de una parcela permanente). La sumatoria de la Dominancia Relativa de todas las especies en la parcela, es siempre igual a 100.

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El cálculo de los índices propuestos requieren de los siguientes pasos:

1. Establecimiento de parcelas permanentes de acuerdo a los estándares definidos por grupos internacionales especializados para ecosistemas arbolados y no arbolados (Malhi *et al.*, 2002; Osinaga *et al.*, 2014; Pauli *et al.*, 2015).
2. Levantamiento de los datos de vegetación de acuerdo a los protocolos definidos.
3. Consolidación de base de datos
4. Análisis y reporte de indicadores en el tiempo t1, t2..tn

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>		Continuidad de los re-muestreos de las parcelas establecidas.
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		Los índices son adimensionales
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		Cambios en los indicadores de biodiversidad sugieren modificaciones en la estructura y composición de las comunidades vegetales. Disminuciones en los índices de riqueza o de diversidad Alpha sugieren pérdida de biodiversidad. Incremento en los índices de equidad, sugieren alteraciones en la proporcionalidad de las especies que configuran las comunidades estudiadas.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		Instituciones que posean información asociada a proyectos de monitoreo de comunidades de plantas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herbario (QCA), Pontificia Universidad Católica del Ecuador.</li> <li>- Ministerio del Ambiente, Unidad de Monitoreo.</li> <li>- Área de Biodiversidad, Condesan (Red Bosques Andinos, Red Gloria).</li> <li>- Herbario de Loja Reynaldo Espinoza, UNL.</li> </ul>
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Quinquenal.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Parcelas permanentes establecidas por las instituciones listadas previamente.
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Rural parroquial
	<b>GENERAL</b>	Comunidades de flora
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		WGS 84, UTM 17 Sur Grados decimales
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017. Objetivo 7</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 7 y 16.</li> </ul>

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Ferris, R. &amp; Humphrey, J. (1999) A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. <i>Forestry</i>, 72, 313-328.</p> <p>Lande R. 1996. Statistics and Partitioning of Species Diversity, and Similarity among Multiple Communities. <i>Oikos</i>, 76, 5-13.</p> <p>Magurran, A.E. (2013) <i>Measuring biological diversity</i>. John Wiley &amp; Sons.</p> <p>Ministerio del Ambiente. 2013. Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente. Quito. pp: 122.</p>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Malhi, Y., Phillips, O.L., Lloyd, J., Baker, T., Wright, J., Almeida, S., Arroyo, L., Frederiksen, T., Grace, J., Higuchi, N., Killeen, T., Laurance, W.F., Leaña, C., Lewis, S., Meir, P., Monteagudo, A., Neill, D., Núñez Vargas, P., Panfil, S.N., Patiño, S., Pitman, N., Quesada, C.A., Rudas-Ll, A., Salomão, R., Saleska, S., Silva, N., Silveira, M., Sombroek, W.G., Valencia, R., Vásquez Martínez, R., Vieira, I.C.G. &amp; Vinceti, B. (2002) An international network to monitor the structure, composition and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). <i>Journal of Vegetation Science</i>, 13, 439-450.</p> <p>Osinaga, O., Báez, S., Cuesta, F., Malizia, A., Carilla, J., Aguirre, N. &amp; Malizia, L. (Eds) (2014) <i>Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos. Protocolo Extendido.</i>, 1 edn. CONDESAN, IER-UNT, COSUDE, Quito, Ecuador.</p> <p>Pauli, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., Steinbauer, K. &amp; Grabherr, G. (Eds.) 2015. <i>The GLORIA field manual – standard Multi-Summit approach, supplementary methods and extra approaches.</i>, 5th edition. edn. GLORIA-Coordination, Austrian Academy of Sciences &amp; University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna.</p> <p>Peet R.K. 1974. The Measurement of Species Diversity. <i>Annual Review of Ecology and Systematics</i>, 5, 285-307.</p> <p>Schulze, C.H., Waltert, M., Kessler, P.J.A., Pitopang, R., Vedder, D., Mühlenberg, M., Gradstein, S.R., Leuschner, C., Steffan-Dewenter, I. &amp; Tschardtke, T. 2004. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. <i>Ecological Applications</i>, 14, 1321-1333.</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	10 de junio de 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	07 de julio de 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Francisco Cuesta, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN.	

## 4.6 Índice de biodiversidad y riqueza ecológica de especies y hábitats (peces y macro-invertebrados) en la primera milla de protección marina.

Xavier Chalén

Conservación Internacional - Ministerio del Ambiente de Ecuador

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Índice de biodiversidad y riqueza ecológica de especies y hábitats (peces y macro-invertebrados) en la primera milla de protección marina</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>El índice de Shannon o índice de Shannon-Wiener se usa en ecología u otras ciencias similares para medir la biodiversidad específica. La ventaja de un índice de este tipo es que no es necesario identificar las especies presentes; basta con poder distinguir unas de otras para realizar el recuento de individuos de cada una de ellas y el recuento total. Riqueza ecológica es el número de elementos presentes en un ecosistema. Según el nivel, se trata del número de alelos o heterocigosis (nivel genético), número de especies (nivel específico), o del número de hábitats o unidades ambientales diferentes (nivel ecosistémico).</p> <p>Mediante Acuerdo Ministerial 134 de agosto de 2007, el MAGAP declara zona de reserva para la reproducción de especies bioacuáticas a la zona comprendida desde la orilla del perfil de la costa continental del Ecuador hasta una milla náutica hacia el mar. La autoridad pesquera toma este tipo de medidas para proteger la zona de mayor biodiversidad dentro del área marina ecuatoriana, donde se producen la mayoría de las actividades claves para la supervivencia y perpetuación de las especies marinas.</p>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$	
<b>Dónde:</b>	
<b>S:</b>	Número de especies o Riqueza de especies
<b><math>p_i</math>:</b>	Proporción de individuos de la especie <i>i</i> respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie <i>i</i> : $n_i/N$ )
<b><math>n_i</math>:</b>	Número de individuos de la especie <i>i</i>
<b>N:</b>	Número de todos los individuos de todas la especies
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
<p><b>H'</b> es la variable de "Diversidad" y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3.</p>	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
<p>Para determinar riqueza de especies, se toman muestras de agua (fito y zooplancton), sustrato (invertebrados) y de columna de agua a través de barridos con redes de cono (larvas de peces y macro-invertebrados). Los peces e invertebrados adultos son registrados tanto en faenas de pesca realizadas dentro de la primera milla, como aquellos que tiene una relación más directa con las costas: organismos rocosos de la zona inter-mareal; organismos de las pozas inter-mareales; fauna de peces e invertebrados de los estuarios y manglares. El muestreo es de tipo aleatorio-estratificado, y se realiza tomando en consideración épocas inter-estacionales. Para todo aspecto, se hace geo-referenciación de los sitios de muestreo.</p>	

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>		Ecuador tiene pocos taxónomos marinos, lo que dificulta el trabajo de identificación de especies. Se requiere aclarar, que el estimador de diversidad no se asocia a la estimación poblacional, un indicador fuerte y de enorme impacto en la determinación de la salud de los ecosistemas marinos.
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		Número de individuos por especies, número total de especies, identificación taxonómica de las especies, número de hábitats por características ecológicas
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		Valores de H inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos. No tiene límite superior o en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y arrecifes de coral, y los menores las zonas desérticas.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		Metadata: Instituto Nacional de Pesca
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Información colectada en forma trimestral, con énfasis en periodicidad inter-estacional de períodos seco y lluvioso.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Datos trimestrales, énfasis en los períodos inter-estacionales. Metadata de propiedad del Instituto Nacional de Pesca
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional costero
	<b>GENERAL</b>	Especies/hábitats
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		ESCALA.- N/A. SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM 8Z. FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- N/A
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acuerdo Ministerial 134 del MAGAP de Agosto de 2007 para la declaratoria de zona de reserva para la reproducción de especies bioacuáticas a la zona comprendida desde la orilla del perfil de la costa continental del Ecuador hasta una milla náutica hacia el mar.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 8.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		Institución responsable del diseño metodológico: Instituto Nacional de Pesca Nombre del instrumento: Diversidad de la primera milla marina Año de generación: 2015
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		Mayo 22 de 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		Mayo 22 de 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Pesca 01
<b>ELABORADO POR</b>		Xavier Chalén, Conservación Internacional - Ministerio del Ambiente de Ecuador

## 4.7 Máximo rendimiento sostenible de la pesquería de peces pelágicos pequeños con énfasis en pinchagua (*Opisthonema spp.*) y chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*).

Xavier Chalén

Conservación Internacional - Ministerio del Ambiente de Ecuador

FICHA METODOLÓGICA	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Máximo rendimiento sostenible de la pesquería de peces pelágicos pequeños con énfasis en pinchagua (<i>Opisthonema spp.</i>) y chuhueco (<i>Cetengraulis mysticetus</i>)</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Los objetivos a Largo Plazo (LP) para la gestión pesquera deben tomar en consideración la investigación científica pesquera y la dinámica de las poblaciones, así como las alteraciones climáticas que puedan afectar a los stocks.</p> <p>Para definir esos objetivos a largo plazo se toman en consideración, esencialmente, valores de nivel de pesca que permitan las mayores capturas en peso, garantizando la conservación de los stocks. Se toman también en consideración los valores extremos de biomasa o de nivel de pesca que podrían afectar gravemente la capacidad de auto-renovación de los stocks. Estos valores de nivel de pesca, de captura y de biomasa son conocidos como puntos de referencia biológica (PRB) (Caddy, &amp; Mahon, 1995; FAO, 1996 e ICES, 1998).</p> <p>Los Puntos – Objetivo de Referencia Biológica, TRP (en inglés, Target Reference Points) son valores del nivel de mortalidad por pesca (o de la biomasa del stock) que procuran una explotación de los stocks sostenible a largo plazo, con <i>la mejor captura posible</i>. Por ello, a estos puntos también se les llama <i>Puntos de Referencia para la Gestión</i>. Los TRP pueden caracterizarse, por el <i>nivel de pesca</i> <math>F_{objetivo}</math> (o de la <i>Biomasa</i>, <math>B_{objetivo}</math>).</p> <p>El <math>F_{objetivo}</math> probablemente más conocido sea <math>F_{0.1}</math>, pero otros valores, tales como <math>F_{max}</math>, <math>F_{med}</math> y <math>F_{MSY}</math> son también utilizados. Para fines de este indicador, describiremos el FMSY o el punto de referencia del máximo rendimiento sostenible.</p>
FÓRMULA DE CÁLCULO	
Fórmula del cálculo de acuerdo al modelo de (Schaefer, 1957)	
$MSY = -0,25 \times \frac{a^2}{b}$	
<b>Dónde:</b>	
<b>a:</b>	es el valor de $Y/f$ que se obtiene inmediatamente después de que la primera embarcación extrae la primera captura del stock
<b>b:</b>	Es la pendiente, debe ser negativa a la captura por unidad de esfuerzo, $Y/f$ , y decrece a medida que aumenta el esfuerzo, $f$
DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS	
<p><math>Y</math>= al rendimiento estimado en peso de la pesca (También conocido como captura anual)</p> <p><math>F</math>= mortalidad por pesca</p> <p><math>f</math>= esfuerzo pesquero (número de embarcaciones dedicadas a la captura de determinado recurso pesquero en el año <math>i</math>)</p>	

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El máximo rendimiento sostenible (**MSY**) se calcula a partir de los siguientes dato de entrada:

**$F(i)$** = esfuerzo pesquero aplicado en el año  **$i, i=1,2,\dots,n$**

**$Y/f$** = rendimiento (captura en peso) por unidad de esfuerzo en el año  **$i$** .

**$Y/f$**  se puede determinar del rendimiento logrado en toda la pesquería,  **$Y(i)$** , en el año  **$i$** , y del correspondiente esfuerzo aplicado,  **$f(i)$** , utilizando la fórmula:

$$Y/f = Y(i)/f(i), i=1,2,\dots,n$$

La manera más simple de expresar el rendimiento por unidad de esfuerzo en función al esfuerzo es a través del modelo lineal propuesto por Scheafer (1954):

$$Y(i)/f(i) = a + b * f(i) \text{ si } f(i) < -a/b; \text{ esta ecuación se denomina como el "modelo de Scheafer"}$$

La pendiente  **$b$** , debe ser negativa a la captura por unidad de esfuerzo,  **$Y/f$** , decrece a medida que aumenta el esfuerzo,  **$f$** . El intercepto,  **$a$** , es el valor de  **$Y/f$**  que se obtiene inmediatamente después de que la primer embarcación extrae la primera captura del stock. Por lo tanto, el intercepto debe ser positivo. Así,  **$-a/b$**  es positivo y  **$Y/f$**  es igual a cero para  **$f = -a/b$** . Puesto que un valor negativo de captura por unidad de esfuerzo ( **$Y/f$** ) es absurdo, el modelo sólo se aplica a valores de  **$f$**  inferiores a  **$-a/b$** .

Las estimaciones intermedias para el caso del modelo de Scheafer (1957) se relacionan con:

La estimación del esfuerzo medio y desviación estándar del esfuerzo medio; la estimación de la varianza de la pendiente ( **$b$** ), desviación estándar de la pendiente y límites de confianza de la pendiente; varianza del intercepto, desviación estándar y límites de confianza del intercepto; y la estimación del esfuerzo ( **$f$** ) para medidas de ordenamiento pesquero  $F_{MSY} = -0,5 * a/b$

### LIMITACIONES TÉCNICAS

El defecto principal del concepto de **MSY**, y de sus indicadores, es que el **MSY**, tal como se determina normalmente, no siempre refleja plenamente procesos de nacimiento y muerte, efectos de la explotación en especies no objetivo o interacciones entre especies. Tampoco refleja los cambios en los métodos pesqueros o la eficiencia de la pesca como consecuencia de mejoras tecnológicas. Para mejorar la ordenación, es importante recoger datos auxiliares (por ejemplo, sobre el tamaño y la composición por edades de las capturas y poblaciones) que pueden utilizarse para elaborar indicadores más pertinentes y de mayor valor para la ordenación del recurso, según lo permitan los fondos para investigación y la disponibilidad de personal calificado.

Finalmente es importante considerar que para obtener los indicadores y puntos de referencia mencionados, se necesitan datos sobre captura anual, esfuerzo de pesca, tasas de mortalidad por pesca, estimaciones de biomasa y tamaño y edad de la población. Otros datos complementarios que pueden ser necesarios son la talla y edad media de la captura (que se incluyen como aumentos de presión), el porcentaje de peces maduros en la captura, la tasa general de mortalidad actual y la proporción de peces longevos en la captura (para una pesquería de muchas especies).

<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		<i>MSY</i> equivale al volumen (biomasa) capturada en un período dado
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		El rendimiento máximo sostenible (MSY) es la captura óptima que puede extraerse de una población de peces año tras año sin poner en peligro su capacidad de regeneración futura.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		Metadata: Instituto Nacional de Pesca
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Información colectada en forma trimestral, con énfasis en periodicidad inter-estacional de períodos seco y lluvioso.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Metadata de propiedad del Instituto Nacional de Pesca
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional costero
	<b>GENERAL</b>	Especies/hábitats
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	Metadata de propiedad del Instituto Nacional de Pesca
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		ESCALA.- No Aplica. SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM 82. FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- No Aplica
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Código de conducta de la pesca responsable de la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas (FAO).</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 8.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>Schaefer, M. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. <i>Bull. Inter. Am. Trop. Tuna Comm.</i>, 1 (2): 27-56</p> <p>Cadima, 1997. Manual de evaluación de recursos pesqueros. FAO-Roma.</p> <p>Metadata generada a partir del proyecto de Pesces Pelágicos Pequeños ejecutado por el Instituto Nacional de Pesca desde el año 1981.</p>
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		Mayo 22 de 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		Mayo 22 de 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Pesca 01
<b>ELABORADO POR</b>		Xavier Chalén, Conservación Internacional - Ministerio del Ambiente de Ecuador

## 4.8 Índice de hábitat fluvial (IHF)

Andrea Encalada  
Universidad San Francisco de Quito

Blanca Ríos-Touma  
Universidad Tecnológica Indoamérica

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>																	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Índice de hábitat fluvial (IHF)</b>																
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Este índice califica la calidad de hábitat fluvial, mediante la evaluación de la heterogeneidad y diversidad de hábitats acuáticos. Un río en estado natural presenta una alta heterogeneidad y diversidad de hábitats, lo que promueve a su vez una mayor diversidad de fuentes de alimento y de organismos acuáticos.</p> <p>Los ríos y riachuelos son ecosistemas lóticos dinámicos y su geomorfología, hábitats y microhábitats responden a la interacción entre el caudal, la topografía, la geología y los materiales alóctonos y autóctonos que lo conforman. Ríos y riachuelos en buen estado ecológico presentan una diversidad de microhábitats, lo que a su vez promueve una alta diversidad de organismos acuáticos que cumplen funciones ecológicas claves. Acosta et al. (2009) adaptaron este índice de hábitat fluvial de Pardo et al. (2002) para ríos Andinos (ríos de páramo, valle central y de estribaciones de la cordillera) de manera que evalúe varios aspectos claves del hábitat fluvial como la hidrología, la existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, el grado de inclusión del sustrato y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos. También evalúa la presencia y dominancia de distintos elementos de heterogeneidad, que contribuyen a incrementar la diversidad de hábitat físico y de las fuentes alimenticias para organismos acuáticos, entre ellos materiales de origen alóctono (hojas, ramas, palos) y de origen autóctono (presencia y diversidad de grupos morfológicos de productores primarios). El índice modificado (Acosta et al. 2009) ya ha sido ampliamente utilizado en la zona Andina y en estribaciones de la cordillera y por tanto presenta un alto potencial para valorar el grado de alteración del hábitat de los ríos Andinos.</p>																
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>																	
<p>El Índice de Hábitat Fluvial (<b>IHF</b>) se calcula a partir de la sumatoria de todos los apartados de la hoja de campo (Anexo 1). Los valores varían de 0 a 100 (0 siendo pésima calidad del hábitat fluvial y 100 siendo excelente calidad de hábitat fluvial).</p> <p><b><math>IHF: IC + FR + CS + RVP + PSC + EH + CVA</math></b></p> <p><b>Dónde:</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td><b><i>IHF</i></b>:</td> <td>Índice de hábitat fluvial</td> </tr> <tr> <td><b><i>IC</i></b>:</td> <td>Inclusión de rápidos</td> </tr> <tr> <td><b><i>FR</i></b>:</td> <td>Frecuencia de rápidos</td> </tr> <tr> <td><b><i>CS</i></b>:</td> <td>Composición de sustrato</td> </tr> <tr> <td><b><i>RVP</i></b>:</td> <td>Regímenes velocidad/profundidad</td> </tr> <tr> <td><b><i>PSC</i></b>:</td> <td>Porcentaje de sombra del cauce</td> </tr> <tr> <td><b><i>EH</i></b>:</td> <td>Elementos de heterogeneidad</td> </tr> <tr> <td><b><i>CVA</i></b>:</td> <td>Cobertura de vegetación acuática</td> </tr> </tbody> </table>		<b><i>IHF</i></b> :	Índice de hábitat fluvial	<b><i>IC</i></b> :	Inclusión de rápidos	<b><i>FR</i></b> :	Frecuencia de rápidos	<b><i>CS</i></b> :	Composición de sustrato	<b><i>RVP</i></b> :	Regímenes velocidad/profundidad	<b><i>PSC</i></b> :	Porcentaje de sombra del cauce	<b><i>EH</i></b> :	Elementos de heterogeneidad	<b><i>CVA</i></b> :	Cobertura de vegetación acuática
<b><i>IHF</i></b> :	Índice de hábitat fluvial																
<b><i>IC</i></b> :	Inclusión de rápidos																
<b><i>FR</i></b> :	Frecuencia de rápidos																
<b><i>CS</i></b> :	Composición de sustrato																
<b><i>RVP</i></b> :	Regímenes velocidad/profundidad																
<b><i>PSC</i></b> :	Porcentaje de sombra del cauce																
<b><i>EH</i></b> :	Elementos de heterogeneidad																
<b><i>CVA</i></b> :	Cobertura de vegetación acuática																

## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

Definición apartados del IFH:

1. Inclusión rápidos - sedimentación pozas (IC): Inclusión: Evalúa el grado en que las partículas del sustrato están fijadas (hundidas) en el lecho del río. Sedimentación: Evalúa el grado de deposición y acumulación de material de sustrato fino en zonas más lénticas del río.
2. Frecuencia de rápidos (FR): Evalúa la aparición de rápidos con respecto a la presencia de zonas de velocidad de agua más lenta (remansos).
3. Composición del sustrato (CS): Evalúa visualmente el tamaño del sustrato de acuerdo a categorías ya establecidas (E.g. RIVPACS (River InVertebrate Prediction And Classification System; Wright et al., 1984).
4. Regímenes de velocidad/ profundidad (RVP): Evalúa la variedad de regímenes de velocidad y profundidad porque esto a su vez proporciona una mayor diversidad de hábitat disponibles para los organismos fluviales.
5. Porcentaje de sombra en el cauce (PSC): Evalúa, de forma visual, la sombra proyectada por la vegetación de ribera adyacente, que a su vez está relacionada con la cantidad de luz que alcanza el canal del río e influencia el desarrollo de los productores primarios (plantas y otros autótrofos).
6. Elementos heterogeneidad (EH): Evalúa la presencia de elementos tales como hojas, ramas, troncos o raíces dentro del lecho del río. Estos elementos (pueden ser autóctonos o alóctonos) y proporcionan el hábitat físico y estructural para colonización y/o refugio de organismos acuáticos, a la vez pueden constituir una fuente de alimento para los mismos.
7. Cobertura y diversidad de vegetación acuática (CVA): Evalúa la cobertura de la vegetación acuática (y otros autótrofos visibles) en el cauce fluvial. La mayor diversidad de morfologías en los productores primarios incrementa la disponibilidad de hábitats y de fuentes de alimento para muchos organismos.

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Una vez que se encuentre en el sitio de estudio llene el formulario de datos de campo IFH. **Tome en cuenta las siguientes consideraciones antes de empezar la evaluación:**

1. **Selección el área de observación del río donde va a hacer su evaluación:** El tramo de río evaluado deberá tener una longitud suficiente que permita evaluar estos apartados. Ya que los ríos cambian con el gradiente altitudinal y el tamaño, recomendamos aproximadamente 100 m de largo para ríos Andinos (>2000m), 200m para ríos de estribaciones de la cordillera (entre 600 a 2000m) y más de 300m de longitud para ríos de las zonas bajas (<600m).
2. **Cantidad de caudal:** Ya que este índice evalúa características externas e internas (dentro del cauce) del río, es importante que se determinen estos apartados cuando el río esta con caudal promedio o bajo. Si el caudal está muy alto (después de una crecida), será muy difícil evaluar correctamente los apartados.
3. **Independencia de cada apartado:** Es importante que en la hoja de datos (ver abajo) se evalúe independientemente cada apartado, ya que cada uno tiene su puntuación.
4. **Sesgo del observador:** Es recomendable que el investigador observe el hábitat fluvial desde ambas riberas del río y también desde el lecho mismo del río. Debido a la naturaleza del índice es importante que la evaluación la haga la misma persona para evitar una diferencia en la ponderación de cada apartado. Otra opción es que la evaluación siempre la hagan tres personas independientemente y luego se utilice el promedio de las tres para evitar un sesgo en la metodología.

Anexo 4. Índice de hábitat fluvial (IHF) (Adaptado de Pardo *et al.*, 2002). *River habitat index (IHF)* (Adapted from Pardo *et al.*, 2002)

Bloques		Puntuación	
<b>1. Inclusión rápidos</b>			
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
		<b>TOTAL (una categoría)</b>	
<b>2. Frecuencia de rápidos</b>			
	Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7	10	
	Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15	8	
	Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25	6	
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25	4	
	Sólo pozas	2	
		<b>TOTAL (una categoría)</b>	
<b>3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)</b>			
	% Bloques y piedras	1 - 10%	2
		> 10%	5
	% Cantos y gravas	1 - 10%	2
		> 10%	5
	% Arena	1 - 10%	2
		> 10%	5
	% Limo y arcilla	1 - 10%	2
		> 10%	5
		<b>TOTAL (sumar categoría)</b>	
<b>4. Regímenes de velocidad / profundidad</b>			
	<i>somero</i> : < 0.5 m 4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	
	<i>lento</i> : < 0.3 m/s Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4	6	
	Sólo 1 de las cuatro	4	
		<b>TOTAL (una categoría)</b>	
<b>5. Porcentaje de sombra en el cauce</b>			
	Sombreado con ventanas	10	
	Totalmente en sombra	7	
	Grandes claros	5	
	Expuesto	3	
		<b>TOTAL (una categoría)</b>	
<b>6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)</b>			
Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	
Raíces expuestas		2	
Diques naturales		2	
		<b>TOTAL (una categoría)</b>	
<b>7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)</b>			
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Pecton	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
% Fanerógamas	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
	Ausencia absoluta	0	
		<b>TOTAL (sumar categoría)</b>	
		<b>PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)</b>	

Consideraciones para llenar la hoja de datos (fuente Jámiz-Cuellar et al. 2002):

### Consideraciones útiles para rellenar la hoja de campo

Bloques	Consideraciones	Observaciones
1	<p><b>Inclusión rápidos - sedimentación pozas</b>  <i>Inclusión:</i> Se contabiliza el grado en que las partículas del sustrato están fijadas (hundidas) en el lecho del río.  <i>Sedimentación:</i> Consiste en la deposición de material fino en zonas más lénticas del río.</p>	<p>La inclusión se mide aguas arriba y en la parte central de rápidos y zonas de piedras, donde no exista una deposición de sedimentos y la distribución de las partículas del sustrato pueda verse con mayor claridad.</p>
2	<p><b>Frecuencia de rápidos</b>                      Se hace una estima promedio de la aparición de rápidos con respecto a la presencia de zonas más remansadas.</p>	<p>En este apartado se pretende evaluar la heterogeneidad del curso del río. El que se produzca de forma frecuente la alternancia de rápidos con pozas a la escala de tramo fluvial, asegura la existencia de una mayor diversidad de hábitats para la comunidad de organismos acuáticos.</p>
3	<p><b>Composición del sustrato</b>                      Para rellenar este apartado se hace una estima visual aproximada de la composición media del sustrato, siguiendo las categorías del RIVPACS (River InVertebrate Prediction And Classification System) (Wright et al., 1984).</p>	<p>El diámetro de partícula considerado en las categorías del RIVPACS es el siguiente:                      Bloques y piedras: &gt; 64 mm.                      Cantos y gravas: &gt; 64 mm &gt; 2 mm.                      Arena: 0.6 – 2 mm.                      Limo y arcilla: &lt; 0.6 mm.</p>
4	<p><b>Regímenes de velocidad/ profundidad</b>                      La presencia de una mayor variedad de regímenes de velocidad y profundidad proporciona una mayor diversidad de hábitat disponibles para los organismos.</p>	<p>Como norma general se considera una profundidad de 0.5 m para distinguir entre profundo y somero y una velocidad de 0.3 m/s para separar rápido de lento.</p>
5	<p><b>Porcentaje de sombra en el cauce</b>                      Estima, de forma visual, la sombra proyectada por la cubierta vegetal adyacente, que determina la cantidad de luz que alcanza el canal del río e influencia el desarrollo de los productores primarios.</p>	
6	<p><b>Elementos heterogeneidad</b>                      Mide la presencia de elementos tales como hojas, ramas, troncos o raíces dentro del lecho del río. Estos elementos proporcionan el hábitat físico que puede ser colonizado por los organismos acuáticos, a la vez que constituyen una fuente de alimento para los mismos.</p>	<p>En este apartado se tendrá en cuenta únicamente la aparición de los elementos indicados. Si no existiesen no se les daría ninguna puntuación.</p>
7	<p><b>Cobertura y diversidad de vegetación acuática</b>                      Mide la cobertura de la vegetación acuática en el cauce fluvial. La mayor diversidad de morfologías en los productores primarios incrementa la disponibilidad de hábitats y de fuentes de alimento para muchos organismos. En la misma medida la dominancia de un grupo sobre el total de la cobertura no debería superar el 50%.</p>	<p>Plocon: incluye organismos fijos al sustrato por un extremo -rizoides- en muchos casos desprendidos y flotando, por ejemplo, <i>Cladophora</i>, <i>Zygnematales</i>, <i>Oedogoniales</i> y Briófitos.                      Pecten: incluye talos aplanados, laminares o esféricos, por ejemplo, <i>Nostoc</i>, <i>Hildenbrandia</i>, <i>Chaetoforales</i>, <i>Rivulariáceas</i>, Filtros de oscilatorias o Perifiton de diatomeas.                      Fanerógamas y charales: por ejemplo, especies de los géneros <i>Potamogeton</i>, <i>Ranunculus</i>, <i>Ceratophyllum</i>, <i>Apium</i>, <i>Lemna</i>, <i>Myriophyllum</i>, <i>Zannichellia</i> o <i>Rorippa</i> y <i>Chara</i>                      Briófitos: incluyen musgos y hepáticas.</p>

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>		Importante tener en cuenta los valores de referencia para los tipos de ríos evaluados Ver Acosta <i>et al.</i> 2009
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		El IHF es adimensional y ponderado, pero cada uno de los apartados miden porcentajes de elementos de heterogeneidad del hábitat fluvial como la hidrología, existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, grado de inclusión del sustrato y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos.
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		Los valores del índice varían de 0 a 100: 0 siendo pésima calidad del hábitat fluvial y 100 siendo excelente calidad de hábitat fluvial.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		La base de datos de las cuencas estudiadas corresponden a los años 2003, 2005, 2009 y 2011, 2014 y se encuentran en la Universitat de Barcelona, Universidad San Francisco de Quito, Universidad Tecnológica Indoamérica. Datos corresponden a los proyectos CERA y FUCARA. Definición de la Fuente de datos: <a href="http://www.ub.edu/riosandes">www.ub.edu/riosandes</a> Rios-Touma <i>et al.</i> 2004 (cuena alta del Guayllabamba), Acosta <i>et al.</i> 2009 (cuena alta del Guayllabamba, Esmeraldas) y Villamarín 2012 (Guayas), Encalada <i>et al.</i> 2014 (Cuena Alta del Guayllabamba y del Napo).
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Para ver tendencias se recomienda que los datos se tomen al menos una vez al año en cada localidad.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Desde 2003, datos bianuales (época seca y de lluvias) o anuales en época seca. Datos históricos se pueden encontrar en: Rios-Touma <i>et al.</i> 2004 Acosta <i>et al.</i> 2009 Ordoñez 2010 Encalada <i>et al.</i> 2014  Datos corresponden a los proyectos CERA y FUCARA ejecutados por la Universitat de Barcelona y la Universidad San Francisco de Quito. <a href="http://www.ub.edu/riosandes">www.ub.edu/riosandes</a> . Otros datos corresponden al proyecto de Diagnóstico de la Zona de Antisana, Mudadero y Cerro Puntas FONAG/TNC/USFQ.
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Provincial y Parroquial
	<b>GENERAL</b>	Ríos y riachuelos en diferentes alturas.
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	Metadatos de propiedad del Instituto Nacional de Pesca
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		ESCALA.- Tramos de 100 m. Generalmente identificables en mapas 1:25000 ó 1:10000 SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM wgs84 FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- Excel

<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017. Objetivo 7. Políticas 7.1, 7.2. y 7.12.</li> <li>- Política Ambiental Nacional. Política 2. Estrategia 1.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 14.</li> <li>- Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Libro Primero, Título Cuarto de la Planificación Hídrica, Artículo 3. Principios Generales. Libro Segundo, Protección del Dominio Hídrico Público. Secciones Primera, Segunda y Tercera.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Acosta, R. Blanca Ríos, Maria Rieradevall y Narcís Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. <i>Limnetica</i>, 28 (1): 35-64.</p> <p>Ríos-Touma B., Narcís Prat, Esteban Terneus. 2004. Estudio de las Condiciones de Referencia de las Cuencas de los Ríos Pita, San Pedro y Machángara. Reporte para FONAG, TNC y EMMAP-Q.</p> <p>Encalada, A.C., Suárez, E. Schrekinger J, Arboleda R. &amp; M.E. Sánchez. 2014. Diagnóstico de la calidad ecológica de los ríos y la vegetación de ribera de las zonas de manejo del FONAG. Reporte técnico no publicado. TNC/ FONAG/EPMAPS.</p> <p>Jáimez-Cuéllar, P., Vivas, S., Bonada, N., Robles, S., Mellado, A., Álvarez, M., Alba-Tercedor, J., Avilés, J., Casas, J., Ortega, M., Pardo, I., Prat, N., Rierade Vall, M., Sainz-Cantero, C., Sánchez-Ortega, A., Suarez, M. L., Toro, M., Vidal-Abarca, M. R. &amp; Zamora-Muñoz, C. 2002. Protocolo GUADALMED (PRECE). <i>Limnetica</i>, 21(3-4): 187-204.</p> <p>Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J. L., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor J., Jáimez-Cuéllar P., Moyà G., Narcís Prat N., Robles S, Suárez M.L., Toro M Vidal-Abarca, M. R. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. <i>Limnetica</i>, 21(3-4), 115-133.</p> <p>Ordoñez, V. (2011). Influencia del uso del suelo y la cobertura vegetal natural en la integridad ecológica de los ríos altoandinos al noreste del Ecuador. MSc. Thesis USFQ. Quito, Ecuador.</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Mayo 23, 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Mayo 23, 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Andrea Encalada, Universidad San Francisco de Quito. Blanca Ríos-Touma, Universidad Tecnológica Indoamérica.	

## 4.9 Diversidad estructural de los bosques del Ecuador

Francisco Cuesta

Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN.

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>							
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Diversidad estructural de los bosques del Ecuador</b>						
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>La estructura de la comunidad de árboles que conforman los bosques tropicales es de mucha importancia para el funcionamiento de estos sistemas, particularmente la complejidad del dosel y su dinámica (Ferris &amp; Humphrey, 1999). Las variaciones en la continuidad del dosel genera variaciones temporales y espaciales en la composición de los estratos inferiores, incrementa la diversidad vegetal al crear patrones de regeneración en mosaicos, heterogeneidad microclimática y construcción de micro hábitats (Clark &amp; Clark, 1984).</p> <p>La complejidad estructural de un bosque se traduce en un sistema complejo de nichos y micro-hábitats que incrementa la diversidad de las comunidades de flora y fauna contenidas en él. La medición de variables estructurales guarda una relación directa con la biodiversidad de un área, tanto en ecosistemas no disturbados como manejados o degradados. En algunos casos estas variables tienen la ventaja de ser fácilmente definidas y medibles, y por lo tanto ofrecen una oportunidad para el monitoreo de la biodiversidad y las acciones de manejo (Williams &amp; Gaston, 1994).</p> <p>En este caso se priorizaron los siguientes indicadores: (1) número de estratos, (2) área basal, (3) densidad de árboles por unidad de área y (4) la distribución por clases diamétricas. Todos estos indicadores son relativamente fáciles de medir y constituyen medidas estándares para el estudio de la dinámica de los bosques.</p>						
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>							
<p><b>Estratos (E):</b> Número y altura de los estratos del ecosistema estudiado.</p> <p><b>Área basal:</b></p> $AB = \frac{\pi * DAP^2}{4}$ <p><b>Dónde:</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr> <td><b>AB =</b></td> <td>Área basal</td> </tr> <tr> <td><b><math>\pi</math></b></td> <td>3,1416</td> </tr> <tr> <td><b>DAP</b></td> <td>Diámetro altura del pecho (cm)</td> </tr> </tbody> </table> <p>Expresada en m<sup>2</sup>; se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo; este parámetro, para cualquier especie i en el área de muestreo, equivale a la suma de las áreas basales de todos los individuos con DAP ≥ 5 cm.</p> <p><b>Densidad relativa:</b></p> $DnR = \frac{N^{\circ} \text{ individuos de la especie } i}{\Sigma N^{\circ} \text{ individuos del área muestral}} * 100$ <p>Dónde: La Densidad Relativa de una especie determinada es proporcional al número de individuos de esa especie, con respecto al número total de individuos del área muestral (e.g. parcela permanente).</p>		<b>AB =</b>	Área basal	<b><math>\pi</math></b>	3,1416	<b>DAP</b>	Diámetro altura del pecho (cm)
<b>AB =</b>	Área basal						
<b><math>\pi</math></b>	3,1416						
<b>DAP</b>	Diámetro altura del pecho (cm)						

**Dominancia Relativa (DmR):**

$$DmR = \frac{\text{Área basal de la especie } i}{\Sigma \text{ área basal del área muestral}} * 100$$

Dónde: La Dominancia Relativa de una especie determinada es la proporción del AB de esa especie, con respecto al área basal de todos los individuos de una unidad de área (e.g. de una parcela permanente).

**Distribución por clases diamétricas:**

Con los datos de diámetros de la unidad muestral es posible construir la distribución de frecuencias de diámetros agrupando los árboles por clases diamétricas y asignando la frecuencia correspondiente al valor medio de cada clase. La clase diamétrica con valor medio de clase igual a  $X$  y tamaño de clase  $A$  incluye a todos los árboles con diámetros mayores que el límite inferior  $X-A/2$  e inferiores o iguales al límite superior  $X+A/2$

**DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS**

**Estratos (E):** Permite caracterizar verticalmente el bosque estudiando en función de un ecosistema de referencia.

**Área basal:** Expresada en  $m^2$ ; se define como el área del DAP en corte transversal del tallo o tronco del individuo; este parámetro, para cualquier especie  $i$  en el área de muestreo, equivale a la suma de las áreas basales de todos los individuos con un diámetro definido (e.g. DAP  $\geq$  5 cm). La sumatoria del área basal de todos los individuos por unidad muestral, permite construir un índice que compara la integridad de esa área con otra área similar. Mientras más alto el valor, se trata de un bosque en estadios serales superiores que ha acumulado mayores volúmenes de biomasa.

**Dominancia Relativa:** La Dominancia Relativa de una especie determinada es la proporción del AB de esa especie, con respecto al área basal de todos los individuos de una unidad de área (e.g. de una parcela permanente). La sumatoria de la Dominancia Relativa de todas las especies en la parcela, es siempre igual a 100.

**Dominancia Relativa (DmR):** Permite identificar especies con mayor aportación en términos de biomasa y productividad de un bosque. Estas especies generalmente constituyen piezas claves en la dinámica pues generalmente conforman parte del dosel del bosque.

**Distribución por clases diamétricas:** La diversidad de un bosque se caracteriza no solo por el número de especies existentes sino también por la distribución de las dimensiones de los árboles. Dos de las variables de dimensión más relevantes son el diámetro a la altura de pecho y la altura. La distribución de frecuencias de estas variables es un indicador clave para evaluar la integridad estructural de un bosque.

**METODOLOGÍA DE CÁLCULO**

El cálculo de los índices propuestos requieren de los siguientes pasos:

1. Establecimiento de parcelas permanentes de acuerdo a los estándares definidos por grupos internacionales especializados para ecosistemas arbolados (Malhi *et al.*, 2002; Osinaga *et al.*, 2014; Pauli *et al.*, 2015).
2. Levantamiento de los datos de vegetación de acuerdo a los protocolos definidos.
3. Consolidación de base de datos
4. Análisis y reporte de indicadores en el tiempo  $t_1$ ,  $t_2$ .. $t_n$

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Continuidad de los re-muestreos de las parcelas establecidas.
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Los índices son adimensionales
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	Cambios en los indicadores de biodiversidad sugieren modificaciones en la diversidad estructural de los ecosistemas boscosos. Disminuciones en los índices de área basal o densidad relativa sugieren pérdida de biomasa y cambios en la configuración de la diversidad de especies arbóreas.

<b>FUENTE DE DATOS</b>		Instituciones que posean información asociada a proyectos de monitoreo de comunidades de plantas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herbario (QCA), Pontificia Universidad Católica del Ecuador.</li> <li>- Ministerio del Ambiente, Unidad de Monitoreo.</li> <li>- Área de Biodiversidad, Condesan (Red Bosques Andinos, Red Gloria).</li> <li>- Herbario de Loja Reynaldo Espinoza, UNL.</li> </ul>	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Quinquenal.	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Parcelas permanentes establecidas por las instituciones listadas previamente.	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Rural parroquial	
	<b>GENERAL</b>	Comunidades de flora	
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No Aplica	
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		WGS 84, UTM 17 Sur Grados decimales	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017. Objetivo 7.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad, Resultados 7 y 16.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>Clark, D.A. &amp; Clark, D.B. (1984) Spacing Dynamics of a Tropical Rain Forest Tree: Evaluation of the Janzen-Connell Model. <i>The American Naturalist</i>, 124, 769-788.</p> <p>Ferris, R. &amp; Humphrey, J. (1999) A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. <i>Forestry</i>, 72, 313-328.</p> <p>Malhi, Y., Phillips, O.L., Lloyd, J., Baker, T., Wright, J., Almeida, S., Arroyo, L., Frederiksen, T., Grace, J., Higuchi, N., Killeen, T., Laurance, W.F., Leañó, C., Lewis, S., Meir, P., Monteagudo, A., Neill, D., Núñez Vargas, P., Panfil, S.N., Patiño, S., Pitman, N., Quesada, C.A., Rudas-LL, A., Salomão, R., Saleska, S., Silva, N., Silveira, M., Sombroek, W.G., Valencia, R., Vásquez Martínez, R., Vieira, I.C.G. &amp; Vinceti, B. (2002) An international network to monitor the structure, composition and dynamics of Amazonian forests (RAINFOR). <i>Journal of Vegetation Science</i>, 13, 439-450.</p> <p>Osinaga, O., Báez, S., Cuesta, F., Malizia, A., Carilla, J., Aguirre, N. &amp; Malizia, L. (Eds) (2014) <i>Monitoreo de diversidad vegetal y carbono en bosques andinos. Protocolo Extendido.</i>, 1 edn. CONDESAN, IER-UNT, COSUDE, Quito, Ecuador.</p> <p>Williams, P.H. &amp; Gaston, K.J. (1994) Measuring more of biodiversity: Can higher-taxon richness predict wholesale species richness? <i>Biological Conservation</i>, 67, 211-217.</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		10 de junio de 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		10 de junio de 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>		Francisco Cuesta, CONDESAN	

## 4.10 Conectividad y estructura del paisaje

Manuel Peralvo

Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina - CONDESAN

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Conectividad y estructura del paisaje</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Distancia euclidiana promedio al parche más cercano de vegetación natural remanente, ponderada por el área de los parches.
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
Calculada utilizando la herramienta de medición de métricas de estructura y configuración de paisaje FRAGSTATS ( <a href="http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html">http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html</a> ). A nivel nacional, se calcula como el promedio de las distancias entre cada parche de vegetación natural remanente y el parche más cercano. Al ponderarse por el área de los parches se controla por casos donde existen parches remanentes grandes y pequeños interdispersos en el paisaje (McGarigal & Marks, 1995; Cushman <i>et al.</i> , 2008).	
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
Los parches de vegetación remanente corresponden a ecosistemas naturales para una fecha de referencia determinada.	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
El indicador requiere los siguientes procesos metodológicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reclassificar mapa de CUT a nivel nacional en dos clases: vegetación natural y cobertura y uso de la tierra antrópicos. La clase de vegetación remanente puede obtenerse a la combinación de siete estratos a partir del mapa de ecosistemas:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bosque deciduo</li> <li>- Bosque siempre verde de tierras bajas</li> <li>- Páramo</li> <li>- Matorral semideciduo y deciduo</li> <li>- Bosque andino montano</li> <li>- Bosques inundables de tierras bajas</li> <li>- Manglar</li> </ul> </li> <li>• Ingresar el mapa binario a FRAGSTATS</li> <li>• Seleccionar el índice AW_ENN</li> </ul>	
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Áreas con cobertura persistente de nubes pueden impedir mapear de forma consistente la cobertura y uso de la tierra a nivel nacional.
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	El indicador AW_ENN tiene un valor en metros
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	Valores promedio pequeños de ENN implican paisajes con mayor conectividad (i.e. menor aislamiento) de la vegetación remanente.
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Series temporales de mapas nacionales de CUT.
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	La periodicidad actual de este indicador es indeterminada. A futuro, se debería partir de un mapeo exhaustivo de cobertura y uso de la tierra a nivel nacional cada 5 años.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	La disponibilidad de la línea base histórica de este indicador está relacionada a las actividades de monitoreo de cambio de cobertura y uso de la tierra del Ministerio del Ambiente del Ecuador para los años de referencia 1990 – 2000 – 2008 (MAE 2012), el mapeo de ecosistemas en el Ecuador continental (MAE 2013) y el mapa de cobertura y uso de la tierra para el 2014 generado por el MAE y el MA-GAP. Sobre estos insumos se podría calcular este indicador para los periodos 1990-2000, 2000-2008, 2008-2014.

<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional y provincial	
	<b>GENERAL</b>	No Aplica	
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No Aplica	
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		ESCALA.- Al menos 1:100 000. Unidad mínima de mapeo 1 ha. SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM Z17S, Datum WGS 84. FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- Definido por la autoridad competente.	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>- Política de Gobernanza del Patrimonio Natural.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 7 y 16.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		Cushman, S. A., K. McGarigal, y M. C. Neel. 2008. Parsimony in landscape metrics: Strength, universality, and consistency. <i>Ecological Indicators</i> 8 (5):691-703. McGarigal, K., y B. J. Marks. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure: USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-351.	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		1 de Mayo 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		1 de Mayo 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>		Manuel Peralvo, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN.	

## 4.11 Cambio en patrones de fragmentación y estructura del paisaje

Manuel Peralvo

Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina - CONDESAN

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Cambio en patrones de fragmentación y estructura del paisaje</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Cambio anual en la longitud de borde entre áreas intervenidas y vegetación remanente en un período de referencia
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$LB = \left( \frac{1}{t_2 - t_1} \right) \left( \frac{LB_{t_2} - LB_{t_1}}{A_{EC}} \right)$	
<b>Dónde:</b>	
$LB_{t_2} - LB_{t_1}$ :	Variación en kilómetros en la longitud de borde entre vegetación remanente y áreas intervenidas en el período $t_1 - t_2$ .
$A_{EC}$ :	Área en km <sup>2</sup> del Ecuador continental
$t_2 - t_1$ :	Lapso de tiempo en años entre las dos fechas de análisis

## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

Los **parches de vegetación remanente** corresponden a ecosistemas naturales para una fecha de referencia determinada. La **longitud de borde** para una fecha determinada se define como la sumatoria del perímetro de todos los parches de vegetación remanente a nivel nacional para esa fecha.

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El indicador requiere los siguientes procesos metodológicos:

- Reclassificar mapa de CUT a nivel nacional en dos clases: vegetación natural y cobertura y uso de la tierra antrópicas. La clase de vegetación remanente puede obtenerse a la combinación de siete estratos a partir del mapa de ecosistemas:
  - Bosque deciduo
  - Bosque siempre verde de tierras bajas
  - Páramo
  - Matorral semideciduo y deciduo
  - Bosque andino montano
  - Bosques inundables de tierras bajas
  - Manglar
- Calcular el perímetro (en km) de cada parche de vegetación remanente.
- Realizar la sumatoria a nivel nacional del perímetro de todos los parches de vegetación remanente para cada año de referencia ( $t_1$  y  $t_2$ ).
- Calcular el cambio en la longitud de borde en relación al área total del Ecuador en el período de estudio.

### LIMITACIONES TÉCNICAS

Áreas con cobertura persistente de nubes pueden impedir mapear de forma consistente la cobertura y uso de la tierra a nivel nacional.

### UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES

$LB$	km/km <sup>2</sup> *año
$LB_{t_2} - LB_{t_1}$	km
$A_{EC}$	km <sup>2</sup>
$t_2 - t_1$	años

### INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR

Un cambio positivo en LB indica incremento en la fragmentación de la vegetación natural, debido a la creación de nuevos parches asociados a procesos de cambio de cobertura y uso de la tierra. Un cambio negativo debe analizarse en conjunto con el cambio en el área de vegetación remanente, ya que puede estar asociado al desaparecimiento de parches de vegetación remanente y una transición a una matriz dominada por coberturas y usos de la tierra de origen antrópico.

### FUENTE DE DATOS

Series temporales de mapas nacionales de CUT.

### PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES

La periodicidad actual de este indicador es indeterminada. A futuro, se debería partir de un mapeo exhaustivo de cobertura y uso de la tierra a nivel nacional cada 5 años.

### DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS

La disponibilidad de la línea base histórica de este indicador está relacionada a las actividades de monitoreo de cambio de cobertura y uso de la tierra del Ministerio del Ambiente del Ecuador para los años de referencia 1990 – 2000 – 2008 (MAE 2012), el mapeo de ecosistemas en el Ecuador continental (MAE 2013) y el mapa de cobertura y uso de la tierra para el 2014 generado por el MAE y el MAGAP. Sobre estos insumos se podría calcular este indicador para los períodos 1990-2000, 2000-2008, 2008-2014.

<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional y provincial	
	<b>GENERAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ LB por tipo de ecosistema</li> <li>▪ LB por región</li> </ul>	
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No Aplica	
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		<p>ESCALA.- Al menos 1:100 000. Unidad mínima de mapeo 1 ha.</p> <p>SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM Z17S, Datum WGS 84.</p> <p>FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- Definido por la autoridad competente.</p>	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>- Política de Gobernanza del Patrimonio Natural</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultados 7 y 16.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>Cushman, S. A., K. McGarigal, y M. C. Neel. 2008. Parsimony in landscape metrics: Strength, universality, and consistency. <i>Ecological Indicators</i> 8 (5):691-703.</p> <p>McGarigal, K., y B. J. Marks. 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure: USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-351.</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		1 de Mayo 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		1 de Mayo 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>		Manuel Peralvo, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN.	

## 4.12 Productividad primaria bruta (PPB) en ecosistemas terrestres

Francisco Cuesta

Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina - CONDESAN

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Productividad primaria bruta (PPB) en ecosistemas terrestres</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>El indicado mide las toneladas de carbono /Ha/año, en la biomasa aérea, agrupados en los siguientes estratos definidos por la Evaluación Nacional Forestal (MAE 2012):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bosque Xérico Andino (BSA)</li> <li>• Bosque Deciduo y Semideciduo (BSP)</li> <li>• Bosque Siempre Verde Andino Montano (BSVAM)</li> <li>• Bosque Siempre Verde Andino de Pie de Monte (BSVAPM)</li> <li>• Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina (BSVCA)</li> <li>• Bosque Siempre Verde de Tierras bajas de la Amazonía (BSVTBA)</li> <li>• Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó (BSVTBCH)</li> <li>• Manglar (M)</li> <li>• Moretal (Mo)</li> </ul>

La captura de carbono es la extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono a través de la fotosíntesis. Las plantas absorben dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico junto con elementos en suelos y aire para convertirlos en biomasa. Aproximadamente 42% a 50% de la biomasa de una planta es carbono (Gibbs *et al.* 2007). El flujo neto de carbono entre los ecosistemas terrestres y la atmósfera es determinado por dos factores principales: cambios en el área boscosa (p.ej. deforestación, revegetación) y cambios en la biomasa boscosa por hectárea como resultado de acciones de manejo o regeneración natural. La deforestación y la degradación de los bosques generalmente inciden en el que se conviertan en fuentes de emisión de CO<sub>2</sub> debido a que la productividad primaria es superada por la respiración total u oxidación de las plantas, el suelo y la materia orgánica en descomposición (Brown 2002).

Este es un indicador fundamental para analizar la integridad funcional de un ecosistema. Este es un indicador sensible a los efectos directos de la deforestación y degradación así como en los impactos esperados por anomalías climáticas y las posibles alteraciones en la productividad de los ecosistemas.

### FÓRMULA DE CÁLCULO

Este indicador tiene dos escalas de análisis, parcela y paisaje.

#### A escala de parcela:

Se propone utilizar la ecuación alométrica de Chave *et al.* (2005) la cual se construye en función de las siguientes variables dasométricas: DAP, altura y densidad de la madera (i.e. peso específico).

$$BA = \exp[-2.977 + \ln(\rho_i(DAP)^2 H)]$$

#### Dónde:

<b>BA:</b>	Biomasa (grs/árbol)
<b>DAP</b>	Área en km <sup>2</sup> del Ecuador continental
<b>EC<sub>i (t2)</sub></b>	Lapso de tiempo en años entre las dos fechas de análisis
<b>H:</b>	Altura total (m)
<b>ρ<sub>i</sub>:</b>	Peso específico de la madera (g/cm <sup>3</sup> ), <b>i</b> = valor específico para cada especie, o promedio local cuando no se conoce el valor para la especie.

#### A escala de paisaje:

Se propone utilizar la propuesta de FAO y la evaluación nacional forestal (ENF) en la que se utiliza la siguiente ecuación (Mäkelä & Pekkariinen, 2004):

$$\hat{y} = \frac{\sum_{i=1}^k (1/d_i^2) y_i}{\sum_{i=1}^k (1/d_i^2)}$$

#### Dónde:

<b>ŷ =</b>	Valor estimado (i.e. biomasa a nivel de pixel)
<b>y<sub>i</sub> =</b>	Valor de la y i-ésimo vecino más cercano
<b>d<sub>i</sub> =</b>	Distancia euclidiana al i-ésimo vecino más cercano
<b>k =</b>	Número de vecinos utilizados.

<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
<p><b>Ecosistemas naturales:</b> Definidos a partir de MAE (2013) y agrupados en los nueve estratos especificados arriba.</p> <p><b>Parcelas permanentes:</b> Se refiere a los valores de biomasa y otras variables dasométricas obtenidas a partir del sistema nacional de parcelas permanentes administrado por el MAE.</p> <p><b>Sensores remotos:</b> se refiere a los sensores ópticos pasivos de resolución media (Landsat 7, 8) y resolución gruesa (MODIS). Los valores digitales de estas imágenes son utilizados para interpolar los valores observados de las parcelas en el paisaje estudiando usando los análisis de vecindad descritos.</p>	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
<p>El indicador requiere los siguientes insumos y procesos metodológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapa de referencia de los estratos de carbono derivados a partir del mapa de ecosistemas del Ecuador Continental: Es un mapa de distribución de los "estratos de carbono" en la fecha <math>t_1</math> (i.e. línea base 2008).</li> <li>• Cuantificación de los valores de biomasa aérea para cada parcela del sistema nacional de parcelas permanentes (toneladas carbono/ha).</li> <li>• Generación de mosaicos digitales derivados de las imágenes satelitales (i.e. Landsat y MODIS) del Ecuador continental para la fecha <math>t_1</math></li> <li>• Modelamiento de carbono con el algoritmo k-nn.</li> <li>• Análisis de error e incertidumbre.</li> </ul>	
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas con cobertura persistente de nubes pueden impedir caracterizar de forma adecuada algunas áreas importantes por sus altos reservorios y por sus altos valores de conversión (p.ej. bosques de Esmeraldas).</li> <li>• La aproximación metodológica para la interpolación de los valores de biomasa de parcela a paisaje mantiene un error moderadamente alto y los valores tienden a subestimar o sobreestimar los valores en unidades no necesariamente homogéneas (estratos) por efectos abióticos y bióticos locales (p.ej. pendiente, drenaje).-</li> <li>• En el mediano plazo es necesario migrar hacia enfoques metodológicos que permiten incorporar estas variaciones estructurales del paisaje para generar mapas interpolados con menor error y disminución de la incertidumbre. Estas técnicas emplean técnicas estadísticas mejoradas basadas en sistemas acoplados que integran datos de sensores activos (radar – SAR, LiDar) y pasivos (Landsat) junto con una mayor densidad de parcelas distribuidas en el paisaje (Goetz <i>et al.</i>, 2009; Zolkos <i>et al.</i>, 2013).</li> </ul>
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	$\frac{\text{Toneladas}}{\text{ha año}} \times \text{Estrato}$
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	Valores mayores representan concentraciones de biomasa o carbono mayores por unidad de área en el período $t_1$ .
<b>FUENTE DE DATOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas de distribución remanente de ecosistemas (2008, 2014)</li> <li>• Mapas nacionales de cobertura y uso de la tierra (1990, 2000, 2008, 2014).</li> <li>• Mosaicos de imágenes satelitales para los períodos de referencia de los mapas de cobertura.</li> <li>• Base de datos de parcelas permanentes de la Evaluación Nacional Forestal del 2012.</li> <li>• Base de datos de parcelas permanentes administradas por diversas entidades de investigación del país (P. ej. PUCE, CONDESAN, UN-Loja, USFQ).</li> </ul>

<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Quinquenal (5 años)
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas nacionales de cobertura y uso de la tierra para los años de referencia 1990, 2000, 2008 generados por el MAE.</li> <li>• Mapa nacional de cobertura y uso de la tierra para el año de referencia 2014 generado por el MAE y el MA-GAP.</li> <li>• Mapa de ecosistemas del Ecuador Continental generado por el MAE en el 2012.</li> <li>• Mosaicos Landsat para el Ecuador del año 2012 generado por la Universidad de Maryland y mosaico MODIS generado por FAO-MAE, período 2010-2012</li> <li>• Mapa de carbono generado por el MAE en el año 2014 para el año 2012.</li> <li>• Mapa de carbono de Saatchi et al. (2011)</li> <li>• Mapa de carbono de Baccini et al. (2012)</li> <li>• Mapa de biomasa aérea de Liu et al. (2015)</li> </ul>
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Provincial, nacional
	<b>GENERAL</b>	Ecosistemas
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No Aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		Unidad mínima de mapeo: 1 ha Sistema de coordenadas: UTM Z17S Datum: WGS 84
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017. Objetivo 7.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultados 7 y 16.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>Baccini, A., Goetz, S.J., Walker, W.S., Laporte, N.T., Sun, M., Sulla-Menashe, D., Hackler, J., Beck, P.S.A., Dubayah, R., Friedl, M.A., Samanta, S. &amp; Houghton, R.A. 2012. Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. <i>Nature Clim. Change</i> 2: 182-185.</p> <p>Brown S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. <i>Environmental Pollution</i>, 116, 363-372</p> <p>Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B. &amp; Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. <i>Oecologia</i> 145: 87-99.</p> <p>Gibbs H.K., Brown S., Niles J.O. &amp; Foley J.A. 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. <i>Environmental Research Letters</i> 2: 045023.</p> <p>Goetz, S., Baccini, A., Laporte, N., Johns, T., Walker, W., Kellndorfer, J., Houghton, R. &amp; Sun, M. 2009. Mapping and monitoring carbon stocks with satellite observations: a comparison of methods. <i>Carbon Balance and Management</i> 4:2.</p> <p>Liu, Y.Y., van Dijk, A.I.J.M., de Jeu, R.A.M., Canadell, J.G., McCabe, M.F., Evans, J.P. &amp; Wang, G. (2015) Recent reversal in loss of global terrestrial biomass. <i>Nature Clim. Change</i> 5: 470-474.</p>

	<p>Mäkelä, H. &amp; Pekkarinen, A. 2004. Estimation of forest stands volumes by Landsat TM imagery and stand-level field-inventory data. <i>Forest Ecology and Management</i> 196: 245-255.</p> <p>Ministerio del Ambiente. 2013. Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente. Quito. pp: 122.</p> <p>Ministerio del Ambiente – Proyecto Evaluación Nacional Forestal. 2013. Protocolo para el procesamiento del mapa de carbono con imágenes Modis y Landsat. Quito. pp: 26.</p> <p>Ministerio del Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Mapa de cobertura y uso de la tierra. 2014. Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Quito.</p> <p>Saatchi, S.S., Harris, N.L., Brown, S., Lefsky, M., Mitchard, E.T.A., Salas, W., Zutta, B.R., Buermann, W., Lewis, S.L., Hagen, S., Petrova, S., White, L., Silman, M. &amp; Morel, A. 2011. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i> 108: 9899-9904.</p> <p>Zolkos, S.G., Goetz, S.J. &amp; Dubayah, R. 2013. A meta-analysis of terrestrial aboveground biomass estimation using lidar remote sensing. <i>Remote Sensing of Environment</i> 128: 289-298.</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	20 de mayo de 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	20 de mayo de 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Francisco Cuesta, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina – CONDESAN.	

## 4.13 Índice biótico de calidad de agua en base a macro-invertebrados acuáticos

Blanca Ríos-Touma  
Universidad Tecnológica Indoamérica

Andrea Encalada  
Universidad San Francisco de Quito

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Índice biótico de calidad de agua en base a macro invertebrados acuáticos</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Puntuación en base a sumatoria de valores de tolerancia a la contaminación orgánica de familias de macroinvertebrados. Las familias de macroinvertebrados tienen sensibilidades distintas a la contaminación orgánica de los ríos. Cada familia tiene asignado un valor de tolerancia a la contaminación de acuerdo a su zona geográfica (Ver Tablas ABI y BMWPCol modificadas en el ANEXO 1). Para cada familia presente, se suma su valor de tolerancia. El resultado del índice es la suma de la tolerancia de todas las familias presentes en el tramo de río estudiado.

## FÓRMULA DE CÁLCULO

$$I = \sum_i x$$

**Dónde:**

<b><i>I</i></b>	es el índice biótico
<b><i>X</i></b>	Familia/Taxa <b><i>X</i></b> de macroinvertebrado acuático.
<b><i>i</i></b>	es el valor de tolerancia de la familia/Taxa <b><i>i</i></b> , presente en el sitio evaluado.

## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

**Macroinvertebrado:** organismos invertebrados, visibles al ojo humano sin necesidad de microscopio. Los macroinvertebrados acuáticos viven en, debajo o alrededor de las rocas y el sedimento de los ríos y lagos. Debido a esta preferencia de hábitat se los conoce colectivamente como "bentos".

**Familia/Taxa** se refiere al nivel taxonómico que se utiliza para este análisis y está definido en el índice apropiado (Acosta et al. 2009; Rios-Touma et al. 2014; Knee y Encalada 2013) y su correspondiente **valor de Tolerancia** a la Contaminación Orgánica del Agua.

Para ríos de andinos de 1800 a 4000 m snm se usa los valores de tolerancia de las familias del Índice ABI (Acosta et al. 2009; Rios-Touma et al. 2014)

Para ríos de estribaciones y tierras bajas 1800 hasta 500 m snm se usa los valores de tolerancia de las familias del BMWPCol modificado por Knee y Encalada (2013).

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El cálculo del índice se basa en las familias de macroinvertebrados presentes en el río o riachuelo. Para determinar el número de familias presentes en el río se debe hacer un muestreo multihábitat (rápidos, pozas, remansos, orillas), que incluya todos los hábitats del río. Se deberá muestrear al menos 3 minutos por hábitat ó examinar al menos 200 individuos por hábitat. Para la identificación de las familias se puede usar Encalada et al. 2011 y Dominguez y Fernandez 2009.

### LIMITACIONES TÉCNICAS

Para análisis a nivel de cuenca, es necesario tener puntos de referencia, que son tramos no afectados por el río (Ver Acosta et al. 2009) similares al sitio estudiado, es decir deben existir referencias para cada tipo de río dentro de la misma cuenca. En base a estos puntos de referencia, se pueden hacer categorías de calidad. En el caso de la Cuenca alta del río Guayllabamba estas categorías son:

Muy Bueno	<96
Bueno	59-96
Moderado	35-58
Malo	14-34
Pésimo	<14

### UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES

Presencia de familias o grupos taxonómicos de macroinvertebrados acuáticos presentes en el punto y su valor de tolerancia.

### INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR

Una vez hechas las categorías para cada tipo de río por cuenca, se clasifican los sitios en las cinco categorías de calidad biótica: Muy bueno, bueno, moderado, malo y pésimo. A estas categorías se les puede asignar un color para visualizar en el mapa la calidad de las aguas. Los colores estandar a asignarse son: Muy bueno-azul, Bueno-verde, Moderado-amarillo, Malo-anaranjado y Pésimo-rojo.

### FUENTE DE DATOS

Universitat de Barcelona, Universidad San Francisco de Quito, Universidad Tecnológica Indoamérica. Datos corresponden a los proyectos CERA y FUCARA  
Definición de la Fuente de datos: [www.ub.edu/riosandes](http://www.ub.edu/riosandes)

<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Los datos de las cuencas estudiadas, actualmente no se toman. Se dispone para los años 2003, 2005, 2009 y 2011 en las publicaciones históricas. Sin embargo, los datos deberán tomarse al menos una vez al año al menos en las cuencas del Esmeraldas, Napo y Guayas, en época seca. Para ver tendencias, los datos deberán tomarse al menos una vez al año al menos en las cuencas del Esmeraldas, Napo y Guayas en época seca.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Desde 2003, datos bianuales (época seca y de lluvias) o anuales en época seca. Datos históricos se pueden encontrar en: Rios-Touma et al. 2004 Acosta et al. 2009 Ordoñez 2010 Villamarín, 2012 Estos datos corresponden a los proyectos CERA y FUCARA ejecutados por la Universitat de Barcelona y la Universidad San Francisco de Quito. Knee y Encalada 2013 - Datos publicados correspondientes a Beca Fullbright de Post Doctorados. Los datos históricos se encuentran publicados y accesibles.
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Parroquial
	<b>GENERAL</b>	Ríos de andinos de 1800 a 4000 m snm Para ríos de estribaciones y tierras bajas de 1800 hasta 500 m snm
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No Aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		ESCALA.- Tramos de 100 m. Generalmente identificables en mapas 1:25000 ó 1:10000 SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- Excel
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional del Buen Vivir, Objetivo 7.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultados 7, 8 y 16.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>Acosta, R. Blanca Ríos, Maria Rieradevall y Narcís Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. <i>Limnetica</i>, 28 (1): 35-64. 2009</p> <p>Knee, K. L., &amp; Encalada, A. C. 2013. Land use and water quality in a rural cloud forest region (Intag, Ecuador). <i>River Research and Applications</i>, 30(3), 385-401.</p> <p>Ordóñez-Arízaga, V. 2011. Análisis de la información sobre el uso de bioindicadores acuáticos en la cuenca del río Paute, Ecuador. Fideicomiso Mercantil Fondo del Agua para la Conservación de la Cuenca del Río.Paute (FO-NAPA). CD-FONP2-02. Cuenca, Ecuador.</p> <p>Ordoñez, V. 2010. Influencia del uso del suelo y la cobertura vegetal natural en la integridad ecológica de los ríos altoandinos al noreste del Ecuador. Tesis de Maestría. USFQ. Quito, Ecuador</p> <p>Rios-Touma B, Acosta R &amp; N. Prat. 2014. Distribution of macroinvertebrate families and their tolerance to pollution in high Andean tropical streams: the development of the Andean Biotic Index (ABI). <i>Revista de Biología Tropical</i>. 62:249-271.</p>

	Ríos-Touma B., Narcis Prat, Esteban Terneus. 2004. Estudio de las Condiciones de Referencia de las Cuencas de los Ríos Pita, San Pedro y Machángara. Reporte para FONAG, TNC y EMMAP-Q. Villamarín C. 2012. Estructura y Composición De Las Comunidades De Macroinvertebrados Acuáticos En Ríos Altoandinos Del Ecuador Y Perú. Diseño De Un Sistema De Medida De La Calidad Del Agua Con Índices Multi-métricos. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	21, Mayo, 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	21, Mayo, 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Blanca Ríos Touma, Universidad Tecnológica Indoamérica Andrea C. Encalada, Universidad San Francisco de Quito.	

## 4.14 Índice de calidad de bosque de ribera (QBR)

Blanca Ríos-Touma  
Universidad Tecnológica Indoamérica

Andrea Encalada  
Universidad San Francisco de Quito

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>											
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Índice de calidad de bosque de ribera (QBR)v</b>										
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>La vegetación de ribera es una parte fundamental del paisaje fluvial. Ésta a más de proveer de la energía (a través de la entrada de materia orgánica) a los ríos de bosque, constituye una zona de amortiguamiento para proteger del río, filtrando lixiviados provenientes de las áreas aledañas. Para evaluar este indicador se utiliza el índice QBR-And (Acosta et al. 2009), el cual incluye una valoración de: a) Grado de Cubierta de la zona de Ribera; b) Estructura de la cubierta; c) Calidad de la cubierta y d) grado de naturalidad del canal fluvial. Éste índice tiene dos variaciones: 1) páramos y 2) bosques andinos. Además penaliza la presencia de especies vegetales introducidas.</p> <p>En zonas andinas de Ecuador, el índice de QBR está altamente relacionado con la cobertura natural de las áreas de drenaje (Ordoñez et al. in prep.).</p>										
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>											
<p>El índice <b>QBR</b> se calcula a partir de la suma de los apartados (con un valor máximo de 100):</p> <p><b>QBR-And1: <math>GC+EC+CC+GN</math></b></p> <p><b>QBR-And2: <math>GC+CC+GN</math></b></p> <p><b>Dónde:</b></p> <table border="1"> <tr> <td><b>QBR-And1:</b></td> <td>Índice <b>QBR-And</b> para medir la calidad de la ribera para comunidades arbóreas.</td> </tr> <tr> <td><b>QBR-And2:</b></td> <td>Índice <b>QBR-And</b> para medir la calidad de la ribera para comunidades de Pajonales de páramos y punas</td> </tr> <tr> <td><b>EC:</b></td> <td>Estructura de la cubierta</td> </tr> <tr> <td><b>CC:</b></td> <td>Calidad de la cubierta</td> </tr> <tr> <td><b>GN:</b></td> <td>Grado de Naturalidad del Canal Fluvial</td> </tr> </table>		<b>QBR-And1:</b>	Índice <b>QBR-And</b> para medir la calidad de la ribera para comunidades arbóreas.	<b>QBR-And2:</b>	Índice <b>QBR-And</b> para medir la calidad de la ribera para comunidades de Pajonales de páramos y punas	<b>EC:</b>	Estructura de la cubierta	<b>CC:</b>	Calidad de la cubierta	<b>GN:</b>	Grado de Naturalidad del Canal Fluvial
<b>QBR-And1:</b>	Índice <b>QBR-And</b> para medir la calidad de la ribera para comunidades arbóreas.										
<b>QBR-And2:</b>	Índice <b>QBR-And</b> para medir la calidad de la ribera para comunidades de Pajonales de páramos y punas										
<b>EC:</b>	Estructura de la cubierta										
<b>CC:</b>	Calidad de la cubierta										
<b>GN:</b>	Grado de Naturalidad del Canal Fluvial										

## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

**Grado de cubierta de la zona de ribera:** Mide el porcentaje de cubierta vegetal de la zona de ribera tomando en cuenta la conectividad del bosque de ribera con el ecosistema forestal adyacente.

**Estructura de la cubierta:** Mide el porcentaje y distribución de árboles de la zona de ribera y la concentración de helófitos y arbustos.

**Calidad de la cubierta:** Mide el porcentaje de especies autóctonas e introducidas presentes en la ribera (Ver ANEXO 1).

**Grado de naturalidad del canal fluvial:** Mide modificaciones en el río y sus terrazas tomando en cuenta tanto el uso de suelo en la zona de ribera y la presencia de basuras y escombros.

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para medir este indicador, se necesita aplicar el QBR-And respectivo, según sea zona arbórea o de páramo, siguiendo las siguientes fichas de campo (Acosta et al. 2009 pg 57 y 58):

**Anexo 5.** Índice de calidad de la vegetación de ribera Andina (QBR-And). *Andean riparian vegetation quality Index (QBR-And)*.

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos		Estación	
		Observador	
		Fecha	
<b>Grado de cubierta de la zona de ribera</b>		<b>Puntuación bloque1</b>	
<b>Puntuación</b>			
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)		
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera		
+ 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total		
+ 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%		
- 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%		
-10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%		
<b>Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)</b>		<b>Puntuación bloque2</b>	
<b>Puntuación</b>			
25	recubrimiento de árboles superior al 75 %		
10	recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %		
5	recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %		
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %		
+ 10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %		
+ 5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %		
+ 5	si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque.		
- 5	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %		
- 5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad		
-10	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50%		
<b>Calidad de la cubierta</b>		<b>Puntuación bloque3</b>	
<b>Puntuación</b>			
25	Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos		
10	Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas		
5	26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas		
0	Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas		
+ 10	>75% de los arbustos son de especies autóctonas.		
+ 5	51-75% o más de los arbustos de especies autóctonas		
- 5	26-50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas		
- 10	Menos del 25% de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas		
<b>Grado de naturalidad del canal fluvial</b>		<b>Puntuación bloque4</b>	
<b>Puntuación</b>			
25	el canal del río no ha estado modificado		
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal		
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río		
0	río canalizado en la totalidad del tramo		
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río		
- 10	si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río		
- 5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes		
-10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado		
<b>Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)</b>			

La puntuación de cada uno de los 3 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos		Estación	
		Observador	
		Fecha	
<b>Grado de cubierta de la zona de ribera</b>		<b>Puntuación bloque 1</b>	
<b>Puntuación</b>			
25	> 80 % de cubierta vegetal de la ribera (Gramíneas y/o matorral y/o "almohadillas")		
10	50-80 % de cubierta vegetal de la ribera		
5	10-50 % de cubierta vegetal de la ribera		
0	< 10 % de cubierta vegetal de la ribera		
+ 10	si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es total		
+ 5	si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es >50%		
- 5	Si la conectividad entre la vegetación de ribera y la comunidad vegetal adyacente es entre el 25-50%		
-5	Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera <50%		
-10	Si se presentan evidencias de quema de pajonal de gramíneas de ribera >50%		
<b>Calidad de la cubierta</b>		<b>Puntuación bloque 2</b>	
<b>Puntuación</b>			
25	Todas las especies vegetales de ribera autóctonas (gramíneas, matorral o almohadillas)		
10	Ribera con <25% de la cobertura con especies de introducidas (Eucalyptus spp., Pinus spp.) o especies arbustivas secundarias (por efecto de sobrepastoreo)		
5	Ribera entre 25-80% de la cobertura con especies introducidas o con arbustivas secundarias		
0	Ribera con >80% de especies introducidas o arbustivas secundarias		
<b>Grado de naturalidad del canal fluvial</b>		<b>Puntuación bloque 3</b>	
<b>Puntuación</b>			
25	El canal del río no ha estado modificado		
10	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal		
5	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río		
0	Río canalizado en la totalidad del tramo		
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río		
- 10	si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río		
-5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes		
-10	si hay basuras permanentes en el tramo estudiado		
<b>Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)</b>			

Blanca Rios Touma, Universidad Tecnológica Indoamérica.  
 Andrea C. Encalada, Universidad San Francisco de Quito.

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Hay que tener en cuenta los valores de referencia para los tipos de ríos evaluados (Ver Acosta et al. 2009)
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Las variables medidas en el índice se miden en porcentajes de grado, estructura y calidad de la cubierta así como el grado de naturalidad del canal fluvial.
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	Valores cercanos a 100 corresponden a Riberas en estado excelente. Valores cercanos a 0 corresponden a Riberas en estado muy deteriorado. De acuerdo a la puntuación de cada apartado, se puede saber qué aspecto de la ribera está deteriorado, por lo tanto se puede utilizar el índice en su totalidad o como apartados separados.
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Universitat de Barcelona, Universidad San Francisco de Quito, Universidad Tecnológica Indoamérica. Datos corresponden a los proyectos CERA y FUCARA Definición de la Fuente de datos: <a href="http://www.ub.edu/riosandes">www.ub.edu/riosandes</a> Rios-Touma et al. 2004 Acosta et al. 2009 Ordoñez 2010 Villamarín, 2012

<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		<p>Los datos de las cuencas estudiadas, actualmente no se toman. Se dispone para los años 2003, 2005, 2009 y 2011 en las publicaciones históricas.</p> <p>Sin embargo, para ver tendencias, los datos deberán tomarse al menos una vez al año, en al menos las cuencas de las que ya se tiene información previa: Esmeraldas, Napo y Guayas.</p>
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		<p>Desde 2003, datos bianuales (época seca y de lluvias) o anuales en época seca. Datos históricos se pueden encontrar en:</p> <p>Ríos-Touma et al. 2004 (Cuenca alta del Guayllabamba, Esmeraldas)</p> <p>Acosta et al. 2009(Cuenca alta del Guayllabamba, Esmeraldas)</p> <p>Ordoñez 2010(Cuenca alta del Guayllabamba, Esmeraldas)</p> <p>Villamarín, 2012 (Cuenca alta del Mira y el Guayas)</p> <p>Encalada et al. 2014 (Cuenca alta del Guayllabamba, Esmeraldas)</p> <p>Datos corresponden a los proyectos CERA y FUCARA ejecutados por la Universitat de Barcelona y la Universidad San Francisco de Quito. <a href="http://www.ub.edu/riosandes">www.ub.edu/riosandes</a>.</p> <p>Otros datos corresponden al proyecto de Diagnóstico de la Zona de Antisana, Mudadero y Cerro Puntas FONAG/TNC/USFQ.</p>
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Parroquial, Provincial
	<b>GENERAL</b>	Ríos que atraviesan zonas de vegetación natural arbórea Ríos que atraviesan zonas de páramo
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No Aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		<p>ESCALA.- Tramos de 100 m. Generalmente identificables en mapas 1:25000 ó 1:10000</p> <p>SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM</p> <p>FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- Excel</p>
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional del Buen Vivir, Objetivo 7.</li> <li>- Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Libro Primero, Título Cuarto de la Planificación Hídrica, Artículo 3. Principios Generales. Libro Segundo, Protección del Dominio Hídrico Público. Secciones Primera, Segunda y Tercera.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultados 8 y 16.</li> </ul>

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Acosta, R. Blanca Ríos, Maria Rieradevall y Narcís Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. <i>Limnetica</i>, 28 (1): 35-64.</p> <p>Ordoñez, V. 2010. Influencia del uso del suelo y la cobertura vegetal natural en la integridad ecológica de los ríos altoandinos al noreste del Ecuador. Tesis de Maestría. USFQ. Quito, Ecuador</p> <p>Ríos-Touma B., Narcís Prat, Esteban Terneus. 2004. Estudio de las Condiciones de Referencia de las Cuencas de los Ríos Pita, San Pedro y Machángara. Reporte para FONAG, TNC y EMMAP-Q.</p> <p>Villamarín C. 2012. Estructura y Composición De Las Comunidades De Macroinvertebrados Acuáticos En Ríos Altoandinos Del Ecuador Y Perú. Diseño De Un Sistema De Medida De La Calidad Del Agua Con Índices Multimétricos. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	21, Mayo, 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	21, Mayo, 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Blanca Ríos Touma, Universidad Tecnológica Indoamérica Andrea C. Encalada, Universidad San Francisco de Quito.	

## 4.15 Biomasa de algas bentónicas en ríos de páramo

Blanca Ríos-Touma  
Universidad Tecnológica Indoamérica

Andrea Encalada  
Universidad San Francisco de Quito

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>											
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Biomasa de algas bentónicas en ríos de páramo</b>										
<b>DEFINICIÓN</b>	Los ríos de páramo, como otros ríos en la que la vegetación de ribera no cubre el cauce del río, son sistemas autótrofos en los que la energía proviene de la producción primaria del mismo río. Un Proxy para medir esta producción primaria es la biomasa de algas bentónicas, medida como Clorofila a por unidad de área. Indicadores de funcionamiento del ecosistema son de vital importancia para evaluar los servicios ecosistémicos de los ríos de páramo. Este es un indicador fácil de medir e interpretar, si se conocen las condiciones de referencia del ecosistema lótico evaluado (sensu Reynoldson et al., 1997)										
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>											
$\text{Clorofila } a \text{ } (\mu\text{g}/\text{cm}^2) = 26.7 (E_{664b} - E_{665a}) \times V_{\text{ext}} / A \text{ } (\text{cm}^2) \times L$ <p><b>Dónde:</b></p> <table border="1"> <tr> <td><b><math>E_{664b}</math>:</b></td> <td>Absorbancia en rango 664nm-750nm</td> </tr> <tr> <td><b><math>E_{665a}</math>:</b></td> <td>Absorbancia en rango 664nm-750nm después de acidificar</td> </tr> <tr> <td><b><math>V_{\text{ex}}</math>:</b></td> <td>Volumen del extracto</td> </tr> <tr> <td><b><math>A \text{ } (\text{cm}^2)</math>:</b></td> <td>Área del bentos muestreada</td> </tr> <tr> <td><b><math>L</math>:</b></td> <td>Largo de la cubeta de medición.</td> </tr> </table>		<b><math>E_{664b}</math>:</b>	Absorbancia en rango 664nm-750nm	<b><math>E_{665a}</math>:</b>	Absorbancia en rango 664nm-750nm después de acidificar	<b><math>V_{\text{ex}}</math>:</b>	Volumen del extracto	<b><math>A \text{ } (\text{cm}^2)</math>:</b>	Área del bentos muestreada	<b><math>L</math>:</b>	Largo de la cubeta de medición.
<b><math>E_{664b}</math>:</b>	Absorbancia en rango 664nm-750nm										
<b><math>E_{665a}</math>:</b>	Absorbancia en rango 664nm-750nm después de acidificar										
<b><math>V_{\text{ex}}</math>:</b>	Volumen del extracto										
<b><math>A \text{ } (\text{cm}^2)</math>:</b>	Área del bentos muestreada										
<b><math>L</math>:</b>	Largo de la cubeta de medición.										

<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>		
<p>Se sigue el protocolo de Steinmann et al.2006. Se necesita un espectrofotómetro de luz visible para el cálculo de las variables.</p> <p><math>E_{664b} = (\text{Absorbancia de la muestra a } 664\text{nm}) - (\text{Absorbancia de la muestra a } 750\text{nm})</math> antes de acidificar.  <math>E_{665a} = (\text{Absorbancia de la muestra a } 665\text{nm}) - (\text{Absorbancia de la muestra a } 750\text{nm})</math> después de acidificar.</p> <p>Vext=Volumen de acetona al 90% usado en la extracción (mL), por lo general 15 ml;  L= Largo de la cubeta de medición a través de la cual puede pasar la luz del espectrofotómetro (cm), por lo general 1 cm;  26.7= corrección de la abundancia (derivada del coeficiente de absorbancia de la colorofila a 664nm por corrección por acidificatción).</p>		
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>		
<p>Se puede utilizar baldosas de tamaño estándar 4 cm<sup>2</sup> de las cuales se extrae la clorofila. La extracción se realiza raspando todas las algas adheridas a la baldosa y filtrando el raspado en filtros de fibra de vidrio Whatman® Grade GF/F (47 mm). Los filtros se guardan a -20°C en la oscuridad hasta el momento de la extracción. La extracción se hace a 4°C por 24 h usando acetona (preferiblemente) o alcohol potable, generalmente usando 15 ml por muestra. Luego de la extracción se centrifugan las muestras y el sobrenadante es lo que se analiza en el espectrofotómetro a 664 y 750 nm. Luego se acidifica cada muestra usando 0.1 mL de 0.1N HCL por 3 minutos y se vuelve a medir a 665 y 750 nm. De esta forma se obtienen todos los datos necesarios para la fórmula de cálculo.</p> <p>Se aconseja tener 3 réplicas por punto de muestreo.</p>		
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	<p>Se requiere información de biomasa de algas en sitios de referencia.</p> <p>Se requiere un laboratorio para análisis de la clorofila y los métodos deben ser estándar en todos los sitios. También son indispensables los valores de referencia para los ríos a evaluar.</p>	
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	(µg/cm <sup>2</sup> )	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>La biomasa de algas puede ser mayor, en comparación con su referencia en un ecosistema eutrofizado por nutrientes proveniente de actividades agrícolas, o menor cuando el sistema tiene entradas anormales de sedimentos u otras sustancias que impidan el paso de la luz y por lo tanto limiten la producción primaria. Es importante generar valores de referencia (tomados en ríos de referencia, usando el protocolo de Acosta et, al. 2009) para evaluar este indicador en las áreas de páramo donde se lo aplique.</p>	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Universidad San Francisco de Quito, Laboratorio de Ecología Acuática, Andrea C. Encalada.	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	La periodicidad futura dependerá de los objetivos de la EBN. Se aconseja una vez al año en la misma época, preferiblemente seca.	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	Los datos históricos se cuentan para el año 2009 para 17 sitios de la cuenca alta del río Guayllabamba	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Parroquial
	<b>GENERAL</b>	Zonas andinas de páramo
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No Aplica

<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	ESCALA.- Tramos de 100 m. Generalmente identificables en mapas 1:25000 ó 1:10000 SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- Excel	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional del Buen Vivir, Objetivo 7.</li> <li>- Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Libro Primero, Título Cuarto de la Planificación Hídrica, Artículo 3. Principios Generales. Libro Segundo, Protección del Dominio Hídrico Público. Secciones Primera, Segunda y Tercera.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultados 8 y 16.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Acosta, R. Blanca Ríos, Maria Rieradevall y Narcís Prat. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. <i>Limnetica</i>, 28 (1): 35-64.</p> <p>Reynoldson, T. B., Norris, R. H., Resh, V. H., Day, K. E., and Rosenberg, D. M. (1997). The reference condition: A comparison of multimetric and multivariate approaches to assess water-quality impairment using benthic macroinvertebrate. <i>Journal of the North American Benthological Society</i>, 16 (4), 833-852.</p> <p>Steinman, A., Lamberti, G. &amp; Leavitt, P. 2006. Biomass and Pigments of Benthic Algae. In <i>Methods in Stream Ecology</i> (eds F. Hauer &amp; G. Lamberti), pp. 257-379. Elsevier, Amsterdam</p> <p>Vimos D. J. 2010. Efectos de las truchas exóticas en los productores primarios y secundarios de ríos tropicales alto-andinos. Tesis de Maestría. USFQ. Quito, Ecuador.</p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	23, Mayo, 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	23, Mayo, 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Blanca Ríos Touma, Universidad Tecnológica Indoamérica Andrea C. Encalada, Universidad San Francisco de Quito.	

## 4.16 Cantidad de detritos o material orgánico natural (CMON)

Blanca Ríos-Touma  
Universidad Tecnológica Indoamérica

Andrea Encalada  
Universidad San Francisco de Quito

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Cantidad de detritos o material orgánico natural (CMON)</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>En ecosistemas lóticos la entrada de detritos y material orgánico natural (CMON) es de crucial importancia para el flujo de energía en esos ecosistemas. Un río en estado natural, que tiene buena vegetación de ribera y que tiene un buen hábitat fluvial será capaz de retener en su cauce una moderada cantidad de material orgánico grueso que sirve como refugio y como alimento de algunos organismos acuáticos. La cantidad de CMON cuantifica la cantidad de material orgánico natural (hojas, palos, detritos &gt; 1mm) que entra en un río.</p>

En ecosistemas terrestres más del 90 % de la energía producida por las plantas, forma parte del pool de detritos que serán procesados por las redes alimenticias heterótrofas (Cebrian, 1999). Por lo tanto uno de los procesos ecológicos claves en los ecosistemas es la descomposición de materia orgánica (Kaspari, 2004). En ecosistemas lóticos la entrada de detritos y material orgánico grueso (CMON) es de crucial importancia para el flujo de energía en esos ecosistemas. Battin et al. (2009) estiman que el ingreso de carbón orgánico desde la tierra a los ríos es de aproximadamente 2.7 Pg C por año. Mucho de este material orgánico es utilizado como energía por organismos heterótrofos (como hongos, bacterias, invertebrados y peces), pero otros lo utilizan como hábitat y/o refugio. Material orgánico más grande y grueso, como ramas y árboles, incluso puede cambiar aspectos claves del río, como su velocidad de corriente o su morfología. La cantidad, el tipo, el transporte y la acumulación de detritos y materia orgánica natural que entra al río es un indicador importante de los procesos y funciones ecológicas que se realizan en estos ecosistemas (Graca et al. 2015) y han sido utilizados en estudios de procesos ecosistémicos en varios ríos tropicales (Encalada et al. 2009, Ríos-Touma et al. 2009, Ferreira et al. 2011).

### FÓRMULA DE CÁLCULO

La cantidad de CMON se calcula como peso seco de la materia orgánica natural y se realiza una suma de todo el material de CMON del transecto, dividido para el área del tamaño de la red surber y para la longitud del transecto.

$$CMONt = (\sum_i m / \sum a)$$

**Dónde:**

<b>CMON</b>	Cantidad de Material Orgánico Natural
<b>t</b>	Número de transectos
<b>m</b>	Muestras de material orgánico natural seco de cada muestreador surber
<b>i</b>	Número de muestras en el transecto
<b>a</b>	Área de cada cuadrante

### DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

**CMON:** La cantidad de Material Orgánico Natural (CMON o CPOM por sus siglas en inglés) incluye todo el material natural que entra el río (>1mm), que viene de la vegetación de ribera. Esto incluye palos, troncos, hojarasca, raíces, epiphytas, frutos, semillas, lianas, bejucos.

**Transecto:** distancia del ancho del río, que representa el perímetro mojado del río.

### METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Una vez que se encuentre en río de interés:

1. Seleccione una sección representativa del río que tenga aproximadamente 100m de longitud del río. El tramo de río debe ser representativo en cuanto a su calidad de cobertura de ribera y también de hábitat fluvial.
2. Dentro de la sección elija tres transectos transversales al río y mida con el flexómetro su ancho.
3. Recorra cada transecto, utilizando una red modificada de surber (o algo equivalente), de ojo de red de 1mm, y recoja todo el material orgánico grueso que se encuentra a lo largo del transecto. Utilice su mano para remover el material (use guantes de neoprene dependiendo de la temperatura del agua)
4. El material debe ser almacenado en una funda ziplock para su posterior trabajo en laboratorio
5. Repita estos pasos para cada transecto y realice un número mínimo de 3 transectos.
6. Una vez en el laboratorio el material debe ser secado en un horno a 50°C por 48 horas y luego pesado (peso seco), usando una balanza de precisión.
7. Posteriormente se quema el material orgánico en el horno de mufla a 550°C por 4 horas, y luego se pesa el material y se resta del peso seco para obtener, "peso seco libre de cenizas" o AFDM (por sus siglas en inglés: "ash free dry mass").
8. Este peso se lo divide para el área del muestreador surber y para el ancho de cada transecto correspondiente. Los datos son presentados como peso de AFDM por transecto.

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>		Importante validar el modelo calculando la integridad ecológica en algunos de los puntos de muestreo. Se requiere información de CMON en sitios de referencia para poder comparar con sitios potencialmente impactados.
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		Para el CPOM los datos son presentados como peso libre de cenizas por área, o sea <b>gAFDM m<sup>-2</sup></b> por transecto.
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		Los valores pueden variar ampliamente dependiendo del tipo de vegetación de ribera y de la capacidad de retención del sistema, dado por la calidad del hábitat fluvial y por la hidrología. En sistemas Andino-Amazónicos, al estar en latitudes tropicales, no presentan estacionalidad anual marcada y por lo tanto se espera entrada de material orgánico natural durante todo el año. Comparar los valores con ríos de referencia de la zona.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		La base de datos de las cuencas estudiadas corresponden a los años 2007 al 2011 y se encuentran en la Universidad San Francisco de Quito, Universidad Tecnológica Indoamérica, Universidad de Coimbra IMAR-MAE y Universidad de Barcelona. Datos corresponden a los proyectos "Ríos Tropicales" y FUCARA (www.ub.edu/riosandes)
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Para ver tendencias se recomienda que los datos se tomen al menos dos veces al año, en la estación lluviosa y en la estación seca.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Desde 2007, datos anuales y en pocos casos bianuales. Datos históricos se pueden encontrar en: Ríos-Touma et al. 2009 (cuenca alta del Napo), Encalada et al. 2010 (Cuenca Media del Guayllabamba), Ferreira et al. 2011 (cuenca baja del Napo), Ponton 2012 (Cuenca alta del Guayllabamba). Datos corresponden a los proyectos "Ríos Tropicales" y FUCARA (www.ub.edu/riosandes)
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Provincial y Parroquial
	<b>GENERAL</b>	Ríos y riachuelos en diferentes alturas.
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	N/A
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		ESCALA.- Tramos de 100 m. Generalmente identificables en mapas 1:25000 ó 1:10000 SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- Excel
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 - 2017 <i>Objetivo 7.</i></li> <li>- Política Ambiental Nacional. <i>Política 2. Estrategia 1.</i></li> <li>- Convenio sobre la Diversidad Biológica - Metas AICHI. <i>Meta 12.</i></li> <li>- Relación con el Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Libro Primero, Título Cuarto de la Planificación Hídrica, Artículo 3. Principios Generales. Libro Segundo, Protección del Dominio Hídrico Público. Secciones Primera, Segunda y Tercera.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultados 8 y 16.</li> </ul>

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Encalada, A., Calles, J., Ferreira, V., Canhoto, C., Graça, M. A. S., 2010: Riparian land use and the relationship between the benthos and litter decomposition in tropical montane forest streams, <i>Freshwat. Biol.</i> 55, 1719–1733.</p> <p>Ríos Touma B., Encalada, A.C., Prat Fornell, N. 2009. Leaf litter dynamics and its use by invertebrates in a high-altitude tropical Andean Stream. <i>Internat.Rev. Hydrobiol.</i> 94: 357-371.</p> <p>Ferreira, V., Encalada, A. C., Graça, M. A. S., 2012: Effects of litter diversity on decomposition and biological colonization of submerged litter in temperate and tropical streams, <i>Freshwater Sci.</i> 31, 945–962.</p> <p>Ponton, J. 2012. El rol de los macroinvertebrados acuáticos en la descomposición de hojarasca en ríos altoandinos tropicales. Tesis para la obtención del título en Bachelor en Biología. Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad San Francisco de Quito.</p>
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Mayo 23, 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Mayo 23, 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>	Andrea Encalada, Universidad San Francisco de Quito. Blanca Ríos-Touma, Universidad Tecnológica Indoamérica.

## 4.17 Índice de integridad ecológica de ríos de la cuenca del Napo (IIE-NP)

Blanca Ríos-Touma  
Universidad Tecnológica Indoamérica

Andrea Encalada  
Universidad San Francisco de Quito

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Índice de integridad ecológica de ríos de la cuenca del Napo (IIE-NP)</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Este índice predice a través de modelos geográficos la integridad ecológica de ríos de la Cuenca del Napo, en base a relaciones evaluadas previamente entre ésta y las amenazas antropogénicas a escala de cuenca hidrográfica. El IIE no hace mediciones <i>in situ</i> , sino que únicamente predice a través de modelos geográficos matemáticos la posible integridad ecológica de ecosistemas lóticos desconocidos.
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	La integridad ecológica de un río puede ser severamente afectada por los usos del suelo y por las diferentes actividades antropogénicas a escalas mayores. Si medimos la integridad ecológica de un río a escala local y lo relacionamos con la intensidad de las actividades antropogénicas utilizando mapas de amenazas a escala de cuencas hidrográficas, podemos utilizar esta relación para predecir la integridad de sistemas acuáticos en cuerpos de agua desconocidos. Realizamos un análisis de integridad ecológica de 130 ríos en la Cuenca del Napo, integrando datos lóticos de estructura, composición y función (pH, conductividad, calidad de ribera, calidad de hábitat fluvial, cantidad de materia orgánica natural y composición de la comunidad de invertebrados).

Adicionalmente, mapeamos actividades humanas, incluyendo asentamientos humanos, vías de acceso, actividad petrolera, concesiones mineras, centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, agricultura, consumo de agua y piscícolas. Evaluamos los mejores modelos de las relaciones predictivas entre la integridad ecológica y la suma de las amenazas para toda la Cuenca del Napo y encontramos que los datos de actividad petrolera y de vías principales fueron los mejores indicadores de la integridad ecológica de ríos. Estos modelos geográficos predictivos pueden ser usados como herramientas para predecir la integridad ecológica a escalas grandes, en sitios donde no se ha podido muestrear y se desconoce la integridad ecológica de estos ecosistemas lóticos (Troya 2014, Lessmann et al. In prep).

### FÓRMULA DE CÁLCULO

El índice de integridad ecológica (IIE) se calcula a partir de un análisis de la distribución geográfica de la actividad petrolera y vías principales (Troya 2014). Este análisis se aplica a cada pixel para luego modelar espacialmente.

$$(Ec. 1): \quad IIE = 4.592 - 0.942 (IAP) - 0.985 (IVP)$$

**Dónde:**

<b>IIE:</b>	Índice de Integridad ecológica
<b>IAP:</b>	Índice de actividad petrolera *
<b>IVP:</b>	Índice de cercanía a vías principales **

El Índice de actividad petrolera fue calculada analizando,

$$(Ec. 2): \quad *IAP = P (0.35) + O (0.1) + DP (0.3) + PP (0.25)$$

**Dónde:**

<b>P:</b>	No. de pozos petroleros en un radio de 1.5km
<b>O:</b>	No. de pixeles con oleductos en un radio de 30m
<b>DP:</b>	No. de derrames petroleros en un radio de 5km
<b>PP:</b>	No. de piscinas petroleras en un radio de 5km

El Índice de cercanía a las vías principales se calculó como:

$$(Ec. 3): \quad **IVP = VP (0.5) + VS (0.3) + VL (0.2)$$

**Dónde:**

<b>VP:</b>	No. de vías principales en un radio de 1km
<b>VS:</b>	No. de vías secundarias en un radio de 1 km
<b>VL:</b>	No. de vías locales en un radio de 1 km

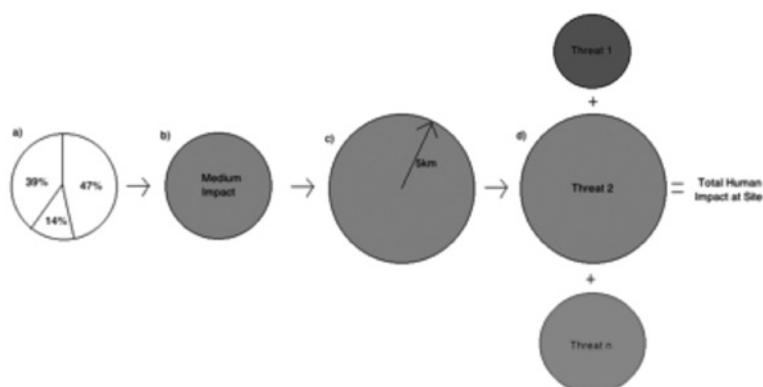
### DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

#### Mapa de amenazas:

Para identificar la degradación ambiental a lo largo de ríos y riachuelos se contruyó una serie de mapas individuales de cada amenaza que representa la intensidad espacial de las presiones antropogénicas más prevalentes en el área (Troya 2014). Los impactos potenciales de las actividades humanas fueron mapeados utilizando ArcGIS®, basados en datos generados por instituciones privadas y públicas (Gobierno del Ecuador). Las principales amenazas que se utilizaron para construir el mapa son:

Threat	Geographical data source	Additional information gathered
Human settlements(ind/m2)	INEC, Instituto Geográfico Militar	Municipal offices at main cities and towns
Main Roads	Instituto Geográfico Militar	None
Agricultural land use	Ministry of the Environment (MAE)	None
Oil concessions and activity	Sistema de Indicadores de Pasivos Ambientales y Sociales (SIPAS) - MAE, Instituto Geográfico Militar	None
Previous oil contamination incidents	SIPAS	New Articles
Mining concessions	Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM)	None
Human water use and consumption	SENAGUA (Water concessions)	Municipal offices at main cities and towns
Hydroelectric power plants	CONELEC	None
Thermoelectric power plants	CONELEC	None

Cada amenaza fue subdivida en subcategorías a las que se les asignó un peso. Los pesos de cada amenaza fueron basados en literatura científica y en entrevistas con expertos en cada uno de los temas analizados y cada campo se suma hasta un valor total de 1. Adicionalmente, para incorporar las diferencias en la intensidad del impacto de cada amenaza, sobre las otras, se elaboraron matrices de comparación (sugerido por Saaty, 2008) donde se tomó en cuenta: 1) calidad de agua, 2) alteración hidrológica, 3) impacto biológico y 4) alteración de la vegetación de ribera. Finalmente se calculó un radio de impacto para cada amenaza para construir el modelo final (Fig. 1).



**Figura 1.** Pasos para calcular el impacto antropogénico total: 1) determinar la contribución del impacto de cada subcategoría dentro de una amenaza, b) evaluar el nivel de impacto de la amenaza en relación a otras amenazas, 3) determinar el área de impacto (en km) y d) sumar todas las amenazas (Fuente Troya 2014).

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Utilizando el programa específico para manejo de datos de información geográfica, genere un mapa de distribución de vías para el cálculo de índice IVP y un mapa de actividad petrolera para el cálculo del índice IAP. A partir de estos mapas para cada pixel se calcula el Índice de integridad ecológica IIE utilizando la Ecuación 1.

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>		Esta es una metodología que se ha desarrollado únicamente para la Cuenca del Napo y puede ser aplicada a otras cuencas, solamente si tienen características ambientales similares y se asume que las vías y el petróleo son amenazas importantes para el paisaje.												
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		El IIE es un índice adimensional y ponderado; sin embargo, para el análisis se cuantifica el número de amenazas en un área geográfica dada.												
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>Los valores del IIE varían en la siguiente escala:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Puntaje de Índice</th> <th>Integridad Ecológica / Calidad del Agua</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>&gt;5.01</td> <td>Excelente</td> </tr> <tr> <td>4.51-5.00</td> <td>Bueno</td> </tr> <tr> <td>4.01-4.50</td> <td>Moderado</td> </tr> <tr> <td>3.51-4.00</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>&lt;3.50</td> <td>Muy Bajo</td> </tr> </tbody> </table> <p>(Fuente Troya 2014)</p>	Puntaje de Índice	Integridad Ecológica / Calidad del Agua	>5.01	Excelente	4.51-5.00	Bueno	4.01-4.50	Moderado	3.51-4.00	Bajo	<3.50	Muy Bajo
Puntaje de Índice	Integridad Ecológica / Calidad del Agua													
>5.01	Excelente													
4.51-5.00	Bueno													
4.01-4.50	Moderado													
3.51-4.00	Bajo													
<3.50	Muy Bajo													
<b>FUENTE DE DATOS</b>		<p>La base de datos de las cuencas estudiadas corresponde a los años 2012, 2013, y 2014, y se encuentran en la Universidad San Francisco de Quito, Universidad Tecnológica Indoamérica y Colorado State University. Datos corresponden a los proyectos PEER y EVOTRAC. Base de datos MSQ-LSU y Excel-USFQ</p> <p>Troya (2014), Encalada et al. in prep. (cuenca del Napo), Lessman in prep. (Cuenca del Napo), Gill et al. in prep. (cuenca del Napo)</p> <p>Saaty, T. L. 2008. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process. Racsam, 102 (2), 251-318.</p>												
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Para ver tendencias se recomienda que la modelación se haga una vez por año o cada vez que se tenga nueva información geográfica para poder realizar los modelos.												
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Desde 2012 al 2014 Base de datos MSQ-LSU y Excel-USFQ												
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Provincial, Cantonal, Parroquial												
	<b>GENERAL</b>	Subcuenca y microcuenca												
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No Aplica												
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		<p>ESCALA.- Tramos de 100 m. Generalmente identificables en mapas 1:25000 ó 1:10000</p> <p>SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM</p> <p>FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- varios</p>												

<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017. <i>Objetivo 7.</i></li> <li>- Política Ambiental Nacional. <i>Política 2. Estrategia 1.</i></li> <li>- Convenio sobre la Diversidad Biológica - Metas AICHI. <i>Meta 12.</i></li> <li>- Reglamento de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. Libro Primero, Título Cuarto de la Planificación Hídrica, Artículo 3. Principios Generales. Libro Segundo, Protección del Dominio Hídrico Público. Secciones Primera, Segunda y Tercera.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultados 8 y 16.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Troya, M.J. 2014. Human Threats to Freshwater Ecosystems in The Napo Watershed. Tesis para obtención del título de Bachelor en Biología. Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad San Francisco de Quito.</p> <p>Lessmann, J., Troya, M.J., Guayasamin, J. and A.C. Encalada. 2. in prep. Human Threats to Freshwater Ecosystems in The Napo Watershed. To be submitted to Journal of Freshwater Science.</p> <p>Encalada, A.C., Lessmann, J. Troya, M.J., and Guayasamin, J. In prep. Prediction of Freshwater Ecological Integrity in Andean-Amazon basins. To be submitted to Neotropical Biodiversity.</p> <p>Gill, B. Et al. In prep. To be submitted to Ecological letters.</p>
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Mayo 23, 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Mayo 23, 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>	Andrea Encalada, Universidad San Francisco de Quito. Blanca Ríos-Touma, Universidad Tecnológica Indoamérica.

## 4.18 Áreas de agro-biodiversidad fenotípica entre variedades de un conjunto seleccionado de cultivos nativos estratégicos para la seguridad alimentaria.

César Tapia  
INIAP

Ana Lucía Bravo  
Proyecto Agrobiodiversidad  
Heifer-INIAP-FAO-MAGAP

Carlos Larrea  
Unidad de Información Socio Ambiental.  
Universidad Andina Simón Bolívar

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Áreas de agro-biodiversidad fenotípica entre variedades de un conjunto seleccionado de cultivos nativos estratégicos para la seguridad alimentaria</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>La biodiversidad fenotípica es una medida de la diversidad entre variedades de una especie determinada, basada en la observación de las diferencias morfológicas entre ellas.</p> <p>El indicador parte de una medición de la diversidad fenotípica de un conjunto seleccionado de cultivos estratégicos para la seguridad alimentaria en el Ecuador, basada en la identificación empírica del cultivo de estas variedades y de su ubicación geográfica. La medida se basa en un índice de disimilitud estimado a partir de un grupo de caracteres morfológicos discriminantes de cada especie. Los cultivos a mapearse son quinua, amaranto, papa, camote, yuca, melloco, oca, maíz, tomate de árbol, frejol, mashua, jícama, maní, chirimoya e incluyen solamente especies nativas.</p>

## FÓRMULA DE CÁLCULO

Para cada especie, se selecciona un conjunto de  $n$  características morfológicas discriminantes a partir de listados internacionales estandarizados ([http://www.biodiversityinternational.org/search/?id=12&tx\\_kesearch\\_pi1\[sword\]=descriptors](http://www.biodiversityinternational.org/search/?id=12&tx_kesearch_pi1[sword]=descriptors)).

Luego se define una rejilla cuadrangular de 5 o 10 km de lado en las áreas de presencia del cultivo. Para cada cuadrícula se calcula un indicador de disimilitud o diversidad morfológica entre las  $m$  variedades empíricamente observadas en esta área, que es la variable a mapearse.

El indicador de diversidad morfológica se define como el promedio simple de los indicadores de diversidad morfológica entre todos los pares existentes de variedades presentes en la cuadrícula a mapear.

$$D_k = \frac{\sum_1^m D_{i,j}}{m(m-1)/2}$$

**Donde:**

$D_k$ : Indicador global de diversidad morfológica de la especie  $k$  en la cuadrícula a evaluarse.

$D_{i,j}$ : Valor del indicador de diversidad morfológica entre las variedades  $i, j$ , de las  $m$  existentes en la cuadrícula.

$m$ : Número de variedades presentes en la cuadrícula.

La disimilitud es una medida relativa de distancia, y se puede estimar mediante diferentes definiciones topológicas de distancias, como la distancia de Gower (que permite combinar variables dicotómicas, ordinales, nominales y cuantitativas) la euclídea cuadrática u otra.

Para cada par de variedades presentes, el indicador de disimilitud se estima con la siguiente fórmula:

$$DI_{(i,j)} = (1 - S_{ij})$$

Donde  $S_{ij}$  es un coeficiente de asociación, que varía entre 0 y 1, donde 0 indica la mínima similitud y 1 significa total similitud.

$$S_{ij} = \sum sij/n$$

**Donde:**

$n$  = número total de caracteres discriminantes cualitativos y cuantitativos

$S_{ij}$  = coeficiente de asociación entre las variedades  $i$  y  $j$

## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

Los **caracteres morfológicos discriminante** de similitud son específicos de cada especie, y deben seleccionarse a partir de las listas definidas por **Biodiversity International**. Como ejemplo se menciona la referencia de la papa.

<http://www.biodiversityinternational.org/e-library/publications/detail/descriptors-for-the-cultivated-potato/>

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La metodología de cálculo está explicada en las secciones anteriores. En síntesis, se divide el área sembrada de una especie en cuadrículas de 5 o 10 km de lado, se obtiene un indicador de diversidad morfológica entre las variedades observadas en cada cuadrícula, y se elabora el mapa para cada especie nativa relevante.

## LIMITACIONES TÉCNICAS

La diversidad morfológica es una forma de estimar la diversidad entre variedades de una especie cultivada, también puede estimarse la diversidad genética, que requiere análisis de ADN y técnicas más costosas. Los dos indicadores son complementarios y cada uno tiene sus limitaciones particulares.

<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		El indicador de diversidad es un promedio adimensional.
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		La diversidad morfológica de los cultivos nativos es fundamental para la preservación presente y futura de la soberanía alimentaria en el país, sujeta a amenazas como el cambio climático, y la erosión de la agrobiodiversidad proveniente de varias prácticas agrícolas y socio-económicas. La diversidad morfológica permite conocer la diversidad genética.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		Bases de datos. DENAREF-INIAP
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Para cada especie se construye un mapa que define una estructura y no es necesario actualizarlo, pueden actualizarse otros indicadores de estado de diferentes cultivos nativos e introducidos sujetos a presiones que erosionan la agrobiodiversidad.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases de datos. DENAREF-INIAP, se pueden incluir en el futuro nuevos cultivos, a partir de estudios empíricos en desarrollo o a desarrollarse.</li> </ul>
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Cuadrículas de 5 o 10 km de lado en las áreas de cultivo de cada especie.
	<b>GENERAL</b>	Por especies.
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No Aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		El indicador se presenta en mapas en formato ArcGis.
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		Ley Orgánica de Soberanía Alimentaria y el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA). Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		Franco, T. L. e Hidalgo, R. (eds.). 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p. <a href="http://www.biodiversityinternational.org/search/?id=12&amp;-tx_kesearch_pi1[sword]=descriptors">http://www.biodiversityinternational.org/search/?id=12&amp;-tx_kesearch_pi1[sword]=descriptors</a>
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		29 de julio de 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		29 de julio de 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>		Dr. César Tapia, INIAP. Ana Lucía Bravo, Proyecto Agrobiodiversidad, Heifer-INIAP-FAO-MAGAP. Carlos Larrea, UISA-UASB.

## 4.19 Áreas de diversidad ecogeográfica en fincas donde crecen las variedades de un conjunto seleccionado de cultivos nativos estratégicos para la seguridad alimentaria.

César Tapia  
INIAP

Ana Lucía Bravo  
Proyecto Agrobiodiversidad  
Heifer-INIAP-FAO-MAGAP

Carlos Larrea  
Unidad de Información Socio Ambiental.  
Universidad Andina Simón Bolívar

FICHA METODOLÓGICA																	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Áreas de diversidad ecogeográfica en fincas donde crecen las variedades de un conjunto seleccionado de cultivos nativos estratégicos para la seguridad alimentaria</b>																
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>La diversidad ecogeográfica es una medida de la diversidad de las condiciones climáticas, edafológicas y geofísicas de los lugares registrados de cultivo de las distintas variedades de una especie determinada, basada en la observación de las variedades identificadas en el campo.</p> <p>El mapa de diversidad ecogeográfica se genera a partir de mapas de puntos (coordenadas) de las observaciones empíricas de la presencia de distintas variedades de una especie. Los puntos se agrupan en retículas cuadradas de 10 km de lado. Para cada retícula se determina un indicador de diversidad ecogeográfica, basado en la disimilitud de las caracterizaciones ecogeográficas de cada cultivo. Previamente, las variables cuantitativas se estandarizan.</p> <p>Los cultivos a mapearse son quinua, amaranto, papa, camote, yuca, melloco, oca, maíz, tomate de árbol, frejol, mashua, jícama, maní, chirimoya e incluyen solamente especies nativas.</p>																
FÓRMULA DE CÁLCULO																	
<p>Para cada especie, se seleccionan un conjunto de n características ecogeográficas discriminantes a partir de listados internacionales estandarizados sobre clima, suelos y variables geofísicas.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variables</th> <th>Fuente</th> <th>Formato</th> <th>Resolución o escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Climáticas</td> <td>WorldClim</td> <td>Ráster</td> <td>30 arc-segundos</td> </tr> <tr> <td>Geofísicas</td> <td>Shuttle Radar Mission</td> <td>Ráster</td> <td>30 arc-segundos</td> </tr> <tr> <td>Edáficas</td> <td>MAGAP</td> <td>Vectorial</td> <td>1: 50000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Luego se define una rejilla cuadrangular de 10 km de lado en las áreas de presencia del cultivo. Para cada cuadrícula se calcula un indicador de disimilitud o diversidad ecogeográfica entre las m variedades empíricamente observadas en esta área, que es la variable a mapearse.</p> <p>El indicador de diversidad ecogeográfica se define como el promedio simple de los indicadores de diversidad ecogeográfica entre todos los pares existentes de variedades presentes en la cuadrícula a mapear.</p> $D_k = \frac{\sum_1^m D_{i,j}}{m(m-1)/2}$ <p><b>Donde:</b>  <b><math>D_k</math>:</b> Indicador global de diversidad morfológica de la especie k en la cuadrícula a evaluarse.  <b><math>D_{ij}</math>:</b> Valor del indicador de diversidad morfológica entre las variedades i, j, de las m existentes en la cuadrícula.  <b>m:</b> Número de variedades presentes en la cuadrícula.</p>		Variables	Fuente	Formato	Resolución o escala	Climáticas	WorldClim	Ráster	30 arc-segundos	Geofísicas	Shuttle Radar Mission	Ráster	30 arc-segundos	Edáficas	MAGAP	Vectorial	1: 50000
Variables	Fuente	Formato	Resolución o escala														
Climáticas	WorldClim	Ráster	30 arc-segundos														
Geofísicas	Shuttle Radar Mission	Ráster	30 arc-segundos														
Edáficas	MAGAP	Vectorial	1: 50000														

La disimilitud es una medida relativa de distancia, y se puede estimar mediante diferentes definiciones topológicas de distancias, como la distancia de Gower (que permite combinar variables dicotómicas, ordinales, nominales y cuantitativas) la euclídea cuadrática u otra.

Para cada par de variedades presentes, el indicador de disimilitud se estima con la siguiente fórmula:

$$DI_{(i,j)} = (1 - S_{ij})$$

Donde  $S_{ij}$  es un coeficiente de asociación, que varía entre 0 y 1, donde 0 indica la mínima similitud y 1 significa total similitud.

$$S_{ij} = \sum sij/n$$

**Donde:**

$n$  = número total de caracteres discriminantes cualitativos y cuantitativos

$S_{ij}$  = coeficiente de asociación entre las variedades  $i$  y  $j$

### DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

Los caracteres eco geográficas deben seleccionarse a partir de las listas definidas en las siguientes fuentes, empleadas internacionalmente:

Variables climáticas: <http://www.worldclim.org/bioclim>

Variables geofísicas: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataprelimdescriptions.html>

Variables edafológicas: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/mapas-provinciales>

### METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La metodología de cálculo está explicada en las secciones anteriores. En síntesis, se divide el área sembrada de una especie en cuadrículas de 10 km de lado, se obtiene un indicador de diversidad ecogeográfica entre las variedades observadas en cada cuadrícula, y se elabora el mapa para cada especie nativa relevante.

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Información actualizada de las variables climáticas
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	El indicador de diversidad ecogeográfico es un promedio adimensional.
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>La diversidad ecogeográfica de las fincas donde crecen los cultivos nativos es fundamental para la preservación presente y futura de la soberanía alimentaria en el país, sujeta a amenazas como el cambio climático, y la erosión de la agrobiodiversidad proveniente de varias prácticas agrícolas y socio-económicas. La diversidad morfológica permite conocer la diversidad genética.</p> <p>Este indicador es particularmente relevante para políticas de adaptación y mitigación al cambio climático.</p>
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Bases de datos. DENAREF-INIAP y datos climáticos: <a href="http://www.worldclim.org/bioclim">http://www.worldclim.org/bioclim</a> ; geofísicos: <a href="http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataprelimdescriptions.html">http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataprelimdescriptions.html</a> ; edafológicos: <a href="http://geoportal.agricultura.gob.ec/mapas-provinciales">http://geoportal.agricultura.gob.ec/mapas-provinciales</a>
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Para cada especie se construye un mapa que define una estructura y no es necesario actualizarlo en el corto plazo, pueden actualizarse otros indicadores de estado de diferentes cultivos nativos e introducidos sujetos a presiones que erosionan la agrobiodiversidad.
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bases de datos. DENAREF-INIAP, se pueden incluir en el futuro nuevos cultivos, a partir de estudios empíricos en desarrollo o a desarrollarse.</li> </ul>

<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Cuadrículas de 10 km de lado en las áreas de cultivo da cada especie.
	<b>GENERAL</b>	Por especies.
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No Aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		El indicador se presenta en mapas en formato ArcGis.v
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley Orgánica de Soberanía Alimentaria y el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA).</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>Tapia, C. "Estudio de la diversidad de razas de maíz en la Sierra de Ecuador" Tesis Ph.D. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid: 186 pgs. 2015.</p> <p>Tapia, C., Torres E., Parra-Quijano M. Searching for Adaptation to Abiotic Stress: Ecogeographical Analysis of Highland Ecuadorian Maize. Crop Science, Enero-Febrero 2015. doi: 10.2135/cropsci2013.12.0813; Volumen 55.</p>
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		29 de julio de 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		29 de julio de 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>		Dr. César Tapia, INIAP. Ana Lucía Bravo, Proyecto Agrobiodiversidad, Heifer-INIAP-FAO-MAGAP. Carlos Larrea, UISA-UASB.



Fotos: Marco García

# 5

## Indicadores de Respuesta

### 5.1 Porcentaje de horas de aula donde estudiantes reciben educación ambiental (ciclo básico y bachillerato) en sistema formal de educación.

Carlos Larrea, Natalia Greene y Paula Iturralde  
 Unidad de Investigación Socioambiental  
 Universidad Andina Simón Bolívar

No aplica	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Porcentaje de horas de aula donde estudiantes reciben educación ambiental (ciclo básico y bachillerato) en sistema formal de educación</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Las Metas Aichi priorizan la educación como medio para aumentar la conciencia sobre la importancia de la biodiversidad y su conservación. La educación formal es el mejor instrumento para proporcionar esta conciencia entre los niños y jóvenes.</p> <p>El indicador está compuesto por los porcentajes de horas de clase recibidas sobre materias ambientales por los estudiantes de ciclo básico y bachillerato (cada uno por separado) durante todo el ciclo correspondiente (10 años y 3 años respectivamente).</p>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$PE_i = \frac{EA_i}{T_i} 100$	
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
<p><math>PE_i</math> es el porcentaje de horas de educación ambiental en ciclo básico (i=1) y bachillerato (i=2).  <math>T_i</math> corresponde al total de horas aula de todas las materias en cada ciclo.  <math>EA_i</math> corresponde al total de horas aula sobre educación ambiental en cada ciclo.</p>	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
<p>De acuerdo a la información anual actualizada de las mallas curriculares para escuelas y colegios proporcionadas por el Ministerio de Educación, se calcula el número de horas y su correspondiente porcentaje de horas aula destinadas a educación ambiental para los estudiantes de escuelas y colegios a nivel nacional.</p>	

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>		No aplica
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		El porcentaje es un número adimensional. Sus componentes se expresan en número de horas de clase por ciclo.
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		Un porcentaje alto implica un incremento en la exposición a temas ambientales en la educación formal. Se espera que este valor refleje el nivel de conciencia de la población estudiantil sobre la biodiversidad y su conservación.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		Malla curricular para educación básica y de bachillerato del Ministerio de Educación del Ecuador.
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Anual
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		INEC: módulo de buenas prácticas ambientales. Ministerio de Educación: mallas curriculares actualizadas anualmente.
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional
	<b>GENERAL</b>	Ninguna
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	Ninguna
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		No Aplica
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 1.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		Ministerio de Educación (2015). Malla Curricular Educación General Básica. Quito-Ecuador Ministerio de Educación (2015). Malla Curricular Bachillerato General Unificado. Quito-Ecuador
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		Abril 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		Abril 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente 02
<b>ELABORADO POR</b>		Carlos Larrea, Natalia Greene, Paula Iturralde UISA-UASB.

## 5.2 Existencia, extensión y desagregación de cuentas nacionales satelitales ambientales en el Ecuador.

Carlos Larrea, Natalia Greene y Paula Iturralde  
Unidad de Investigación Socioambiental  
Universidad Andina Simón Bolívar

<b>No aplica</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Existencia, extensión y desagregación de cuentas nacionales satelitales ambientales en el Ecuador</b>

<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Las cuentas nacionales constituyen la metodología internacional convencional para estimar el PIB y sus componentes. La metodología convencional ha sido criticada por no incluir el patrimonio natural o capital natural, y por no desagregar actividades como el turismo.</p> <p>Las cuentas satelitales ambientales son extensiones de las cuentas nacionales que pueden incluir la valoración del patrimonio natural y su variación en el tiempo, tanto en términos económicos como físicos, así como la valoración de la actividad turística.</p> <p>El indicador permite identificar si las cuentas nacionales satelitales incluyen al patrimonio natural. Al considerar a la biodiversidad y al capital natural en las cuentas se pueden diseñar políticas de conservación, recuperación y protección del patrimonio natural ya que se puede contabilizar su importancia en el sistema económico nacional y administrar de mejor manera el patrimonio natural del país.</p>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
<p style="text-align: center;"><math>ICSA \in \{0,1,2,3,4\}</math></p> <p>Donde <b>ICSA</b> es el Indicador de Cuentas Satelitales Ambientales, y se calcula de acuerdo a la metodología de cálculo siguiente:</p> <p><b>Dónde:</b></p> <p><math>p_1</math> vale 0 si no existen cuentas satelitales patrimoniales, y vale 1 en caso contrario.</p> <p><math>p_2</math> vale 0 si no existen cuentas satelitales patrimoniales que incluyan indicadores monetarios y físicos, y vale 1 en caso contrario.</p> <p><math>p_3</math> vale 0 si no existen cuentas satelitales patrimoniales con desagregación subnacional, y vale 1 en caso contrario.</p> <p><math>p_4</math> vale 0 si no existen cuentas satelitales turísticas, y vale 1 en caso contrario.</p>	
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
<p><b>Cuentas satelitales patrimoniales:</b> cuentas que derivan de la Contabilidad Nacional y que muestran los aportes de los diferentes componentes que los recursos naturales hacen a la creación del PIB.</p> <p><b>Cuentas satelitales turísticas:</b> cuentas que derivan de la Contabilidad Nacional y que muestran el aporte del turismo al PIB.</p>	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
<p>Los 4 componentes de la fórmula valen un punto cada uno, y son variables dicotómicas que valen 0 si no existe el sistema referido, y 1 si este sistema existe. Se aplican a cuentas patrimoniales ambientales, su valoración física y económica, su desagregación subnacional y a cuentas satelitales turísticas.</p>	
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	<p>La CEPAL y otros organismos internacionales han desarrollado metodologías para cuentas satelitales ambientales y turísticas, y su aplicación requiere recursos y datos que deben sistematizarse con métodos estandarizados.</p> <p>El indicador no mide la calidad de las cuentas satelitales, solo registra su existencia y amplitud.</p>
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	<p>Variable lógica adimensional. Las cuentas nacionales satelitales se expresan en unidades monetarias y físicas, según el caso.</p>
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>El indicador mide la existencia y extensión del sistema de cuentas nacionales satelitales, en una escala ascendente entre 0 y 4 puntos, empleando números enteros.</p> <p>Las cuentas referidas deben existir, estar integradas y ser difundidas como elementos constitutivos del sistema de cuentas nacionales, que en el Ecuador lo conduce el Banco Central, para que su indicador reciba un puntaje de 1, en caso contrario valen 0.</p>

<b>FUENTE DE DATOS</b>		Banco Central del Ecuador MAE- SUIA- Proyecto Cuentas ambientales CEPAL
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Anual
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		Existe información sobre las cuentas nacionales, pero la información desagregada de las cuentas nacionales satelitales no está siempre disponible.
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Subnacional, por regiones principales.
	<b>GENERAL</b>	No se aplica.
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No se aplica.
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		No se aplica.
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 2.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		Banco Central del Ecuador MAE- SUIA- Proyecto Cuentas ambientales
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		Abril 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		Abril 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>		Carlos Larrea, Natalia Greene, Paula Iturralde UISA-UASB.

### 5.3 Magnitud y distribución geográfica de las áreas bajo incentivos para la conservación.

Carlos Larrea, Natalia Greene y Paula Iturralde  
Unidad de Investigación Socioambiental  
Universidad Andina Simón Bolívar

<b>No aplica</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Magnitud y distribución geográfica de las áreas bajo incentivos para la conservación</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	Mide el número de hectáreas y ubicación espacial de áreas bajo el Programa Nacional de Incentivos para la Conservación y Uso Sostenible del Patrimonio Natural, que incluye: Socio Bosque, Socio Páramo, Socio Manglar y el Programa Nacional de Restauración Forestal del MAE.

<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>		
$AIT_j = \sum_1^n AI_{i,j}$		
<b>Dónde:</b>		
$AIT_j$	es el área total bajo incentivos el año <i>j</i>	
$AI_{i,j}$	es el área parcial bajo el incentivo <i>i</i> el año <i>j</i>	
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>		
Número de hectáreas por año bajo convenio de los Programas Socio Bosque, Socio Páramo, Socio Manglar y el Programa Nacional de Restauración Forestal del MAE.		
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>		
Agregación de las hectáreas bajo convenio con el PNI, desagregadas por hectárea y por año, y construcción de mapas georeferenciados sobre su distribución geográfica.		
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Puede haber límites para la escala de los mapas en proyectos de pequeña extensión.	
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Hectáreas	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	El indicador muestra la superficie del territorio ecuatoriano bajo conservación o restauración de la biodiversidad en el marco del PNI, y puede desagregarse con alta resolución mediante mapas parroquiales o cantonales.	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas Programa Nacional de Incentivos para la Conservación y Uso Sostenible del Patrimonio Natural - MAE</li> <li>• Línea base Programa Nacional de Incentivos para la Conservación y Uso Sostenible del Patrimonio Natural - MAE</li> </ul>	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Anual	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	MAE	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional, provincial, cantonal y parroquial
	<b>GENERAL</b>	Por años
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	Por programas
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	Debe construirse con alta resolución espacial.	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 3.</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	Ministerio del Ambiente (2014). Programa Nacional de Incentivos a la Conservación y Uso Sostenible del Patrimonio Natural "Socio Bosque. Quito-Ecuador	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Abril 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Abril 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Carlos Larrea, Natalia Greene, Paula Iturralde UISA-UASB.	

## 5.4 Indicadores de recursos financieros para políticas de biodiversidad: brecha de financiamiento de la ENB y su reducción, porcentaje del presupuesto nacional destinado a SNAP.

Carlos Larrea, Natalia Greene y Paula Iturralde

Unidad de Investigación Socioambiental

Universidad Andina Simón Bolívar

FICHA METODOLÓGICA	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Indicadores de recursos financieros para políticas de biodiversidad: brecha de financiamiento de la ENB y su reducción, porcentaje del presupuesto nacional destinado a SNAP.</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>La Estrategia Nacional de Biodiversidad ha fijado un financiamiento idóneo para su ejecución. Los indicadores de brecha miden la brecha entre el financiamiento otorgado por el Estado para la ENB comparado con el monto ideal propuesto en la ENB, y su disminución.</p> <p>El indicador presupuestario sobre el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) mide el porcentaje del presupuesto ejecutado del sector público no financiero destinado al SNAP.</p> <p>Este indicador es importante porque refleja el compromiso del Estado medido en términos monetarios con la ejecución efectiva de la Estrategia Nacional de Biodiversidad, y en particular el porcentaje destinado a las áreas protegidas, que constituyen la principal estrategia de conservación in-situ.</p>
FÓRMULA DE CÁLCULO	
<p><b>Brecha relativa:</b></p> $BREL_t = \frac{100 (RENBO_{opt} - RENB_t)}{RENBO_{opt}}$	
<p><b>Brecha respecto al presupuesto del sector público no financiero:</b></p> $BRPRES_t = \frac{100 (RENBO_{opt} - RENB_t)}{PRES_t}$	
<p><b>Reducción de brechas entre dos años consecutivos:</b></p> $RBREL_{t,t-1} = BREL_t - BREL_{t-1}$ $RBPRES_{t,t-1} = BRPRES_t - BRPRES_{t-1}$	
<p><b>Porcentaje del presupuesto del Estado destinado al SNAP:</b></p> $PORSNAP_t = \frac{100 PSNAP_t}{PRES_t}$	
<p><b>Dónde,</b></p> <p><b><math>BREL_t</math>:</b> Brecha relativa en el año <math>t</math>.</p> <p><b><math>RENBO_{opt}</math>:</b> Asignación presupuestaria óptima para la <b>ENB</b>.</p> <p><b><math>RENB_t</math>:</b> Presupuesto ejecutado por la <b>ENB</b> en el año <math>t</math>.</p> <p><b><math>PRES_t</math>:</b> Presupuesto ejecutado del sector público no financiero en el año <math>t</math>.</p> <p><b><math>RBREL_{t,t-1}</math>:</b> Reducción de la brecha relativa entre los años <math>t-1</math> y <math>t</math>.</p> <p><b><math>RBPRES_{t,t-1}</math>:</b> Reducción de la brecha respecto al presupuesto entre los años <math>t-1</math> y <math>t</math>.</p> <p><b><math>PORSNAP_t</math>:</b> Porcentaje del presupuesto del sector público no financiero destinado al <b>SNAP</b> en el año <math>t</math>.</p> <p><b><math>PSNAP_t</math>:</b> Presupuesto ejecutado por el <b>SNAP</b> en el año <math>t</math>.</p>	

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS		
<p>Las variables relevantes para el cálculo del indicador son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Asignación óptima de recursos de acuerdo a la <b>ENB</b>, en dólares constantes. <math>REN B_{opt}</math></li> <li>Asignación real de recursos en un año determinado, en dólares constantes. <math>REN B_t</math></li> <li>Brecha en dólares constantes: <math>BREN B_t = REN B_{opt} - REN B_t</math></li> </ul>		
METODOLOGÍA DE CÁLCULO		
<p>Los valores se miden de tres maneras:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La brecha relativa, que se define como la brecha porcentual respecto al financiamiento idóneo en un año determinado.</li> <li>La brecha en relación al presupuesto ejecutado del Estado, que es el monto de la brecha expresado como porcentaje del presupuesto ejecutado del sector público no financiero en un año determinado.</li> <li>La reducción de la brecha, tanto relativa como en relación al presupuesto del Estado, se define como la diferencia de las brechas entre dos años consecutivos, y sus valores negativos implican una mejora.</li> </ol> <p>Para comparar las asignaciones intertemporales de recursos y las brechas deben emplearse valores en dólares constantes.</p>		
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	Es necesario contar con la información desagregada del presupuesto del Estado destinada a la ENB y SNAP.	
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	Los indicadores son porcentajes adimensionales, los datos presupuestarios deben estar en valores constantes	
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	<p><b>Brecha relativa:</b> a mayor porcentaje, mayor brecha de asignación de recursos por parte del Estado para la implementación de la ENB en un año determinado.</p> <p><b>Brecha respecto al presupuesto del sector público no financiero:</b> a mayor porcentaje, mayor el monto de la brecha del presupuesto ejecutado del sector público no financiero en un año determinado.</p> <p><b>Reducción de brechas entre dos años consecutivos:</b> valores negativos implican una mejora en la diferencia de las brechas entre dos años consecutivos.</p> <p><b>Porcentaje del presupuesto del Estado destinado al SNAP:</b> el porcentaje representa la inversión del sector público no financiero destinado al SNAP.</p>	
<b>FUENTE DE DATOS</b>	Banco Central, Ministerio de Economía y Finanzas y Ministerio del Ambiente	
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	Anual	
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	Depende de información entregada por Ministerios relacionados	
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional
	<b>GENERAL</b>	No aplica
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>	No aplica	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 6.</li> </ul>	

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>	Estrategia Nacional de Biodiversidad - MAE	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>	Abril 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>	Abril 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>	Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>	Carlos Larrea, Natalia Greene, Paula Iturralde UISA-UASB	

## 5.5 Proporción y superficie de los ecosistemas incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas

Francisco Cuesta  
CONDESAN

Dirección de Información Seguimiento y Evaluación.  
Ministerio del Ambiente del Ecuador

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Proporción y superficie de los ecosistemas incluidos en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Los espacios protegidos son aquellas áreas terrestres o marinas que, en reconocimiento a sus valores naturales sobresalientes, están específicamente dedicadas a la conservación de la biodiversidad y sujetas, por lo tanto, a un régimen jurídico especial para su protección. El indicador reporta la proporción de este territorio respecto a la superficie total del territorio nacional continental.</p> <p>La conservación in situ de la diversidad biológica depende de la preservación de hábitats naturales, razón por la cual las áreas protegidas y otros esquemas de manejo del paisaje son componentes fundamentales de las estrategias nacionales y mundiales de conservación de la diversidad biológica (CDB, 2004). La finalidad del Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas (2004) desarrollado en el marco del CDB, es apoyar el establecimiento y mantenimiento de sistemas nacionales de áreas protegidas: completos, eficazmente gestionados y ecológicamente representativos. Los compromisos de este Programa de Trabajo incluyen el establecimiento de metas e indicadores de áreas protegidas medibles al 2020. En este contexto, el desarrollo de un indicador que permita evaluar el grado de representación de los ecosistemas existentes a nivel nacional o subregional en los sistemas nacionales de áreas protegidas, contribuirá al reporte de los avances realizados en cumplimiento de las metas de ampliación de la red de áreas protegidas, y al análisis de las acciones y estrategias que necesitan implementar los estados para asegurar la representación de su riqueza biológica.</p> <p>El indicador mide dos aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Variaciones temporales en la superficie ocupada por las áreas protegidas respecto a la superficie total del territorio continental del Ecuador.</li> <li>2. Porcentaje de representación de los ecosistemas en las áreas protegidas, en un periodo de tiempo definido.</li> </ol>

## FÓRMULA DE CÁLCULO

El indicador se define como la suma de las superficies de todas las áreas protegidas en el Ecuador, diferenciando por subsistema.

$$PACP = \frac{\sum SAP_k}{TC} \times 100$$

**Dónde:**

<b>PACP</b>	Proporción de áreas protegidas continentales para mantener la diversidad biológica
<b>SAP</b>	Superficie ( <b>Ha</b> ) de Áreas Protegidas continentales del subsistema <b>k</b>
<b>K</b>	Tipo de subsistema: estatal ( <b>PANE</b> ), autónomo descentralizado, comunitario y privado
<b>TC</b>	Territorio Continental ( <b>Ha</b> )

$$PECP = \frac{\sum SECP_i}{TC} \times 100$$

**Dónde:**

<b>PECP</b>	Proporción de los ecosistemas continentales protegidos biológica
<b>SECP</b>	Superficie ( <b>Ha</b> ) del ecosistema <b>i</b> que se encuentra protegido
<b>i</b>	Tipo de ecosistema, identificados en el indicador 4.1
<b>TC</b>	Territorio Continental ( <b>Ha</b> )

## DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS

**Ecosistemas naturales:** Detallados a partir de MAE et al. (2013) en el que se los define como el conjunto de comunidades de especies e individuos tróficamente similares que interaccionan entre sí a diferentes escalas temporales y espaciales, y se ven influenciados por factores abióticos y biogeográficos similares.

**Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP):** Incluye 4 subsistemas: (1) Estatal; (2) Autónomo descentralizado; (3) Comunitario y (4) Privado.

Subsistema Estatal.- está integrado por las 51 áreas que conforman el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado, los mecanismos administrativos y de gestión que se aplican en este subsistema son regulados por el MAE.

Subsistema Autónomo Descentralizado.- está conformado por áreas de interés regional o local, bajo el soporte técnico y legal del MAE. Los gobiernos seccionales tienen a cargo la administración y manejo de estos espacios.

Subsistema Comunitario.- está conformado por áreas de interés regional o local, sujetas a regulación técnica y legal del MAE. Las comunidades tienen a su cargo la administración y manejo de las unidades de conservación que lo conforman.

Subsistema Privado.- lo integran áreas de interés local, reguladas técnica y legalmente por el MAE. La administración y manejo de las unidades de conservación están a cargo de sus propietarios.

## METODOLOGÍA DE CÁLCULO

A partir del mapa de áreas protegidas del Ecuador para el año t, considerando las variables relacionadas detalladas, se calcula la superficie continental protegida y se la relaciona con la superficie continental. Su cálculo consiste en sumar las superficies en hectáreas de todas las áreas protegidas continentales vigentes, dividiendo para la superficie total continental del país, multiplicando luego por cien.

Para el cálculo de representación de los ecosistemas en las áreas protegidas, el procedimiento es similar al anterior con la particularidad de que se incluye el mapa de ecosistemas para realizar el cálculo de áreas efectivas de cada ecosistema incluidas al interior de las áreas que conforman el SNAP.

<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>		Esta variable no interpreta la efectividad de manejo de las áreas protegidas existentes, solamente la jurisdicción oficial. El hecho que sean zonas declaradas en protección no evalúa su aplicabilidad <i>in situ</i> . Tampoco permite evaluar procesos específicos de degradación de las áreas naturales, solo el mantenimiento de la cobertura vegetal a una escala nacional.
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		Hectáreas (Ha) y porcentaje (%)
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		El indicador establece la superficie de territorio nacional bajo algún tipo de protección, lo cual permite estimar la magnitud potencial de la conservación en el país. A nivel de ecosistemas permite evaluar el grado de representatividad de cada ecosistema dentro del SNAP. Esto permite identificar vacíos de conservación del sistema de áreas protegidas y guiar prioridades de acciones.
<b>FUENTE DE DATOS</b>		Línea base, MAE-Sistema Nacional de Áreas Protegidas
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Anual
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		SUIA: 2008 – 2015 CONDESAN: 1960 - 2015
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Nacional, provincial y cantonal.
	<b>GENERAL</b>	No aplica
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		Sistema de referencia: Sistema de Coordenadas UTM, Datum WGS 84, Zona 17S  Formato de información georeferenciada: Formato vector: shapefile (*.shp)  Escala: Escala de unidades territoriales: 1:250.000
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional Para el Buen Vivir 2013 – 2017</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 13.</li> </ul>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		Sistema Nacional de Indicadores Ambientales: <a href="http://snia.ambiente.gob.ec:8090/indicadoresambientales/pages/indicators.jsf">http://snia.ambiente.gob.ec:8090/indicadoresambientales/pages/indicators.jsf</a>
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		Julio 2015
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		Octubre 2015
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente   02
<b>ELABORADO POR</b>		Ministerio del Ambiente, Dirección de Información Seguimiento y Evaluación. Francisco Cuesta, Condesan

## 5.6 Cambio en la funcionalidad ecosistémica en áreas bajo restauración

Manuel Peralvo  
CONDESAN

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Cambio en la funcionalidad ecosistémica en áreas bajo restauración</b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>La restauración ecosistémica es una herramienta clave para recrear ecosistemas perdidos, acelerar la regeneración de un ecosistema después de un proceso de disturbio o alcanzar objetivos asociados al mantenimiento o recuperación de ciertas funciones ecosistémicas (p.ej. regulación hídrica). El presente indicador mide la superficie bajo prácticas de restauración en las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauración pasiva: incluye prácticas que eliminan fuentes de disturbio que generan la degradación de ecosistemas (p.ej. exclusión de fuegos y pastoreo)</li> <li>• Restauración activa: incluye prácticas que cambian la estructura y composición de las comunidades degradadas (p.ej. revegetación con especies de plantas nativas) con objetivos relacionados al restablecimiento de procesos ecosistémicos, mejoramiento de hábitat para especies priorizadas, mitigación de efectos negativos asociados a obras de infraestructura, entre otros.</li> </ul>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
$REST = \left( \frac{Ar_{t2} - Ar_{t1}}{t2 - t1} \right) \left( \frac{2}{Ar_{t1} + Ar_{t2}} \right)$	
<b>Dónde:</b>	
<b>REST</b>	Tasa de cambio en área restaurada en el período t1 – t2 (%/año)
<b>t<sub>2</sub> – t<sub>1</sub></b>	Período de referencia (años)
<b>Ar<sub>t1</sub></b>	Área restaurada en la fecha t1 (ha)
<b>Ar<sub>t2</sub></b>	Área restaurada en la fecha t2 (ha)
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
<p><b>Area restaurada:</b> Superficie (en ha) asociadas a prácticas de restauración con fines de recuperar o mantener funcionalidad ecosistémica. Excluye plantaciones forestales con fines comerciales.</p>	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
<p>El cálculo requiere de un proceso de sistematización de información sobre acciones de adaptación a nivel nacional. Los procesos metodológicos generales requieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematización de información secundaria: Para los casos en los que programas o iniciativas de restauración reportan áreas restauradas o mapean áreas restauradas para un período de tiempo determinado.</li> <li>• Levantamiento de información: Mediante un formato de reporte, para iniciativas/entidades que no generan reportes sistemáticos. El formato deberá incluir como mínimo:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Período de implementación</li> <li>- Tipo de actividad de restauración</li> <li>- Superficie intervenida</li> <li>- Ubicación: Unidad política/administrativa</li> <li>- Ubicación: Coordenadas geográficas</li> </ul> </li> <li>• Sistematización y análisis: Ubicación geográfica de actividades de restauración como puntos con tabla de atributos asociada a las variables levantadas. Cuantificación de áreas para unidades de análisis seleccionadas.</li> </ul>	





<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Errores en la estimación y ubicación de las actividades de restauración.</li> <li>• Riesgo potencial de conteo doble. Por ejemplo, una misma actividad es reportada por dos entidades. Una misma actividad es reportada en períodos distintos.</li> <li>• Diferencias inter-anales en niveles de reporte.</li> </ul>						
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>		<table border="1"> <tr> <td><b>REST:</b></td> <td>%/año</td> </tr> <tr> <td><math>t_2-t_1</math></td> <td>Años</td> </tr> <tr> <td><math>A_1, A_2</math></td> <td>ha</td> </tr> </table>	<b>REST:</b>	%/año	$t_2-t_1$	Años	$A_1, A_2$	ha
<b>REST:</b>	%/año							
$t_2-t_1$	Años							
$A_1, A_2$	ha							
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>		Valores negativos (positivos) de REST están asociados a disminución (incremento) en actividades de restauración ecológica en el período de referencia caracterizado.						
<b>FUENTE DE DATOS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reportes disponibles de programas o proyectos de restauración ecológica.</li> <li>• Formatos de reporte de actividades de restauración en GADs provinciales y cantonales.</li> </ul>						
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>		Periodicidad óptima es anual con períodos predefinidos de levantamiento de información (e.g. cuarto trimestre de cada año).						
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reportes del Plan Nacional de Restauración Forestal</li> <li>• Levantamiento de información primaria.</li> </ul>						
<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Información base agregada a nivel cantonal. Reportes a nivel provincial, regional y nacional.						
	<b>GENERAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valores de <b>REST</b> por ecosistema forestal</li> <li>• Valores de <b>REST</b> por región</li> </ul>						
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica						
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		ESCALA.- No aplica SISTEMA DE REFERENCIA.- UTM Z175, Datum WGS 84. FORMATO DE LA INFORMACIÓN GEOREFERENCIADA.- Definido por la autoridad competente.						
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan Nacional del Buen Vivir 2013 – 2017.</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015 – 2030 y Plan de Acción hasta el 2020. Resultado 7.</li> <li>- Plan Nacional de Restauración Forestal 2014 - 2017</li> </ul>						
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		Puyravaud, J. P. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. <i>Forest Ecology and Management</i> 177 (1):593-596.						
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		Noviembre 2015						
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		Noviembre 2015						
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente   02						
<b>ELABORADO POR</b>		Manuel Peralvo, Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN)						

## 5.7 Número y distribución de variedades de especies nativas, estratégicas para la soberanía alimentaria, re-introducidas *in situ*

César Tapia  
INIAP

Ana Lucía Bravo  
Proyecto Agrobiodiversidad  
Heifer-INIAP-FAO-MAGAP

Carlos Larrea  
Unidad de Investigación Socioambiental  
Universidad Andina Simón Bolívar

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>NOMBRE DEL INDICADOR</b>	<b>Número y distribución de variedades de especies nativas, estratégicas para la soberanía alimentaria, re-introducidas <i>in situ</i></b>
<b>DEFINICIÓN</b>	<p>Aunque el país ha construido un banco de germoplasma razonablemente diversificado sobre variedades de especies nativas, muchas de ellas han desaparecido o han dejado de cultivarse en cantidades adecuadas. La conservación de variedades <i>in situ</i> es una política fundamental para garantizar la efectiva continuidad de la diversidad genética de especies nativas.</p> <p>El mapa grafica la localización, número y distribución de variedades de especies estratégicas nativas que han sido reintroducidas total o parcialmente en Chimborazo, Imbabura, Loja y Pichincha.</p>
<b>FÓRMULA DE CÁLCULO</b>	
<p>Para cada lugar de implementación del proyecto, se verifica y mapea el número de variedades de especies nativas reintroducidas exitosamente.</p> <p>Los cultivos a mapearse son quinua, amaranto, papa, camote, yuca, melloco, oca, maíz, tomate de árbol, frejol, mashua, jícama, maní, chirimoya.</p>	
<b>DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES RELACIONADAS</b>	
<p>Se define como una <b>variedad reintroducida</b> aquella que, habiendo sido distribuida entre los productores en una localidad determinada, ha sido sembrada y cultivada exitosamente, y su inserción ha sido verificada por las instituciones que llevan el proyecto, que incluye un programa de asistencia técnica y capacitación.</p>	
<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO</b>	
<p>Conteo y mapeo del número de variedades exitosamente reintroducidas en cada lugar geográfico.</p>	
<b>LIMITACIONES TÉCNICAS</b>	<p>No se mide la magnitud de la producción reintroducida, los rendimientos alcanzados, ni el tiempo de duración de la experiencia.</p>
<b>UNIDAD DE MEDIDA DE LAS VARIABLES</b>	<p>Indicador adimensional, número de especies.</p>
<b>INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR</b>	<p>Número de variedades exitosamente reintroducidas en cada lugar geográfico.</p>
<b>FUENTE DE DATOS</b>	<p>INIAP, proyecto "Incorporación del uso y conservación de la agrobiodiversidad en las políticas públicas a través de estrategias integradas e implementación <i>in situ</i> en cuatro provincias alto Andinas" (INIAP-MAGAP-HEIFER-FAO)</p>
<b>PERIODICIDAD DEL INDICADOR Y/O LAS VARIABLES</b>	<p>El indicador puede actualizarse cada tres años. El proyecto en curso no incluye todavía la sistematización de los resultados alcanzados, pero esta actividad está programada.</p>
<b>DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS</b>	<p>En proceso de sistematización.</p>

<b>NIVEL DE DESAGREGACIÓN</b>	<b>GEOGRÁFICO</b>	Cantonal y provincial	
	<b>GENERAL</b>	Por especies	
	<b>OTROS ÁMBITOS</b>	No aplica	
<b>INFORMACIÓN GEO-REFERENCIADA</b>		Sí. Los mapas se elaborarán en formato ARCGis.	
<b>RELACIÓN CON INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN NACIONAL E INTERNACIONAL</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ley Orgánica de Soberanía Alimentaria y el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA).</li> <li>- Estrategia Nacional de Biodiversidad. Resultado 9</li> </ul>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR</b>		<p>FAO. "Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura". Roma: 2009. Paredes, N., Tapia, C. Centro de Bioconocimiento y Desarrollo Agrario, Publicación Miscelánea No. 417, INIAP, MAGAP, 2014.</p> <p><a href="http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/hnd/files/Tratado_internacional_sobre_los_recursos_fitogeneticos_para_la_alimentacion_y_la_agricultura.pdf">http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/hnd/files/Tratado_internacional_sobre_los_recursos_fitogeneticos_para_la_alimentacion_y_la_agricultura.pdf</a></p>	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN DE LA FICHA METODOLÓGICA</b>		31 Julio 2015	
<b>FECHA DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE LA FICHA</b>		31 Julio 2015	
<b>CLASIFICADOR SECTORIAL</b>		Ambiente	02
<b>ELABORADO POR</b>		César Tapia, INIAP Ana Lucía Bravo, Proyecto Agrobiodiversidad, Heifer-INIAP-FAO-MAGAP Carlos Larrea, UISA-UASB.	











Ministerio  
del **Ambiente**



/AmbienteEc



/Ambiente\_Ec



/AmbienteEc/



/ministerioambienteecuador

[www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)



ISBN 978-9942-07-871-1



9 789942 078711



GOBIERNO NACIONAL DE  
LA REPUBLICA DEL ECUADOR

ecuador  ama la vida