

Sistema Nacional de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático (SIACC): propuesta de protocolos de indicadores incluidos en el sistema

Milton Romero-Ruiz¹, Natalia Hernandez¹, Oscar Ocampo¹, Camila Pacheco¹, Astrid Pulido¹, Adriana Sarmiento¹, Ximena Pajarito¹, Maria Cristina Vargas¹, Maritza Florián², Camila Rodríguez², Claudia Bouroncle³, Claudia Medellín, Pablo Imbach³

Junio 2016

¹ 4D Consultores

² Dirección de Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (DCC - MADS)

³ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Los puntos de vista que se expresan en este documento no reflejan necesariamente la posición del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) de Colombia, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU) o el Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), ni cualquier otra organización participante en el proceso.

El proceso de elaboración de los resultados mostrados en este documento ha sido posible gracias al aporte financiero del CTCN.

Cita: Milton Romero-Ruiz, Natalia Hernandez, Oscar Ocampo, Camila Pacheco, Astrid Pulido, Adriana Sarmiento, Dallan Beltrán, Ximena Pajarito, Maria Cristina Vargas, Maritza Florián, Diana Camila Rodríguez, Claudia Bouroncle, Claudia Medellín, Pablo Imbach. 2016. Sistema Nacional de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático (SIACC): propuesta de protocolos de indicadores incluidos en el sistema. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, Centro y Red de Tecnología del Clima, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: Bogotá.

Equipo coordinador del proyecto

Maritza Florian Buitrago y Diana Camila Rodríguez Vargas, MADS

Entidad Nacional Designada CTCN

Rodrigo Suárez Castaño

Equipo de coordinación CTCN

Jason Spensley, Gestor de Tecnología del Clima y Marta Moneo, Coordinadora Regional para América Latina y el Caribe

Equipo de asistencia técnica CATIE

Claudia Bouroncle y Pablo Imbach, Programa de Cambio Climático y Cuencas, CATIE

Equipo de consultores 4D Elements

Milton Romero-Ruiz (coordinador conceptual y metodológico de los componentes agua, biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos, sector agropecuario y seguridad alimentaria, salud pública); Natalia Hernandez y María Cristina Vargas (ciudades y vías terrestres, salud pública, sector agropecuario y seguridad alimentaria), Oscar Ocampo y Ximena Pajarito (agua), Astrid Pulido, Camila Pacheco y Adriana Sarmiento (biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos).

Contenido

| | |
|---|-------------------------------------|
| Abreviaturas..... | 4 |
| 1. Introducción..... | 6 |
| 2. Indicadores de amenazas del cambio climático..... | 8 |
| Cambio proyectado de la precipitación media anual..... | 9 |
| Cambio proyectado de la temperatura media anual..... | 10 |
| Susceptibilidad de inundación por ascenso del nivel del mar..... | 11 |
| Escorrentía hídrica superficial (ESC)..... | 12 |
| Susceptibilidad a inundación continental..... | Error! Bookmark not defined. |
| Susceptibilidad a desertificación..... | 13 |
| Índice de aridez (Ia)..... | 14 |
| Pérdida o retroceso de glaciares..... | 15 |
| 2. Indicadores de exposición..... | 16 |
| Densidad poblacional en municipios con reporte de ETV (malaria + dengue)..... | 17 |
| Índice Parasitario Anual (IPA) de malaria..... | 18 |
| Tasa de Incidencia de Dengue (TID)..... | 19 |
| Cambio de aptitud climática para los cultivos principales..... | 20 |
| 3. Indicadores de sensibilidad..... | 21 |
| Tasa de cambio de cobertura arbórea (deforestación y regeneración)..... | 22 |
| Susceptibilidad de la vegetación natural a incendios..... | 24 |
| Riesgo de colapso de ecosistemas terrestres..... | 25 |
| Susceptibilidad a eventos de remoción de masa..... | 26 |
| Conflicto de uso del territorio..... | 27 |
| Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)..... | 28 |
| Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH)..... | 30 |
| Densidad de Población Urbana (DPU)..... | 31 |
| 4. Indicadores de capacidad adaptativa..... | 32 |
| Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)..... | 33 |
| Proporción de pequeños productores que acceden a créditos agropecuarios..... | 35 |
| Diversidad de cultivos..... | 36 |
| Índice del Uso del Agua (IUA)..... | 37 |
| Índice de Agua no Retornada a la Cuenca (IARC)..... | 38 |
| Índice de Presión Hídrica al Ecosistema (IPHE)..... | 39 |
| Índice de Eficiencia en el Uso del Agua (IEUA)..... | 40 |
| Índice de Calidad del Agua (ICA)..... | 41 |

| | |
|--|----|
| Densidad de habitantes por zonas verdes (HZV)..... | 42 |
| Índice de Desempeño Integral (IDI) municipal | 43 |
| 5. Indicadores de riesgo o impacto | 44 |
| Tasa anual de mortalidad por malaria (TMxMalaria)..... | 45 |
| Letalidad anual por dengue grave (LDG) | 46 |
| Tasa anual de mortalidad por Enfermedades Diarreicas Agudas en menores de 5 años (TMxEDA < 5 años) | 47 |
| Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH) | 48 |
| Riesgo de red vial primaria frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos..... | 49 |
| Referencias..... | 50 |

Abreviaturas

| | |
|----------|--|
| ANM | ascenso del nivel del mar |
| CEPAL | Comisión Económica para América Latina y el Caribe |
| CIAT | Centro Internacional de Agricultura Tropical |
| CTA | Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia |
| CTCN | Centro y Red de Tecnología para el Clima |
| DANE | Departamento Administrativo Nacional de Estadística |
| DCC MADS | Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible |
| DNP | Departamento Nacional de Planeación |
| DPU | Densidad Poblacional Urbana |
| EDA | enfermedad diarreica agua |
| EE | ecosistema estratégico |
| ESC | escorrentía hídrica superficial |
| ETP | evapotranspiración potencial |
| ETR | evapotranspiración real |
| ETV | enfermedad de transmisión vectorial |
| GEI | gas de efecto invernadero |
| GWP | Global Water Partnership |
| HZV | Densidad de habitantes por zonas verdes |
| Ia | Índice de aridez |
| IARC | Índice de Agua no Retornada a la Cuenca |
| IAPH | Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt |
| ICA | Índice de Calidad del Agua |
| IDEAM | Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales |
| IDI | Índice de Desempeño Integral |
| IEUA | Índice de Eficiencia en el Uso del Agua |
| IGAC | Instituto Geográfico Agustín Codazzi |
| INS | Instituto Nacional de Salud |
| INVEMAR | Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis" |

| | |
|------------|--|
| IPA | Índice Parasitario Anual |
| IPCC | Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático |
| IPHE | Índice de Presión Hídrica al Ecosistema |
| IPM | Índice de Pobreza Multidimensional |
| IRD | Instituto de Investigación para el Desarrollo, Francia |
| IRH | Índice de Retención y Regulación Hídrica |
| IUA | Índice del Uso del Agua |
| LDG | Letalidad anual por dengue grave |
| MADS | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible |
| MAVDT | Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial |
| MSPS | Ministerio de Salud y Protección Social |
| ODS | Objetivos de Desarrollo Sostenible |
| OPS | Organización Panamericana de Salud |
| P | precipitación |
| PNGIBSE | Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos |
| SGN | Servicio Geológico Nacional |
| SIAC | Sistema de Información Ambiental de Colombia |
| SINAP | Sistema Nacional de Áreas Protegidas |
| SIRH | Sistema de Información del Recurso Hídrico |
| SIVIGILA | Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública |
| SNIACC | Sistema Nacional de Indicadores para la Adaptación al Cambio Climático |
| SZH | sub zona hidrográfica |
| TID | Tasa de Incidencia de Dengue |
| TMxMalaria | Tasa anual de mortalidad por malaria |
| UICN | Unión Internacional de conservación de la Naturaleza |

1. Introducción

Este documento muestra el progreso en el diseño de protocolos de información de los indicadores preliminares del Sistema Nacional de Indicadores para la Adaptación al Cambio Climático (SNIACC) de Colombia, un instrumento para la provisión de información confiable para ACC en diferentes regiones y ciudades. El proceso surgió a raíz de una solicitud del Gobierno de Colombia al Centro y Red de Tecnología para el Clima (CTCN) y su implementación fue apoyada por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y la alianza entre PNUMA, el Ministerio de Relaciones Exteriores de Dinamarca y la Universidad Técnica de Dinamarca (UNEP DTU Partnership). El desarrollo de los protocolos de información recibió en particular el apoyo de 4C Consultores, que colaboraron estrechamente con el personal de la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (DCC MADS) y del CATIE.

El documento "Sistema Nacional de Indicadores de Adaptación al Cambio Climático (SIACC): definición del conjunto de indicadores y recomendaciones para su puesta en marcha" explica en detalle el proceso y resultado de definición de indicadores preliminares del SNIACC. Este documento busca proveer la información básica para el cálculo del valor de cada indicador para las unidades de análisis (municipios o unidades administrativas equivalentes en la mayor parte de los casos, subzonas hidrográficas (SZH) en el caso de índices provenientes de los informes nacionales de agua elaborados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y su categorización para una fácil interpretación.

Los protocolos tomaron como base una adaptación de la hoja metodológica propuesta para el Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia (SIAC). Los protocolos incluyen, como campos adicionales la relación de cada indicador con sectores prioritarios para la adaptación al cambio climático en Colombia, la relación del indicador con el esquema de riesgos propuesto por el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, y su pertinencia, es decir, el rol que juega en el sistema de indicadores. No se han incluido metas o estándares para los indicadores, porque no se cuentan con metas de adaptación establecidas mediante a normas legales. Asimismo, no se han incluido datos administrativos (direcciones postales, teléfonos) por ser de dominio público y en beneficio de la brevedad del documento. Sin embargo, en el Anexo 1 se menciona la correspondencia de los indicadores con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a los cuales Colombia se ha suscrito.

Es necesario aclarar algunos aspectos metodológicos resueltos durante la construcción de los protocolos. Los protocolos incluyen un paso de combinación de información georeferenciada de un archivo con los límites de los municipios de Colombia (tomado del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC) con el archivo de información georeferenciada del indicador. Este paso se realizó mediante herramientas de análisis de uso común de sistemas de información geográfica. El otro aspecto es la definición de rangos o categorías para la clasificación de unidades de análisis. Cuando la entidad gubernamental encargada define umbrales o categorías, estos son asumidos como tales en los protocolos. Cuando no han sido definidos, se asumen como umbrales los límites mencionados en el protocolo.

Esta propuesta debe ser revisada y modificada por las entidades responsables de la toma y gestión de datos en coordinación con la DCC MADS. Esperamos que sea un punto positivo para facilitar la implementación del SNIACC.

2. Indicadores de amenazas del cambio climático

Cambio proyectado de precipitación media anual

| | |
|-------------------------|--|
| Sectores prioritarios | biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos, salud pública, sector agropecuario y seguridad alimentaria, recursos hídricos, energía |
| Pertinencia | Indicador de amenaza. Los cambios proyectados de la precipitación media anual constituyen una señal del cambio gradual del clima, que influye en la distribución de los ecosistemas estratégicos (EE) y sus servicios, el hábitat para vectores de las enfermedades de transmisión vectorial (ETV), disponibilidad de agua para consumo humano, riego y generación de energía y desarrollo de los cultivos, plagas y enfermedades. |
| Objetivo | Mostrar las tendencias de reducción o aumento de la precipitación media anual para diferentes horizontes de tiempo respecto a la climatología de referencia. |
| Variables | precipitación media anual |
| Origen | IDEAM |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | 1976 - 2005 (periodo de referencia) / 2011-2040, 2041 - 2070, 2071 - 2100 (periodos de las proyecciones) |
| Unidad de medida | porcentaje (%) |
| Fuente de las variables | Registro secundario de información: proyecciones a partir de modelos y datos de estaciones de la red meteorológica distribuidas en el territorio nacional. |
| Actualización | No determinada. |
| Marco conceptual | La precipitación es producto de interacciones complejas del sistema climático terrestre, los ecosistemas y las actividades humanas (IDEAM et al. 2015). El quinto informe de evaluación del IPCC (2013) define cuatro escenarios de cambio climático o caminos representativos de concentración (RCP por sus siglas en inglés) que difieren en el cambio esperado de radiación (8.5, 6.0, 4.5 y 2.6 vatios por metro cuadrado) causado por cambios en la radiación solar incidente, incrementos en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) y cambios en las propiedades reflectivas del planeta para el año 2100. El indicador considera las proyecciones de cambio de precipitación en Colombia elaboradas por el IDEAM et al. (2015) considerando el promedio de estos escenarios. |
| Cálculo | Para cada municipio, la media ponderada de las medias de los rangos de cambio de precipitación definidos por IDEAM et al. (2015, escala 1:100,000) proyectados para un periodo determinado, por la proporción del área municipal que abarcan. Los rangos de cambio son los usados por IDEAM et al. (2015) para las fichas departamentales del país, conservando tres niveles de diferenciación en los niveles intermedios de déficit y exceso. La fórmula de cálculo es: |

$$PP = \sum^n (pp_i * x_i)$$

donde:

PP = media ponderada de las medias de los rangos de cambio de precipitación en el municipio

pp_i = media del rango de cambio de precipitación en la categoría correspondiente

x_i = proporción del área del municipio en el rango de cambio de precipitación correspondiente

| rango de cambio (%) (categorías) | media del rango de cambio (%) | tipo de cambio |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------|
| < -40 | -40 | déficit severo |
| -40 a -30 | -35 | déficit III |
| -30 a -20 | -25 | déficit II |
| -20 a -10 | -15 | déficit I |
| -10 a 10 | 0 | normal |
| 10 a 20 | 15 | exceso |
| 20 a 30 | 25 | |
| 30 a 40 | 35 | |
| > a 40 | 40 | exceso severo |

Los municipios son distribuidos en las categorías correspondientes de acuerdo al valor de PP.

| | |
|----------------|--|
| Interpretación | Cuanto mayor el cambio de precipitación media anual (sea en términos de déficit como de exceso), mayor la amenaza (distribución tipo "U"). |
| Limitaciones | Datos disponibles y de libre acceso. |
| Referencias | DNP (2015); IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería (2015); IPCC (2013) |

Cambio proyectado de temperatura media anual

| | |
|-------------------------|---|
| Sectores prioritarios | biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos, salud pública, sector agropecuario y seguridad alimentaria, recursos hídricos, energía |
| Pertinencia | Indicador de amenaza. Los cambios proyectados de la temperatura media anual constituyen una señal del cambio gradual del clima, que influye en la distribución de los EE y sus servicios, el hábitat para vectores de las ETV, disponibilidad de agua para consumo humano, riego y generación de energía y desarrollo de los cultivos, plagas y enfermedades. |
| Objetivo | Mostrar las tendencias de aumento de la temperatura media anual para diferentes horizontes de tiempo respecto a la climatología de referencia. |
| VARIABLES | temperatura media anual |
| Origen | IDEAM |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | 1976 - 2005 (periodo de referencia) / 2011-2040, 2041 - 2070, 2071 - 2100 (periodos de las proyecciones) |
| Unidad de medida | grados centígrados (°C) |
| Fuente de las variables | Registro secundario de información: proyecciones a partir de modelos y datos de estaciones de la red meteorológica distribuidas en el territorio nacional: temperatura media, temperatura máxima y temperatura mínima. |
| Actualización | No determinada. |
| Marco conceptual | La temperatura es el estado térmico del aire respecto a su capacidad de transmitir calor. El quinto informe de evaluación del IPCC (2013) define cuatro escenarios de cambio climático o caminos representativos de concentración (RCP por sus siglas en inglés) que difieren en el cambio esperado de radiación (8.5, 6.0, 4.5 y 2.6 vatios por metro cuadrado) causado por cambios en la radiación solar incidente, incrementos en la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) y cambios en la propiedades reflectivas del planeta para el año 2100. El indicador considera las proyecciones de cambio de temperatura en Colombia elaboradas por el IDEAM et al. (2015) considerando el promedio de estos escenarios. |
| Cálculo | Para cada municipio, la media ponderada de las medias de los rangos de cambio de temperatura definidos por IDEAM et al. (2015, escala 1:100,000) proyectados para un periodo determinado, por la proporción del área municipal que abarcan. Los rangos de cambio son los usados por IDEAM et al. (2015) para las fichas departamentales del país. La fórmula de cálculo es: |

$$T = \sum^n (t_i * x_i)$$

donde:

T = media ponderada de las medias de los rangos de cambio de temperatura en el municipio

t_i = media del rango de cambio de temperatura en la categoría correspondiente

x_i = proporción del área del municipio en el rango de cambio de temperatura correspondiente

| rango de cambio (°C) (categorías) | media del rango de cambio (°C) | tipo de cambio |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------------|
| 2.01 - 3.9 | 3.00 | alto |
| 1.51 - 2.0 | 1.75 | medio alto |
| 1.01 - 1.5 | 1.25 | medio |
| 0.51 - 1.0 | 0.75 | bajo medio |
| 0.0 - 0.5 | 0.25 | bajo |

Los municipios son distribuidos en las categorías correspondientes de acuerdo al valor de T.

| | |
|----------------|---|
| Interpretación | Cuanto mayor el aumento de la temperatura media anual, mayor la amenaza (distribución lineal) |
| Limitaciones | Datos disponibles y de libre acceso. |
| Referencias | DNP (2015); IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería (2015); IPCC (2013) |

Susceptibilidad de inundación por ascenso del nivel del mar

| | |
|-------------------------|--|
| Sectores prioritarios | biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos, ciudades, vías terrestres |
| Pertinencia | Indicador de amenaza. La proyección de área afectada por ascenso del nivel del mar (ANM) constituye una señal del cambio gradual del clima, que afecta ecosistemas, acuíferos, centros urbanos e infraestructura de la franja costera. |
| Objetivo | Identificar el nivel de amenaza de inundación de los municipios costeros frente a un ascenso del nivel del mar para apoyar la identificación de áreas críticas. |
| Variables | nivel de riesgo de inundación |
| Origen | INVEMAR |
| Cobertura geográfica | municipios costeros e insulares |
| Cobertura temporal | no definida |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de las variables | Registro secundario de información: modelación de inundación que toma en cuenta modelos de elevación digital, proyecciones y valores de frecuencia de inundación en periodos de 10,100 y 1000 años estimados con estaciones altimétricas en ambas costas. |
| Actualización | No determinada. |
| Marco conceptual | El ANM está entre las consecuencias más importantes e inmediatas del cambio climático en las costas, causado principalmente por la cantidad de agua contenida en los océanos y la densidad promedio del agua marina (INVEMAR 2003). Este proceso puede incrementar varios impactos físicos en las costas, incluyendo la frecuencia de inundaciones, salinización de humedales costeros y acuíferos y la erosión y pérdida de playas (Klein & Nicholls 1999). Esto puede la actividad económica, infraestructura y servicios concentrados en la costa o muy cerca de ella (Nicholls et al. 1999). |
| Cálculo | Para cada municipio, la media ponderada de los valores de riesgo definidos por INVEMAR (2003, escala 1:300,000) proyectados, por la proporción del área municipal que abarcan. La fórmula de cálculo es: |

$$ANM = \sum^n (anm_i * x_i)$$

donde:

ANM = media ponderada de los niveles de cambio de temperatura en el municipio

anm_i = valor de riesgo asignado a la categoría correspondiente

x_i = proporción del área del municipio en el rango de riesgo correspondiente

| rango de riesgo (categorías) | valor de riesgo asignado | nivel de riesgo de inundación |
|------------------------------|--------------------------|---|
| 4.6 - 5.0 | 5 | inundado, riesgo muy alto |
| 3.6 - 4.5 | 4 | zona I, inundación a 10 años, riesgo alto |
| 2.6 - 3.5 | 3 | zona II, inundación a 100 años, riesgo bajo |
| 1.6 - 2.5 | 2 | zona III, inundación a 1000 años, riesgo muy bajo |
| 1.0 - 1.5 | 1 | sin riesgo |

Los municipios son distribuidos en las categorías correspondientes de acuerdo al valor de ANM. El escenario de ascenso de 1 m solo considera áreas de no inundación (sin riesgo) e inundación (riesgo muy alto).

| | |
|----------------|---|
| Interpretación | Cuanto mayor es el nivel de riesgo de inundación, mayor la amenaza (distribución lineal) |
| Limitaciones | La escala de la información fuente de escenarios es global (WorldClim). El análisis está desactualizado y no considera diferencias entre la dinámica de las costas Caribe y Pacífico ni la variabilidad climática: por ejemplo en la costa del Pacífico el ENOS puede triplicar. Análisis posteriores a nivel global (ver http://www.c3a.ihcantabria.com/) evidencian dinámicas diferentes en las costas del Pacífico y del Caribe y efectos del ENOS. Datos no son de fácil disponibilidad. |
| Referencias | DNP (2015); INVEMAR (2003); Klein y Nicholls (1999); Nicholls et al. (1999) |

Escorrentía hídrica superficial (ESC)

| | |
|-------------------------|---|
| Sectores prioritarios | agua para consumo humano, hidroenergía, agricultura y seguridad alimentaria |
| Pertinencia | El indicador permite conocer la disponibilidad de agua superficial para su utilización en diversas actividades, como son: la agricultura, la industria y abastecimientos a ciudades, entre otras (CAN 2008). |
| Objetivo | Identificar el nivel de amenaza de los cambios en la disponibilidad de agua en función a elementos del ciclo hidrológico. |
| Variables | evapotranspiración real y precipitación |
| Origen | IDEAM, Subdirección de Hidrología, Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) |
| Cobertura geográfica | nacional (por SZH) |
| Cobertura temporal | 2014 |
| Unidad de medida | milímetros (mm) |
| Fuente de las variables | Registros secundarios de información: estimaciones a partir de estaciones de monitoreo. |
| Actualización | Cada cuatro años. |
| Marco conceptual | La escorrentía hídrica superficial o flujo superficial es la fracción de la precipitación que al no infiltrarse, fluye por la superficie del suelo y se concentra en los cauces y cuerpos de agua. Es la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir, la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida; está en función de las características topográficas, geológicas, climáticas y de vegetación de la cuenca, y está íntimamente ligada a la relación entre aguas superficiales y subterráneas de la Cuenca (IDEAM, 2010). La escorrentía hídrica superficial se basa en los procesos del ciclo del agua y en la cuantificación de sus componentes a partir del balance hídrico, en particular la escorrentía y su expresión en términos de rendimiento hídrico (IDEAM 2010). El indicador se puede calcular para año medio y para año seco. Se entiende por año medio al valor de la media histórica de las series hidrológicas de las estaciones ubicadas dentro de un área hidrográfica específica. Como año seco se entiende a los valores del mes promedio más bajo de las series de caudales medios de una región hidrológica específica. |
| Cálculo | La escorrentía hídrica superficial (ESC) se determina a través de las variables de evapotranspiración real (ETR) y precipitación (P). El índice ha sido calculado por IDEAM (2015) para cada SZH, considerando la siguiente fórmula: $ESC = P - ETR$. IDEAM (2010) explica en detalle los pasos para la delimitación de las unidades de análisis y estimación de la de las variables a partir de la red hidrológica del IDEAM y la estimación de caudales por métodos indirectos. |

Las categorías establecidas por IDEAM (2014) para el país son las siguientes:

| rango de valores de escorrentía (mm) | media de escorrentía (mm) |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 0 - 100 | 50 |
| 100 - 200 | 150 |
| 200 - 300 | 250 |
| 300 - 400 | 350 |
| 400 - 600 | 500 |
| 600 - 800 | 700 |
| 800 - 1000 | 900 |
| 1000 - 1500 | 1250 |
| 1500 - 2000 | 1750 |
| 2000 - 2500 | 2250 |
| 2500 - 3000 | 2750 |
| 3000 - 4000 | 3500 |
| 4000 - 5000 | 4500 |
| 5000 - 6000 | 5500 |
| > 6000 | 6000 |

| | |
|----------------|--|
| Interpretación | Cuanto menor es la escorrentía (menor la oferta hídrica), mayor la amenaza (distribución lineal) |
| Limitaciones | La escorrentía superficial definida por el método del balance, exige que se utilice la mejor información posible en cuanto a precipitaciones y evapotranspiración. La interpolación espacial de este indicador que no es confiable en zonas con baja densidad de estaciones. |
| Referencias | CTA y otros colaboradores (2015); IDEAM (2010); IDEAM (2011b); IDEAM (2015); MADS (2012); MADS (2014); Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010) |

Susceptibilidad a desertificación

| | |
|-------------------------|--|
| Sectores prioritarios | agropecuario y seguridad alimentaria |
| Pertinencia | Indicador de amenaza. La delimitación de zonas secas según su predisposición a desertificación incluye señales del cambio climático gradual. |
| Objetivo | Identificar el nivel de amenaza de desertificación mediante la combinación de factores de cambio del clima, y actividades humanas. |
| Variables | categorías de nivel de susceptibilidad de desertificación |
| Origen | IDEAM |
| Cobertura geográfica | nacional (zonas secas) |
| Cobertura temporal | 2010 |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de las variables | Registro primario de información: estudios de suelos, teledetección estudios de erosión, salinización y desertificación, disponibilidad de agua; registro secundario de información: escenarios de cambio climático |
| Actualización | No determinada |
| Marco conceptual | La desertificación es la degradación de los suelos de zonas áridas, semiáridas y sub húmedas secas con menos de 600 mm de precipitación, como consecuencia de las variaciones climáticas y actividades humanas como malas prácticas agrícolas (Gómez et al. 2010). |
| Cálculo | Para cada municipio, la media ponderada de los valores asignados a los niveles de desertificación potenciales definidos por Gómez et al. (2010, escala 1:500,000), por la proporción del área municipal que abarcan. La fórmula de cálculo es: |

$$SD = \sum^n (sd_i * x_i)$$

donde:

SD = media ponderada de los valores asignados a cada nivel de susceptibilidad de desertificación en el municipio

sd_i = valor del nivel de susceptibilidad de inundación asignado a la categoría correspondiente

x_i = proporción del área del municipio en el nivel de susceptibilidad correspondiente

| rango de nivel de susceptibilidad (categorías) | valor de categoría asignado | nivel de susceptibilidad |
|--|-----------------------------|--------------------------|
| 4.6 - 5.0 | 5 | alto |
| 3.6 - 4.5 | 4 | medio alto |
| 2.6 - 3.5 | 3 | medio |
| 1.6 - 2.5 | 2 | bajo medio |
| 1.0 - 1.5 | 1 | bajo |

La fuente mencionada no provee una descripción de las categorías. Los municipios son distribuidos en las categorías correspondientes de acuerdo al valor de SD.

| | |
|----------------|---|
| Interpretación | Cuanto mayor es la susceptibilidad de desertificación, mayor la amenaza (distribución lineal) |
| Limitaciones | La escala espacial es gruesa (1:500.000), el análisis no cuenta con la información para las áreas insulares de San Andrés Providencia y Santa Catalina. |
| Referencias | Gómez et al. (2010) |

Índice de aridez (Ia)

| Sectores prioritarios | biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos, agricultura y seguridad alimentaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|----------|----------|-------------------------------|--------|------|---------------------|-------------|------|--------------------------------|-------------|------|----------|-------------|------|-------------------------------|-------------|------|--------------------|-------------|-------|--------------------------|--------|------|
| Pertinencia | Indicador de amenaza por disponibilidad hídrica. Forma parte del SIRH. Muestra el grado de suficiencia de precipitación para mantener la vegetación, aportante elementos para la toma de decisiones en procesos de ordenamiento, planificación y adaptación al cambio climático. Está relacionado con objetivos de la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT 2010a): 1: Conservar los ecosistemas naturales y procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua en el país, incluye tres estrategias: conocimiento (entendimiento del funcionamiento y relaciones de los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los cuales depende la oferta hídrica), planificación (lineamientos para la gestión y el uso sostenible del agua) y conservación (preservación y restauración de ecosistemas estratégicos para la regulación del recurso hídrico); 2: Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país, incluye también tres estrategias en líneas similares al anterior: conocimiento (seguimiento a consumo del agua), planificación (gestión integral del recurso hídrico en los principales sectores productivos) y conservación (uso eficiente y sostenible del agua). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Identificar el nivel de amenaza de los cambios en la disponibilidad de agua para el mantenimiento de los ecosistemas terrestres, los servicios que proveen y el sector agropecuario. El índice es recomendado por la FAO para identificación de áreas propensas a la desertificación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables | precipitación y temperatura | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Origen | IDEAM, Subdirección de Hidrología, Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | nacional (por SZH) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de medida | adimensional | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente de las variables | Registros secundarios de información: estimaciones a partir de estaciones de monitoreo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actualización | Cada cuatro años. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marco conceptual | El Ia estima el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región, FAO recomienda su uso para identificar áreas propensas a la desertificación. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial por medio de la relación entre la precipitación y la evapotranspiración para un período determinado (IDEAM 2010). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo | El Ia representa la dinámica superficial del suelo determinada a partir de las variables de evapotranspiración potencial (ETP) y de evapotranspiración real (ETR), cuanto mayor es la ETR de una zona mayor es la formación de biomasa vegetal en la misma. El índice ha sido calculado por IDEAM (2015, p. 61) para cada SZH, considerando la siguiente fórmula: $Ia = (ETP - ETR)/ETP$, donde Ia es Índice de aridez, ETP es Evapotranspiración potencial (mm) y ETR es Evapotranspiración real (mm). IDEAM (2010) explica en detalle los pasos para la delimitación de las unidades de análisis y estimación de la ETP y ETR a partir de los datos de precipitación y temperatura. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Las categorías establecidas por IDEAM (2014) para el país son las siguientes: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>categoría</th> <th>rango Ia</th> <th>media Ia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>altamente deficitario en agua</td> <td>> 0.60</td> <td>0.60</td> </tr> <tr> <td>deficitario de agua</td> <td>0.50 - 0.59</td> <td>0.55</td> </tr> <tr> <td>moderado a deficitario de agua</td> <td>0.40 - 0.49</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>moderado</td> <td>0.30 - 0.39</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td>moderado a excedentes de agua</td> <td>0.20 - 0.29</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>excedentes de agua</td> <td>0.15 - 0.19</td> <td>0.175</td> </tr> <tr> <td>altos excedentes de agua</td> <td>< 0.15</td> <td>0.10</td> </tr> </tbody> </table> | categoría | rango Ia | media Ia | altamente deficitario en agua | > 0.60 | 0.60 | deficitario de agua | 0.50 - 0.59 | 0.55 | moderado a deficitario de agua | 0.40 - 0.49 | 0.45 | moderado | 0.30 - 0.39 | 0.35 | moderado a excedentes de agua | 0.20 - 0.29 | 0.25 | excedentes de agua | 0.15 - 0.19 | 0.175 | altos excedentes de agua | < 0.15 | 0.10 |
| categoría | rango Ia | media Ia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| altamente deficitario en agua | > 0.60 | 0.60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| deficitario de agua | 0.50 - 0.59 | 0.55 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| moderado a deficitario de agua | 0.40 - 0.49 | 0.45 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| moderado | 0.30 - 0.39 | 0.35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| moderado a excedentes de agua | 0.20 - 0.29 | 0.25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| excedentes de agua | 0.15 - 0.19 | 0.175 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| altos excedentes de agua | < 0.15 | 0.10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación | Cuanto mayor es el IA, mayor la amenaza (distribución lineal) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limitaciones | Algunas series de datos para estas variables son tomadas de las redes regionales de monitoreo de las autoridades ambientales y de empresas de servicios de agua potable (IDEAM 2015) por lo que la medición del índice puede no ser homogénea para todo el país. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Referencias | CTA y otros colaboradores (2015); IDEAM (2010); IDEAM (2011b); IDEAM (2015); MADS (2012); MADS (2014); Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Pérdida o retroceso de glaciares

| | |
|-------------------------|---|
| Sectores prioritarios | biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos, agricultura y seguridad alimentaria |
| Pertinencia | Indicador de amenaza. Los glaciares nevados colombianos actúan como un regulador hidrológico en sectores de la alta montaña debido a su capacidad para estabilizar variables como la humedad, la escorrentía, el viento y la precipitación. El cálculo del retroceso glaciar permite estimar impactos en sistemas de alta montaña por la pérdida de servicios ecosistémicos de provisión, regulación y soporte de agua. La extinción de los glaciares puede reflejarse en la dinámica del ciclo hidrológico de la alta montaña, donde podrían presentarse épocas de escasez hídrica más fuertes y extensas que afectarían las características hidrológicas de ecosistemas como el páramo y el bosque altoandino. Las fluctuaciones de los glaciares son reconocidas como indicadores de cambio climático. El territorio de Colombia contiene seis masas glaciares: las sierras nevadas de El Cocuy y Santa Marta, y los volcanes nevados Ruiz, Santa Isabel, Tolima y Huila. |
| Objetivo | Identificar el nivel de amenaza de los cambios de la cobertura de glaciares y los servicios que proveen. |
| Variables | áreas cubiertas por glaciar en unidades espaciales en diferentes momentos de tiempo (km ²) |
| Origen | IDEAM |
| Cobertura geográfica | nacional (masas glaciares) |
| Cobertura temporal | 1950 - 2010 |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de las variables | Registros primarios de información: estimaciones a partir de estaciones de monitoreo y teledetección. |
| Actualización | No determinada. |
| Marco conceptual | Para este indicador se define glaciar como una masa perenne de hielo que se origina en la superficie de la Tierra por la recristalización de la nieve u otras formas de precipitación sólida que muestra evidencia actual o pasada de flujo” (Cogley et al. 2011). La ablación glaciar es el proceso por el cual un glaciar pierde masa y superficie por un aporte de energía desde la atmósfera, del calor del suelo (flujo geotérmico) en el caso de los volcanes y de los esfuerzos mecánicos debidos a las deformaciones sufridas por el hielo (Francou y Vincent 2007). |
| Cálculo | El retroceso de masa glaciar corresponde a la diferencia de la ablación glaciar, en la unidad espacial de referencia j en el periodo de tiempo analizados t1 y t2. El indicador se calcula mediante la siguiente fórmula propuesta por Francou et al 2004: $RG_{jt1-2} = \left(\left(\frac{1}{t_2 - t_1} \right) * \ln \left(\frac{CB_{jt2}}{CB_{jt1}} \right) \right) * 100$ <p>donde</p> <p>RG_{jt1-2} = retroceso del glaciar de una unidad espacial j, entre el tiempo t1 y t2 CB_{jt1} = superficie cubierta de glaciar en la unidad espacial j en el t1 CB_{jt2} = superficie cubierta de glaciar en la unidad espacial j en el t2 t_1 y t_2 = momentos de tiempo t1 y t2</p> <p>No hay categorías oficiales de niveles del indicador, por lo que los municipios son ordenados de acuerdo al valor del indicador y distribuidos en cinco cuantiles (con igual número de municipios en cada uno).</p> |
| Interpretación | A mayor retroceso de glaciares, mayor amenaza en pérdida de servicios ecosistémicos de provisión, regulación y soporte de agua a los sistemas socio-ecológicos de las cuencas correspondientes. |
| Limitaciones | La falta de homogeneidad de la red de monitoreo de referencia nacional aumenta la incertidumbre en las masas de los glaciares. Es necesario aumentar la instrumentación y las observaciones meteorológicas para explicar la influencia de los elementos del clima locales que más inciden en la dinámica glaciar. |
| Referencias | Cogley et al. (2011), Francou y Vincent (2007), Francou et al. (2004) |

2. Indicadores de exposición

Densidad poblacional en municipios con reporte de ETV (malaria + dengue)

| Sectores prioritarios | salud pública | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----------|------------------------------------|----------|--------|------|------------|-------|----------|------|---------|----------|----------|
| Pertinencia | Indicador de exposición, parte del Plan Nacional de Salud Pública, del protocolo de vigilancia en salud pública y del SIVIGILA para orientar estrategias de prevención y control de ETV. Las ETV en Colombia representan un problema prioritario en salud pública debido a la intensa transmisión con tendencia creciente tanto de malaria en sus diversas formas como dengue y dengue grave. Los municipios con alta densidad poblacional presentan generalmente un alto índice de organización lo cual sumado a factores climáticos y socioeconómicos aumentan la vulnerabilidad para la transmisión de estas enfermedades y la posibilidad de reproducción de los vectores. El monitoreo del indicador permite conocer la población expuesta a tales enfermedades, la dinámica de las enfermedades tanto en zonas endémicas como en aquellas donde se presentan brotes, identificar posibles epidemias urbanas y periurbanas y determinar la dinámica interanual de reporte de tales enfermedades. | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Identificar la concentración de la población en zonas con alto riesgo de contraer ETV (malaria + dengue), independientemente de las condiciones geográficas de cada municipio | | | | | | | | | | | | |
| Variables | número total de casos de dengue y malaria reportados, número total de habitantes, área municipal | | | | | | | | | | | | |
| Origen | Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), DANE | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | nacional | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2010 a 2015 | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de medida | habitantes por kilómetros cuadrado | | | | | | | | | | | | |
| Fuente de variables | Registros primarios, registro administrativo (casos de malaria y dengue), límites cartográficos; registros secundarios de información, proyecciones anuales de población a partir de censos de población | | | | | | | | | | | | |
| Actualización | anual | | | | | | | | | | | | |
| Marco conceptual | Las condiciones de alta densidad poblacional, insuficiente infraestructura de saneamiento básico y altos niveles de pobreza, sumadas a los problemas sociales, medioambientales y de salud durante los periodos invernales, facilitan la generación de microclimas aptos para la reproducción de los vectores de las ETV y la persistencia de tales enfermedades. En zonas endémicas por el contrario, se presentan bajas densidades de población y la transmisión de las ETV depende sobretodo de los índices entomológicos y del contagio de otras especies animales que también facilita la persistencia de tales enfermedades. En zonas urbanas y suburbanas la densidad poblacional de moderada a alta representa un factor de riesgo importante para la transmisión de dengue y malaria, especialmente en zonas de urbanización no planificada. | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo | El cálculo se realiza solo para los municipios donde se reportan casos de ETV (malaria y/o dengue). La densidad poblacional se calcula dividiendo la población estimada para cada año por el área total municipal en kilómetros cuadrados. Los municipios se clasifican de acuerdo a las siguientes categorías de densidad poblacional utilizadas en el SIGOT - IGAC: | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>categoría</th> <th>rango habitantes / km²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>muy alta</td> <td>> 1000</td> </tr> <tr> <td>alta</td> <td>101 a 1000</td> </tr> <tr> <td>media</td> <td>51 a 100</td> </tr> <tr> <td>baja</td> <td>11 a 50</td> </tr> <tr> <td>muy baja</td> <td>0.1 a 10</td> </tr> </tbody> </table> | categoría | rango habitantes / km ² | muy alta | > 1000 | alta | 101 a 1000 | media | 51 a 100 | baja | 11 a 50 | muy baja | 0.1 a 10 |
| categoría | rango habitantes / km ² | | | | | | | | | | | | |
| muy alta | > 1000 | | | | | | | | | | | | |
| alta | 101 a 1000 | | | | | | | | | | | | |
| media | 51 a 100 | | | | | | | | | | | | |
| baja | 11 a 50 | | | | | | | | | | | | |
| muy baja | 0.1 a 10 | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación | Cuanto mayor es la densidad de la población, mayor es su exposición a las ETV. | | | | | | | | | | | | |
| Limitaciones | Los datos para el cálculo del indicador están disponibles en los portales de Internet del SIVIGILA y DANE. Los datos no se separan por espacios rurales y urbanos. | | | | | | | | | | | | |
| Referencias | DNP (2014), INS (2014), Ministerio de Salud y Protección Social, INS, OPS (2011a, b), Naciones Unidas (2016) | | | | | | | | | | | | |

Índice Parasitario Anual (IPA) de malaria

| Sectores prioritarios | salud pública | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|-----------|-----------|-------------|-----------|--------------|-------|-------------|-------|------------|---|
| Pertinencia | Indicador de exposición, parte del Plan Nacional de Salud Pública, del protocolo de vigilancia en salud pública y del SIVIGILA para orientar estrategias de prevención y control de esta ETV. El número de casos de malaria está creciendo en zonas que estaban libres de la enfermedad (incluyendo zonas urbanas), con un comportamiento cíclico epidémico de 2 a 7 años relacionado al fenómeno ENOS. Su presencia es mayor en las zonas rurales. Su prevención y tratamiento se relacionan con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 (buena salud, que incluye poner fin a las enfermedades transmisibles para 2030) y 13 (acción climática, que incluye medidas urgentes en las políticas, estrategias y planes nacionales para combatir el cambio climático y sus efectos) (DNP 2014a). Además Colombia participa del Plan de Acción Mundial Contra la Malaria. La enfermedad se puede prevenir mediante acciones individuales o sociales para controlar factores del entorno socioeconómico y la prestación de servicios de salud (MSPS, INS, OPS 2010). | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Identificar el impacto de la expansión de esta ETV en la población (morbilidad). El monitoreo de la IPA malaria muestra la frecuencia y distribución de ocurrencia de la enfermedad, los cambios en sus patrones de ocurrencia y facilita el pronóstico de brotes o epidemias para tomar medidas oportunas. | | | | | | | | | | |
| Variables | casos de malaria y población total | | | | | | | | | | |
| Origen | Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), DANE | | | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | nacional (municipios con territorio a 2,000 msnm o menos) | | | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2010 a 2015 | | | | | | | | | | |
| Unidad de medida | casos confirmados por 1,000 habitantes | | | | | | | | | | |
| Fuente de variables | Registros primarios, registro administrativo (casos de malaria); registros secundarios de información, proyecciones anuales de población a partir de censos de población | | | | | | | | | | |
| Actualización | anual | | | | | | | | | | |
| Marco conceptual | La malaria es una enfermedad infecciosa causada principalmente en Colombia por <i>Plasmodium falciparum</i> , <i>P. vivax</i> y <i>P. malariae</i> . Pueden ocurrir casos de infecciones mixtas, usualmente <i>P. vivax</i> y <i>P. falciparum</i> . La malaria tiene dos formas: malaria no complicada y malaria complicada, esta última asociada a mayor mortalidad. <i>Plasmodium</i> es transmitido principalmente por la picadura de las hembras del mosquito <i>Anopheles</i> . En Colombia se han reportado siete especies de <i>Anopheles</i> . Si bien predominan en tierras bajas, una (<i>A. pseudopunctipennis</i>) llega a los 2,000 msnm. | | | | | | | | | | |
| Cálculo | <p>Proporción simple que toma en cuenta los registros consolidados anualmente de casos confirmados de diferentes tipos de malaria reportados semanalmente por las Unidades Primarias Generadoras de Datos (UPGD) al SIVIGILA. Para cada municipio se calcula anualmente:</p> $IPA \text{ Malaria} = \left(\frac{\text{casos confirmados de malaria}}{\text{población total a riesgo}} \right) \times 1,000$ <p>Los municipios se clasifican de acuerdo a las siguientes categorías (INS 2014):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>categoría</th> <th>rango IPA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>riesgo alto</td> <td>≥ 10</td> </tr> <tr> <td>riesgo medio</td> <td>1 - 9</td> </tr> <tr> <td>riesgo bajo</td> <td>< 1</td> </tr> <tr> <td>sin riesgo</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>El MSPS define la población a riesgo de IPA Malaria como aquella que habita a una altitud $\leq 1,600$ msnm, rango de altitud que se considera propicio para el crecimiento y ciclo de vida de <i>Anopheles</i> (el 85% del territorio nacional está en ese rango de altitud) (Olano et al. 2001). Los datos poblacionales disponibles no discriminan la altura a la cual están los habitantes, por lo que se toma como población a riesgo la población total proyectada para cada año de aquellos municipios que tienen alguna porción de su territorio a 2,000 msnm o menos para incluir el rango de distribución de <i>A. pseudopunctipennis</i>. Se sugiere diferenciar el cálculo del índice en municipios que tienen todo su territorio sobre los 2,000 msnm pues su población no haría parte de la población a riesgo (los casos reportados en estos municipios indican lugar de diagnóstico, no de contagio) pero incluirlos en el monitoreo para detectar eventuales variaciones en la distribución de la enfermedad.</p> | categoría | rango IPA | riesgo alto | ≥ 10 | riesgo medio | 1 - 9 | riesgo bajo | < 1 | sin riesgo | 0 |
| categoría | rango IPA | | | | | | | | | | |
| riesgo alto | ≥ 10 | | | | | | | | | | |
| riesgo medio | 1 - 9 | | | | | | | | | | |
| riesgo bajo | < 1 | | | | | | | | | | |
| sin riesgo | 0 | | | | | | | | | | |
| Interpretación | Cuanto mayor es el valor del indicador, mayor es el impacto de la expansión de la malaria en la salud de la población, mayor su sensibilidad y menor el efecto de las medidas de adaptación (principalmente las relacionadas con el control de la expansión de la enfermedad y contagio). | | | | | | | | | | |
| Limitaciones | En muchos lugares donde hay casos de malaria, no hay puestos de diagnóstico y tratamiento lo que causa subregistro; los casos confirmados son reportados donde se hace el diagnóstico (no donde sucedió el contagio) lo que causa distorsión. Los datos para el cálculo del indicador están disponibles en los portales de Internet del SIVIGILA y DANE. | | | | | | | | | | |
| Referencias | INS (2014); MSPS, INS (2013); MSPS, INS, OPS (2010); Olano et al. (2001); Restrepo (2014) | | | | | | | | | | |

Tasa de Incidencia de Dengue (TID)

| Sectores prioritarios | salud pública | | | | | | | | | | |
|--|---|-----------|-----------|-----------------|---------|-------------|-------------|--------------|----------|-------------|--------|
| Pertinencia | Indicador de exposición, forma parte del Plan Nacional de Salud Pública, del protocolo de vigilancia en salud pública y del SIVIGILA para orientar estrategias de prevención y control de esta ETV. El dengue en el país representa un problema prioritario en salud pública, debido a la reemergencia e intensa transmisión con tendencia creciente, el comportamiento de ciclos epidémicos cada dos o tres años, el aumento en la frecuencia de brotes de dengue grave, la circulación simultánea de diferentes serotipos, la reintroducción del serotipo tres, la infestación por <i>Aedes aegypti</i> de más de 90% del territorio nacional situado por debajo de los 2.200 msnm, la introducción de <i>A. albopictus</i> , y la urbanización de la población por problemas de violencia (Malagón et al. 2011). En Colombia su prevención y tratamiento se relaciona principalmente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 (buena salud, que incluye poner fin a las enfermedades transmisibles para 2030) y 13 (acción climática, que incluye medidas urgentes en las políticas, estrategias y planes nacionales para combatir el cambio climático y sus efectos). | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Identificar el impacto actual de la expansión del dengue en la población (morbilidad). El monitoreo de la TID muestra la dinámica de los vectores en zonas endémicas y de brotes, la población afectada por la patología, y su frecuencia y distribución en las zonas de riesgo; permitiendo identificar cambios en sus patrones de ocurrencia, pronosticar brotes o epidemias en el país y tomar medidas oportunas de adaptación. | | | | | | | | | | |
| VARIABLES | casos de dengue y de dengue grave, población total | | | | | | | | | | |
| Origen | Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), DANE | | | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | nacional (municipios con territorio a 1800 msnm o menos) | | | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2010 a 2015 | | | | | | | | | | |
| Unidad de medida | casos por 100,000 habitantes | | | | | | | | | | |
| Fuente de variables | Registros primarios, registro administrativo (número de casos de dengue y dengue grave); registros secundarios de información, proyecciones anuales de población a partir de censos | | | | | | | | | | |
| Actualización | anual | | | | | | | | | | |
| Marco conceptual | El dengue es una enfermedad viral febril aguda transmitida por la picadura de las hembras infectadas de <i>A. aegypti</i> y <i>A. albopictus</i> , cuya manifestación va de síndrome viral no específico a la muerte. El dengue y el dengue grave se distribuyen en territorios tropicales y subtropicales hasta 1800 msnm. Ha crecido el número de municipios que registran casos de dengue y dengue grave, pasando de 402 municipios con transmisión endémica en 1999 a 621 municipios en 2009. | | | | | | | | | | |
| Cálculo | Proporción simple para cada municipio que toma en cuenta la suma de los registros consolidados anualmente de casos de dengue y dengue grave tomados semanalmente por las UPDG (INS 2014b) y la población de la cabecera (área urbana) del municipio. Para cada municipio se calcula anualmente: | | | | | | | | | | |
| $TID = \left(\frac{\text{casos de dengue} + \text{casos de dengue grave}}{\text{población total cabecera del municipio}} \right) \times 100,000$ | | | | | | | | | | | |
| Los municipios se clasifican de acuerdo a las categorías propuestas por la OPS (2013): | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>categoría</th> <th>rango TID</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>riesgo muy alto</td> <td>> 1,000</td> </tr> <tr> <td>riesgo alto</td> <td>201 - 1,000</td> </tr> <tr> <td>riesgo medio</td> <td>51 - 200</td> </tr> <tr> <td>riesgo bajo</td> <td>0 - 50</td> </tr> </tbody> </table> | | categoría | rango TID | riesgo muy alto | > 1,000 | riesgo alto | 201 - 1,000 | riesgo medio | 51 - 200 | riesgo bajo | 0 - 50 |
| categoría | rango TID | | | | | | | | | | |
| riesgo muy alto | > 1,000 | | | | | | | | | | |
| riesgo alto | 201 - 1,000 | | | | | | | | | | |
| riesgo medio | 51 - 200 | | | | | | | | | | |
| riesgo bajo | 0 - 50 | | | | | | | | | | |
| Interpretación | Cuanto mayor es el valor del indicador, mayor es el impacto de la expansión de los vectores del dengue en la salud de la población, mayor su sensibilidad y menor el efecto de las medidas de adaptación (principalmente las relacionadas con el control de la expansión de la enfermedad y contagio). | | | | | | | | | | |
| Limitaciones | Es posible que haya subregistro de casos de dengue y dengue grave de la población rural dispersa ubicadas en entidades territoriales periféricas. En algunas zonas del país las UPDG no reportan los datos a tiempo. Los datos para el cálculo del indicador están disponibles en el portal de Internet del SIVIGILA. | | | | | | | | | | |
| Referencias | DNP (2014a), INS (2014b), Padilla et al. (2012), Naciones Unidas (2016) | | | | | | | | | | |

Cambio de aptitud climática para los cultivos principales

| | |
|-----------------------|---|
| Sectores prioritarios | agricultura y seguridad alimentaria |
| Pertinencia | Indicador de exposición, forma parte de un proyecto realizado por el Centro de Investigación en Agricultura Tropical (CIAT) para la zona andina de Colombia, Perú y Bolivia. A mediados de siglo se espera más temperatura y más precipitación en la zona andina de Colombia, excepto en la zona norte, donde la precipitación se reduciría. Estos cambios conllevarán cambios en la aptitud de los diferentes municipios para sostener sus principales cultivos. La proyección de estos cambios puede servir de punto de partida para identificar medidas de adaptación del sector. |
| Objetivo | Identificar los efectos de los cambios de temperatura y precipitación en la distribución de cultivos más representativos del país. |
| Variables | porcentaje de pérdida de área agrícola |
| Origen | CIAT |
| Cobertura geográfica | nacional (municipios de la zona andina) |
| Cobertura temporal | 1960 - 2000 (periodo de referencia) / 2041-2060 (2050s, periodo de la proyección) |
| Unidad de medida | porcentaje (%) |
| Fuente de variables | Registros secundarios de información, proyecciones de cambio de aptitud climática |
| Actualización | No determinada |
| Marco conceptual | CIAT usó el modelo Ecocrop y parámetros de cultivos prioritarios para la zona andina (aguacate Lorena, aguacate Hass, arveja, cacao, café arábica, caña de azúcar, caña panelera, cítricos, frijol andino, maíz tradicional, maíz tecnificado, mango, papa, plátano, tomate de árbol, yuca y tomate chonto) para determinar la respuesta de estos cultivos a cambios en la precipitación y la temperatura. El cálculo de aptitud climática se hace para el periodo de referencia (últimas décadas del siglo pasado y los 2050s y considera la distribución actual de los cultivos, según los registros de Agronet. La modelación de la aptitud climática para los 2050s emplea 19 modelos climáticos globales de del escenario A2 del cuarto informe de evaluación del IPCC, mientras que la del periodo de referencia utiliza WorldClim. |
| Cálculo | Para cada municipio, proporción de área agrícola de todos los cultivos analizados que se perdería por cambio climático (APCP), según la siguiente fórmula: $APCP = \left(\frac{\text{suma de áreas de pérdida de aptitud estimada para el 2050}}{\text{suma de áreas sembradas en 2010}} \right) \times 100$ |
| Interpretación | No hay categorías oficiales de niveles de cambio de aptitud para los cultivos principales, por lo que los municipios son ordenados de acuerdo al valor del indicador y distribuidos en cinco cuantiles (con igual número de municipios en cada uno). Cuanto mayor es el valor del indicador, mayor es la exposición de las combinaciones de cultivos actuales a los efectos del cambio climático. |
| Limitaciones | La información de cambio de aptitud debe solicitarse al CIAT por medio de un acuerdo interinstitucional. |
| Referencias | CIAT (2013); CIAT, REGATTA, PNUMA (2014); DNP (2012); MADR (2016) |

3. Indicadores de sensibilidad

Tasa de cambio de cobertura arbórea (deforestación y regeneración)

| | |
|-----------------------|---|
| Sectores prioritarios | biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos, agua para uso humano, hidroenergía, ciudades, vías terrestres |
| Pertinencia | Indicador de sensibilidad. Contribuye a priorizar acciones de manejo en áreas donde las coberturas de bosque están disminuyendo o recuperándose emitir lineamientos de política y establecer áreas prioritarias para la conservación. Perteneció al grupo de Indicadores Mínimos Ambientales (Resolución 0643 de 2004) se reporta a CMNUCC y a FAO. |
| Objetivo | Identificar las áreas del país donde hay se están dando procesos acelerados y significativos de pérdida o recuperación de cobertura vegetal natural. |
| VARIABLES | área (km ²) de territorio cubierta por bosque en diferentes momentos de tiempo |
| Origen | IDEAM, Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | 2000 - 2014. El IDEAM genera mapas "bosque – no bosque anualmente, pero el cálculo consideró el periodo de tiempo 2000-2014 para considerar una tendencia de deforestación o regeneración de la cobertura natural. |
| Unidad de medida | porcentaje (%) |
| Fuente de variables | Registro primario de información a partir de teledetección. |
| Actualización | Anual |
| Marco conceptual | En Colombia, como en otros países de América Latina y el Caribe, hay importantes procesos de deforestación por expansión de frontera agrícola, pero las tendencias de migración a las ciudades y reducción de la densidad poblacional en las zonas rurales en algunos casos ha dado lugar a procesos de abandono de tierras agrícolas y regeneración de la cobertura vegetal. La tasa de deforestación (TD) es la variación negativa de la superficie cubierta por bosque natural, en una determinada unidad espacial de referencia, entre dos instantes de tiempo (t1 y t2), mientras que la tasa de regeneración (TR) es la variación positiva. Se asumen las siguientes definiciones provistas por Cabrera et al (2011): i) deforestación: conversión directa y/o inducida de la cobertura boscosa a otro tipo de cobertura durante un periodo de tiempo determinado; ii) bosque natural: conjunto de comunidades vegetales dominadas por árboles con altura mínima de 5 metros, densidad de copas superior al 30% y extensión mínima de 1 ha. Incluye bosques abiertos/densos, fragmentados, de galería o rípiarios y manglares. Excluye coberturas arbóreas no naturales como plantaciones forestales, rodales sembrados para la producción agrícola (árboles frutales u otros cultivos permanentes), árboles en sistemas agroforestales y las áreas de vegetación secundaria; iii) no bosque: coberturas distintas a las de bosque natural; iv) bosque estable: superficie que habiendo estado cubierta por bosque natural en el momento de tiempo t1 permanece cubierta por bosque natural en el momento de tiempo t2, v) no bosque estable: superficie que habiendo presentado coberturas distintas a la de bosque natural en el momento de tiempo t1 permanece con dichas coberturas en el momento de tiempo t2; vi) regeneración: superficie con coberturas distintas a la de bosque natural en el momento de tiempo t1, que en el t2 presenta cobertura de bosque natural; vii) sin información: superficie que en el momento de análisis t1, t2 o ambos no fue posible interpretar debido a la presencia de nubes, sombras o vacíos en la imagen de satélite. |
| Cálculo | <p>Los productos de información utilizados como fuente han sido desarrollados para una escala de trabajo 1:100.000, para los momentos de tiempo 1990, 2000, 2005, 2010 y 2014. Los datos correspondientes a la superficie cubierta por bosque y no bosque para los años 1990, 2000, 2005, 2010, 2012, 2013, 2014 fueron calculados a partir de las imágenes de mediana resolución (+/- 30m) obtenidas para los siguientes periodos respectivamente: 1987 - 1993, 1998 – 2003, 2004 – 2008, 2009 – 2010, 2011- 2012, 2012-2013 y 2013-2014. Para el cálculo del indicador se emplea la ecuación propuesta por Puyravaud (2003) usada ampliamente a nivel internacional:</p> $TV_{jt1-2} = \left\{ \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \right) * \ln \frac{SCBE_{jt2}}{SCB_{jt1}} \right\}$ <p>donde:</p> <p>TV_{jt1-2} = Tasa de variación de la cobertura vegetal de la unidad espacial de referencia j, entre los momentos del tiempo t1 y t2.</p> <p>SCB_{jt1} = Superficie cubierta con bosque natural en la unidad espacial de referencia j en t1.</p> <p>SCBE_{jt2} = Superficie de la unidad espacial de referencia j que habiendo estado cubierta por bosque natural en t1 permanece cubierta por bosque natural en t2.</p> <p>t1 y t2 = Momentos de tiempo t1 y t2.</p> <p>No hay categorías oficiales de niveles de deforestación, por lo que los municipios son ordenados de acuerdo al valor del indicador y distribuidos en cinco cuantiles (con igual número de municipios en cada uno) de deforestación y cinco cuantiles de regeneración.</p> |
| Interpretación | Cuanto mayor es la tasa de deforestación, mayor es la sensibilidad de la vegetación remanente y de los servicios que provee a eventos extremos como sequías y otros procesos relacionados con el cambio climático. Se asume lo inverso para la tasa de regeneración. |
| Limitaciones | Las imágenes disponibles no permiten análisis muy detallados. Para comparar la superficie cubierta por bosque natural en dos momentos del tiempo es necesario excluir la superficie sin información |

para asegurar que la comparación sea consistente.

Referencias

Aide et al. (2013) Cabrera et al (2011), CEPAL (2007), Quiroga (2005), Puyravaud (2003)

Susceptibilidad de la vegetación natural a incendios

| | |
|-----------------------|--|
| Sectores prioritarios | biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos |
| Pertinencia | Indicador de sensibilidad. Contribuye a priorizar acciones de manejo en áreas donde las coberturas de bosque están sujetas a incendios, asumiendo que la mayoría de estos son causados por prácticas humanas. |
| Objetivo | Establecer el nivel de susceptibilidad a incendios, con base en el cálculo de la susceptibilidad a incendios de las coberturas vegetales del territorio nacional. |
| Variables | área (km ²) de territorio bajo diferentes niveles de susceptibilidad de la vegetación a incendios |
| Origen | IDEAM |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | 2009 |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de variables | Registro secundario de información a partir de análisis cartográfico y medición de niveles de combustión de diferentes coberturas vegetales del país. |
| Actualización | No determinada. |
| Marco conceptual | La susceptibilidad a incendios es una característica intrínseca de la vegetación dada principalmente por la cantidad de combustible disponible, su disposición y el grado de combustibilidad que posee, que les brindan cierto grado de probabilidad tanto de sufrir daños como de resistir y de recuperarse de incendio (IDEAM 2009). Esta fuente presenta una calificación de los factores de mayor relevancia que caracterizan la condición pirogénica y que tienen una alta importancia en el establecimiento de la susceptibilidad. Los factores incluidos en este procedimiento fueron calificados en un rango de 1 a 5, otorgándole los mayores valores a aquellos factores que inducen a que exista una mayor susceptibilidad. |
| Cálculo | Para cada municipio, la media ponderada de los valores de susceptibilidad asignados a las categorías definidas por IDEAM (2009, escala 1:500,000), por la proporción del área municipal que abarcan. La fórmula de cálculo es: |

$$SIVN = \sum^n (sinv_i * x_i)$$

donde:

SINV = media ponderada de los niveles de susceptibilidad a incendios de la vegetación natural en el municipio

sinv_i = valor de riesgo asignado a la categoría correspondiente

x_i = proporción del área del municipio en el rango de riesgo correspondiente

| rango de nivel de susceptibilidad (categorías) | valor de categoría asignado | nivel de susceptibilidad |
|--|-----------------------------|--------------------------|
| 4.6 - 5.0 | 5 | muy alta |
| 3.6 - 4.5 | 4 | alta |
| 2.6 - 3.5 | 3 | moderada |
| 1.6 - 2.5 | 2 | baja |
| 1.0 - 1.5 | 1 | muy baja |

| | |
|----------------|---|
| Interpretación | Cuanto mayor es el grado de susceptibilidad a incendios, mayor es la sensibilidad de su vegetación y de los servicios que provee a eventos extremos como sequías y otros procesos relacionados con el cambio climático. |
| Limitaciones | La escala espacial es gruesa (1:500.000) |
| Referencias | IDEAM (2011); IDEAM, CONIF (2009) |

Riesgo de colapso de ecosistemas terrestres

| Sectores prioritarios | biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------------------------|--------------------------|-----------|---|----------------|-----------|---|------------|-----------|---|------------|-----------|---|-------------------|
| Pertinencia | Indicador de sensibilidad. Contribuye a priorizar acciones de manejo en áreas donde las coberturas de ecosistemas sujetas a presiones antrópicas y por ende más sensibles a los efectos del cambio climático | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Señalar el riesgo de colapso de los ecosistemas terrestres de Colombia, como consecuencia de la combinación de procesos que causan su pérdida, fragmentación y degradación. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables | área de ecosistemas por municipio bajo diferentes categorías de riesgo | | | | | | | | | | | | | | | |
| Origen | Pontificia Universidad Javeriana, Departamento Ecología y Territorio | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | nacional | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2015 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de medida | adimensional | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente de variables | Registro primario de información, teledetección | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actualización | No determinada. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marco conceptual | La Lista Roja de Ecosistemas desarrollada por la Unión para la Conservación de la Naturaleza (UICN) evaluar el estatus de ecosistemas a nivel local, nacional, regional o global usando estas categorías: baja preocupación (LC), casi amenazada (NT), vulnerable (VU), en peligro (EN) riesgo crítico (RC), y colapso (CO, equivalente a la extinción de especies. El protocolo comprende cinco criterios para la evaluación y categorización: los dos primeros se refieren a cambios espaciales de los ecosistemas: disminución de la distribución geográfica (A) y distribución geográfica restringida (B); otros dos evalúan la funcionalidad: degradación ambiental (C) y pérdida de procesos e interacciones bióticas como polinización (D). El último criterio es un análisis cuantitativo e integrado de diferentes amenazas, síntomas y sus interacciones para estimar la probabilidad de colapso del ecosistema (E). La metodología de evaluación está explicada en detalle en la publicación de Bland et al. (2015). | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo | Para cada municipio, la media ponderada de los valores de riesgo de colapso de los ecosistemas, por la proporción del área municipal que abarcan. La fórmula de cálculo es: $CEE = \sum^n (rc_i * x_i)$ <p>donde:</p> <p>CEE = media ponderada de los niveles de riesgo de colapso de los ecosistemas terrestres en el municipio</p> <p>rc_i = valor de riesgo de colapso asignado a la categoría correspondiente</p> <p>x_i = proporción del área del municipio en el rango de riesgo de colapso correspondiente</p> <table border="1" data-bbox="437 1245 1225 1447"> <thead> <tr> <th>rango de nivel de susceptibilidad (categorías)</th> <th>valor de categoría asignado</th> <th>nivel de susceptibilidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.6 - 4.0</td> <td>4</td> <td>riesgo crítico</td> </tr> <tr> <td>2.6 - 3.5</td> <td>3</td> <td>en peligro</td> </tr> <tr> <td>1.6 - 2.5</td> <td>2</td> <td>vulnerable</td> </tr> <tr> <td>1.0 - 1.5</td> <td>1</td> <td>baja preocupación</td> </tr> </tbody> </table> | rango de nivel de susceptibilidad (categorías) | valor de categoría asignado | nivel de susceptibilidad | 3.6 - 4.0 | 4 | riesgo crítico | 2.6 - 3.5 | 3 | en peligro | 1.6 - 2.5 | 2 | vulnerable | 1.0 - 1.5 | 1 | baja preocupación |
| rango de nivel de susceptibilidad (categorías) | valor de categoría asignado | nivel de susceptibilidad | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.6 - 4.0 | 4 | riesgo crítico | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.6 - 3.5 | 3 | en peligro | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 - 2.5 | 2 | vulnerable | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 - 1.5 | 1 | baja preocupación | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación | Cuanto peor es el estatus de los ecosistemas de un municipio, mayor es su sensibilidad y la de los servicios que provee a eventos extremos como sequías y otros procesos relacionados con el cambio climático. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limitaciones | La primera versión de la categorización de la lista roja de ecosistemas se desarrolló para ecosistemas terrestres. La evaluación del riesgo de colapso de los ecosistemas terrestres de Colombia se basó en el mapa potencial de ecosistemas de Colombia propuesto por Etter et al. 2007. Dado que es un ejercicio de avance en la evaluación del riesgo de extinción de los ecosistemas de Colombia solo se aplicaron los criterios A, B y C propuestos por la UICN. | | | | | | | | | | | | | | | |
| Referencias | Bland et al. (2016), Etter et al. (2007), MAVDT (2010b), Presidencia de la República de Colombia (1974) | | | | | | | | | | | | | | | |

Susceptibilidad a eventos de remoción de masa

| Sectores prioritarios | ciudades, infraestructura (vías terrestres) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|-----------------------------|--|-----------|---|------|-----------|---|-------|-----------|---|------|
| Pertinencia | Indicador de sensibilidad. La delimitación de áreas predispuestas a los eventos de remoción en masa por sus características naturales y antrópicas es una señal a tener en cuenta para realizar acciones de prevención. | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Identificar el nivel de sensibilidad de un territorio a los eventos de remoción de masa. El mapa fuente elaborado por el SGN no incluye factores climáticos por lo que no se considera un indicador de amenaza. | | | | | | | | | | | | |
| VARIABLES | categorías de amenaza de remoción en masa | | | | | | | | | | | | |
| Origen | Servicio Geológico Nacional, Sistemas de Información de Movimientos en Masa | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | nacional | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2015 | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de medida | adimensional | | | | | | | | | | | | |
| Fuente de las variables | Registro primario de información: teledetección; registro secundario de información: modelos de elevación digital. | | | | | | | | | | | | |
| Actualización | No determinada | | | | | | | | | | | | |
| Marco conceptual | La predisposición del terreno a la inestabilidad está directamente relacionada con las características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas de las laderas, pero hay factores condicionales relacionados con la intervención antrópica. La remoción en masa es el resultado de la modificación de las condiciones naturales de las características geológicas, hidrológicas y geomorfológicas de un territorio, debido a procesos geodinámicos, vegetación, uso de la tierra, actividad humana junto con la frecuencia e intensidad de las precipitaciones y la sismicidad. | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo | Para cada municipio, la media ponderada de los valores asignados a los niveles de susceptibilidad a eventos de remoción de masa definidos por el Servicio Geológico Colombiano (2015, escala 1:100,000), por la proporción del área municipal que abarcan. La fórmula de cálculo es: <div style="text-align: center;"> $RM = \sum^n (rm_i * x_i)$ </div> <p>donde:</p> <p>RM = media ponderada de los valores asignados a cada nivel de susceptibilidad a eventos de remoción de masa en el municipio</p> <p>rm_i = valor del nivel de susceptibilidad a eventos de remoción de masa asignado a la categoría correspondiente</p> <p>x_i = proporción del área del municipio en el nivel de susceptibilidad correspondiente</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>rango del nivel de susceptibilidad (categorías)</th> <th>valor de categoría asignado</th> <th>nivel de susceptibilidad a eventos de remoción de masa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.6 - 3.0</td> <td>3</td> <td style="background-color: red; color: white; text-align: center;">alto</td> </tr> <tr> <td>1.6 - 2.5</td> <td>2</td> <td style="background-color: yellow; text-align: center;">medio</td> </tr> <tr> <td>1.0 - 1.5</td> <td>1</td> <td style="background-color: green; text-align: center;">bajo</td> </tr> </tbody> </table> | rango del nivel de susceptibilidad (categorías) | valor de categoría asignado | nivel de susceptibilidad a eventos de remoción de masa | 2.6 - 3.0 | 3 | alto | 1.6 - 2.5 | 2 | medio | 1.0 - 1.5 | 1 | bajo |
| rango del nivel de susceptibilidad (categorías) | valor de categoría asignado | nivel de susceptibilidad a eventos de remoción de masa | | | | | | | | | | | |
| 2.6 - 3.0 | 3 | alto | | | | | | | | | | | |
| 1.6 - 2.5 | 2 | medio | | | | | | | | | | | |
| 1.0 - 1.5 | 1 | bajo | | | | | | | | | | | |
| Interpretación | Cuanto mayor es el nivel de susceptibilidad a eventos de remoción de masa, mayor la amenaza (distribución lineal) | | | | | | | | | | | | |
| Limitaciones | Datos disponibles y de libre acceso. | | | | | | | | | | | | |
| Referencias | Servicio Geológico Colombiano (2015) | | | | | | | | | | | | |

Conflicto de uso del territorio

| | |
|-----------------------|---|
| Sectores prioritarios | biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos |
| Pertinencia | Indicador de sensibilidad. El Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018 establece que en las áreas delimitadas como páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias ni de exploración o explotación de recursos naturales no renovables (artículo 173) y que el MADR, con el apoyo de Corpoica y la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios, en coordinación con el DNP, el MADS y con los gremios del sector agropecuario y en el marco de la estrategia de crecimiento verde, implementará el Programa Nacional de Reconversión Pecuaria Sostenible, tendiente a la reconversión productiva de las áreas dedicadas a la ganadería extensiva que presentan conflicto en el uso del suelo de acuerdo con su vocación (artículo 249). |
| Objetivo | Mostrar la proporción de la superficie municipal con discrepancia entre el uso que se hace actualmente del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones. |
| Variables | área de territorio bajo diferentes tipos de conflicto |
| Origen | IGAC, Subdirección de Geografía y Cartografía |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | 2012 |
| Unidad de medida | porcentaje (%) |
| Fuente de variables | Registro secundario de información: análisis cartográfico |
| Actualización | No determinada. |
| Marco conceptual | <p>El estudio de conflictos de uso del territorio colombiano (IGAC et al. 2012) identifica la oferta ambiental de las tierras, en términos de sus características físicas, bióticas y ambientales y la demanda existente, en términos de las coberturas naturales y los usos asignados. La definición de conflicto adoptada en dicho estudio es: <i>Los conflictos de uso resultan de la discrepancia entre el uso que hace el ser humano del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones ambientales (ecológicas, culturales, sociales y económicas)</i>”; también se define por <i>“el grado de armonía que existe entre la conservación de la oferta ambiental y el desarrollo sostenible del territorio”</i>; corresponde a la concordancia entre el uso y las potencialidades ecosistémicas.</p> <p>La oferta considera las áreas de conservación y protección ambiental; producción agrícola, ganadera y explotación de recursos naturales; susceptibilidad y amenazas, y las de patrimonio cultural de la nación. La demanda considera las principales coberturas vegetales y los usos predominantes en el proceso de explotación y ocupación del territorio, los resguardos indígenas, territorios de comunidades afro-descendientes y reservas campesinas, y en general, las relaciones funcionales del territorio y su división por regiones y subregiones por conglomerados productivos. Cuando no hay conflictos de uso o en uso adecuado la oferta ambiental dominante está acorde con la demanda de la población; el conflicto de uso por subutilización ocurre cuando la demanda es menos intensa que la capacidad productiva; la sobreutilización ocurre cuando se hace un aprovechamiento intenso de la base natural de recursos, sobrepasando su capacidad natural productiva. Los conflictos por usos inadecuados ocurren en los páramos que deben ser protegidos y que se encuentran utilizados por actividades agropecuarias de extracción, y pueden afectar la sostenibilidad en grado severo de los recursos naturales renovables como el agua y el suelo.</p> |
| Cálculo | <p>Para cada municipio, porcentaje del área con conflicto de uso:</p> <p>Para cada municipio, el porcentaje del área bajo conflicto de uso según cartografía preparada por IGAC et al. (2012, escala 1:100,000), por la proporción del área municipal que abarcan. La fórmula de cálculo es:</p> $\% \text{ territorio con conflicto de uso} = \left(\frac{\text{área con conflicto}}{\text{área total}} \right) * 100$ <p>No hay categorías oficiales de niveles del indicador, por lo que los municipios son ordenados de acuerdo al valor del indicador y distribuidos en cinco cuantiles (con igual número de municipios en cada uno).</p> |
| Interpretación | Cuanto mayor es el porcentaje de territorio con conflicto de uso, mayor es la sensibilidad del municipio a eventos extremos y otros procesos relacionados con el cambio climático. |
| Limitaciones | La información cartográfica la solicita una entidad pública al IGAC a través de convenio interinstitucional, detallando objetivo y usos. El uso de los archivos se restringe por cláusula de uso según la solicitud realizada. El mapa original está a escala 1:100.000, la aproximación a la proporción del territorio municipal es solamente indicativa. |
| Referencias | Congreso de Colombia (2015), DNP (sin fecha), IGAC, CORPOICA (2002), IGAC et al. (2012) |

Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)

| | |
|-----------------------|--|
| Sectores prioritarios | salud pública, ciudades |
| Pertinencia | Indicador de sensibilidad. El IPM ayuda a priorizar las acciones del gobierno nacional para la reducción de la pobreza y la promoción del empleo y la equidad, y por lo tanto disminuir la sensibilidad de la población ante los eventos extremos y el cambio climático. El Plan Nacional de Desarrollo (DNP 2015) se plantean, entre otras, las siguientes metas respecto las variables que componen el indicador: erradicar la pobreza extrema en 10 años, reducir la pobreza monetaria de 30,6 (2013) a 24,5 (2018), reducir la desigualdad (GINI) de 054 en 2013 a 052 en 2018, disminuir la tasa de desempleo de 9,6% en 2013 a 7,6% en 2018, reducir la proporción de hogares en condiciones de déficit cualitativo de vivienda de 11,5% en 2013 a 11% en 2018, aumentar el número de personas con acceso a agua potable y a una solución de alcantarillado de 41.877 en 2013 a 44.477 en 2018, y de 39.469 en 2013 a 42.369 en 2018 respectivamente |
| Objetivo | Mostrar las condiciones de vida de la población ligadas al desempeño de los diferentes sectores sociales. |
| Variables | logro educativo, alfabetismo, asistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, tasa de dependencia económica, empleo informal, aseguramiento en salud, barreras de acceso a servicio de salud, acceso a fuente de agua mejorada, eliminación de excretas, pisos, paredes exteriores, hacinamiento crítico |
| Origen | DANE, Dirección de Censos y Demografía |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | 2005 |
| Unidad de medida | porcentaje (%) |
| Fuente de variables | Registros primario de información: censo |
| Actualización | cada diez años |
| Marco conceptual | El IPM refleja el grado de privación de las personas en un conjunto de dimensiones. La propuesta de IPM desarrollada por el Departamento Nacional de Planeación para Colombia está conformada 5 dimensiones y 15 variables (ver cálculo del indicador). |
| Cálculo | Para cada municipio, proporción de población conformada por personas multidimensionalmente pobres. |

$$IPM = \left(\frac{\text{personas multidimensionalmente pobres}}{\text{población total}} \right)$$

Una persona está en condición de pobreza multidimensional si enfrenta carencias en por lo menos 33,3% de las 15 variables, teniendo en cuenta el peso asignado a cada una:

| dimensiones | variable | indicador | peso (%) |
|--|---|--|----------|
| Condiciones educativas (hogar) | logro educativo | años de escolaridad promedio de las personas de 15 años y más | 10 |
| | alfabetismo | % de personas del hogar de 15 años y más que saben leer y escribir | 10 |
| Condiciones de la niñez y juventud (hogar) | asistencia escolar | % de niños entre 6 y 16 años que asisten al colegio | 5 |
| | rezago escolar | % de niños entre 7 y 17 años sin rezago escolar (según la norma nacional) | 5 |
| | acceso a servicios para el cuidado de la 1ra infancia | % de niños de 0 a 5 años con acceso simultaneo a salud, nutrición y educación inicial | 5 |
| | trabajo infantil | % de niños entre 12 y 17 años que se encuentra por fuera del mercado laboral | 5 |
| Trabajo (hogar) | dependencia económica | relación del total de personas y el número de personas ocupadas en el mismo | 10 |
| | empleo formal | % PEA ocupados con afiliación a pensiones | 10 |
| Salud (hogar) | aseguramiento en salud | % miembros, mayores de 5 años, asegurados a Seguridad Social en Salud | 10 |
| | acceso a servicio de salud | % de personas que acceden a servicio institucional de salud ante una necesidad sentida en los últimos 12 meses | 10 |
| Acceso servicios públicos domiciliarios y condiciones (vivienda) | acceso a fuente de agua mejorada | Se considera en privación si no tiene servicio público de acueducto (urbano) o cuando obtiene el agua para preparar alimentos de pozo, agua lluvia, río, manantial, carro tanque, aguatero u otra fuente (rural) | 4 |

| | | | |
|--|--------------------------------|---|---|
| | eliminación de excretas | Se considera en privación si no tiene servicio público de alcantarillado (urbano) o si tiene inodoro sin conexión letrina, bajar o no tiene servicio sanitario (rural) | 4 |
| | pisos inadecuados | Se considera en privación si el piso es de tierra. | 4 |
| | paredes exteriores inadecuadas | Se considera en privación si el material de las paredes exteriores es madera burda, tabla, tablón (urbano), guadua, otro vegetal zinc, tela, cartón, desechos o ni tiene paredes (urbano y rural) | 4 |
| | hacinamiento crítico | relación de personas por cuarto para dormir excluyendo cocina, baño y garaje e incluyendo sala y comedor | 4 |

Los municipios son ordenados de acuerdo al valor de su IPM y distribuidos en cinco cuantiles (con igual número de municipios en cada uno).

| | |
|----------------|--|
| Interpretación | Cuanto mayor el IPM, mayor es el número de personas en condición de pobreza multidimensional y por lo tanto, mayor su sensibilidad a los cambios provocados por el cambio climático. |
| Limitaciones | El cálculo del indicador para todos los municipios del país depende de la realización del Censo Nacional de Población, actualmente solo se cuentan con los datos del último censo que fue realizado en el año 2005. Existe un cálculo anual del IPM que se realiza para las regiones y principales dominios del país a partir de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (DNP 2011); sin embargo el muestreo es insuficiente para calcular el índice a nivel municipal. El indicador debe calcularse separadamente para la población rural y para la población urbana, ya que pueden existir profundas diferencias entre ambos grupos de poblaciones en un mismo municipio. |
| Referencias | Estrada y Moreno (2014), DNP (sin fecha), DNP (2011) |

Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH)

| | |
|-----------------------|--|
| Sectores prioritarios | agua (oferta hídrica) |
| Pertinencia | Indicador de sensibilidad. Forma parte del Sistema de información del Recurso Hídrico (SIRH). Está relacionado con el primer objetivo de la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT 2010a) Conservar los ecosistemas naturales y procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua en el país. La capacidad de regulación de una cuenca está relacionado con las características biofísicas de la misma: topografía, geología, suelos, vegetación y clima. El índice puede contribuir a identificar las estrategias que permitan mantener, conservar y preservar el suministro hídrico a través de la reglamentación y la implementación de medidas que conlleven a una mejor utilización de la tierra y el agua (como incentivos, planificación, estímulo de soluciones locales o tradicionales, protección de riberas, recuperación de la forma natural de los canales fluviales). |
| Objetivo | Establecer el régimen hidrológico de las cuencas y la disponibilidad de agua a lo largo del tiempo en ellas, mostrar la capacidad de las cuencas para mantener un régimen de caudales producto de la interacción del sistema suelo-vegetación con las condiciones climáticas y con las características físicas y morfométricas de la cuenca (IDEAM 2010). |
| Variables | volumen de caudales diarios y medios |
| Origen | IDEAM, Subdirección de Hidrología |
| Cobertura geográfica | nacional (por SZH) |
| Cobertura temporal | 2014 |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de variables | Registros secundarios de información, estimaciones de volumen de caudal a partir de datos de estaciones de monitoreo |
| Actualización | cada cuatro años |
| Marco conceptual | Las curvas de diferencias integrales representan un balance de masa en el tiempo que permite analizar el régimen hidrológico e identificar el cambio de régimen a partir de las series de caudal. “Este balance muestra la dinámica de rachas de incrementos positivos o negativos cuya secuencialidad conforma los ciclos de humedad que caracterizan el régimen hidrológico de cada cuenca. Estas curvas muestran la persistencia de los incrementos de caudales en las series registradas en las estaciones hidrológicas (IDEAM 2011a). |
| Cálculo | Relación del área parcial bajo la línea del caudal promedio de la serie de caudales diarios y del área total bajo la misma curva de frecuencias acumulada de caudales. |

$$IRH = \left(\frac{V_p}{V_t} \right)$$

Donde

V_p: volumen representado por el área bajo la línea de caudal medio en la curva de duración de caudales diarios

V_t: volumen total representado bajo el área bajo la curva de duración de caudales diarios.

Detalles sobre la construcción de la curva de duración de caudales y otros aspectos del cálculo del indicador se muestran en IDEAM (2010). Las SZH se clasifican de acuerdo a estos valores establecidos por la misma institución:

| categoria | rango IRH |
|-----------|-------------|
| muy bajo | < 0.50 |
| bajo | 0.50 – 0.65 |
| medio | 0.65 – 0.75 |
| alto | 0.75 – 0.85 |
| muy alto | > 0.85 |

| | |
|----------------|---|
| Interpretación | Este índice se mueve en el rango entre 0 y 1, siendo los valores más bajos los que se interpretan como de menor regulación (IDEAM 2010). |
| Limitaciones | La información para el cálculo de la disponibilidad de agua proviene principalmente de la red de monitoreo de referencia nacional del IDEAM, aunque hay aportes de las redes regionales de monitoreo de las autoridades ambientales (CAR, AAU, PNN), de empresas de servicios de agua potable como EPM y EAAB, y de concesiones de requerimientos hídricos (IDEAM 2015). Esto, sumado a la que la cartografía básica del IGAC tiene diferentes escalas de referencia, hace que los datos no sean homogéneos para todo el país. Las estaciones deben tener una serie mínima de 15 años de datos. |
| Referencias | IDEAM 2010, 2011b, 2015; MADS 2014, MAVDT 2010 |

Densidad de Población Urbana (DPU)

| | |
|-----------------------|---|
| Sectores prioritarios | ciudades |
| Pertinencia | Indicador de sensibilidad. La DPU se relaciona con la demanda de agua, alimentos, infraestructura, zonas verdes, servicios públicos domiciliarios, vivienda y transporte masivo, entre otros. También se relaciona con la generación y manejo de residuos sólidos y líquidos, gases de efecto invernadero, contaminación acústica y otros problemas ambientales. En todo lo anterior influyen tanto las limitaciones topográficas, así como los procesos de planificación y desarrollo urbano. El monitoreo de la DPU en el contexto de la variabilidad y el cambio climático permite a las administraciones tener información oportuna y útil para: (i) prevenir y atender desastres generados por eventos como inundaciones, sequías y remociones en masa; (ii) cubrir servicios públicos; (iii) abastecer de alimentos, agua potable, manufacturas, etc.; (iv) manejar residuos sólidos y líquidos; (v) reducir la contaminación; y (v) evaluar el modelo espacial-funcional de la ciudad. Adicionalmente, monitorea el modelo de ciudad (compacta o extensa) que se desarrolla y cómo este responde o no a los planes de ordenamiento territorial, y a los lineamientos de política relacionados con el desarrollo urbano establecidos desde el nivel nacional. |
| Objetivo | Mostrar las condiciones de densidad urbana como parte de la evaluación de oportunidades para la implementación de medidas de adaptación preventivas. |
| Variables | habitantes por localidad o comuna, área de la localidad o comuna |
| Origen | alcaldías |
| Cobertura geográfica | Bogotá y Cali |
| Cobertura temporal | 2005 y 2015 |
| Unidad de medida | número de habitantes por hectárea de área urbana (localidad o comuna) |
| Fuente de variables | Registro primario de información: límites cartográficos de las áreas urbanas, registro secundario de información: estimaciones de población |
| Actualización | No determinada |
| Marco conceptual | El debate entre ciudad compacta de alta densidad y ciudad extensa de baja densidad sigue vigente: el primer modelo se basa en edificios en altura que da prelación al transporte público y a la utilización intensiva de las infraestructuras y dotaciones públicas y, el segundo se basa en transporte privado sobre una red de autopistas y una continua extensión de las redes de servicios públicos. Las exigencias recientes de un desarrollo sostenible, que consuma menos recursos naturales y produzca menos impactos negativos en el medio ambiente ha privilegiado la ciudad densa y compacta como modelo recomendable para la ciudad del futuro, modelo asumido por el país desde hace más de una década. Sin embargo, una alta densidad de población y por ende, una alta ocupación del suelo, puede hacer difícil la implementación de medidas preventivas como la instalación de áreas verdes como zonas de infiltración de escorrentía (Carter et al 2015). De hecho los planes de ordenamiento territorial de Bogotá y Cali promueven la adopción de instrumentos y mecanismos que permitan que los proyectos de densificación o renovación estén coordinados (funcional y financieramente) con acciones tendientes a mejorar la estructura pública, evitando la generación de externalidades negativas sobre el funcionamiento de la ciudad. |
| Cálculo | Para las áreas urbanas de cada municipio (localidades o comunas) se calcula el indicador mediante la siguiente fórmula: $DPU = \left(\frac{\text{habitantes en la zona urbana}}{\text{área de suelo urbano (ha)}} \right)$ |
| | Las unidades de análisis son ordenadas de acuerdo al valor de su DPU y distribuidas en cinco cuantiles (con igual número de unidades en cada uno). |
| Interpretación | Cuanto mayor la DPU, mayor la sensibilidad de la población a los efectos de eventos extremos. |
| Limitaciones | El cálculo de la densidad para 2015 se basa en proyecciones de población a partir del Censo Nacional 2005. La información se encuentra en los portales de internet de la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá y del Departamento Administrativo de Planeación Municipal de Cali, pero no se ha verificado su disponibilidad para los principales centros urbanos de todo el país |
| Referencias | Alcaldía de Santiago de Cali (2014), Alcaldía Mayor de Bogotá (2010), Carter et al. (2015), DNP (2004b) |

4. Indicadores de capacidad adaptativa

Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)

| | |
|-------------------------|--|
| Sectores prioritarios | biodiversidad terrestre y servicios ecosistémicos |
| Pertinencia | <p>Indicador de capacidad adaptativa. La conservación de porciones representativas de los ecosistemas promueve su conectividad y otras condiciones para su adaptación a largo plazo al cambio climático, y así reducir los efectos negativos del cambio climático sobre la provisión de servicios ecosistémicos.</p> <p>Este indicador está relacionado con diferentes compromisos a nivel nacional e internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CONPES 3680 (DNP 2010): consolidar un SINAP completo, representativo ecológicamente y efectivamente gestionado. • Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE, MADS 2012): adelantar acciones de conservación para sostener poblaciones viables de flora y fauna, la resiliencia de los sistemas sociológicos y se sustente el suministro de servicios ecosistémicos a escalas nacional regional, local y transfronteriza. • Objetivos de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas 2016): el objetivo 15 menciona "Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de diversidad biológica". • Convenio de Diversidad Biológica, Convención para la Protección de la Flora, de la Fauna, y de las Bellezas Escénicas Naturales de los países de América, Protocolo de Bioseguridad, CITES y Convención Ramsar |
| Objetivo | Identificar el nivel de cobertura del SINAP en el ámbito terrestre considerando la extensión de las áreas protegidas y sus diferentes categorías de conservación. |
| Variables | cobertura de áreas protegidas (km ²) y sus categorías de conservación |
| Origen | Parques Nacionales Naturales de Colombia, Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | 2016 |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de las variables | Registro primario de información: registros administrativos. |
| Actualización | anual |
| Marco conceptual | <p>Dudley (2008) define área protegida se refiere como "un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados". El Decreto 2372 (MAVDT 2010b), relacionado con el Convenio de Diversidad Biológica, constituye el marco normativo del SINAP. Este decreto define este concepto como "un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación" y las siguientes categorías de manejo de áreas protegidas a registrarse en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas Integrantes del SINAP (RUNAP):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas protegidas públicas <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN): reserva nacional natural, parque nacional natural, santuario de flora, santuario de fauna, área natural única y vía parque - reserva forestal protectora (nacional y/o regional) - parque natural regional - distrito de manejo integrado (nacional y/o regional) - área de recreación - distrito de conservación de suelos • Áreas protegidas privadas <ul style="list-style-type: none"> - Reservas naturales de la sociedad civil registradas ante Parques Nacionales Naturales |
| Cálculo | El indicador se calcula considerando la información disponible en el RUNAP y consiste en una media ponderada para cada municipio que toma en cuenta la proporción de área protegida por el peso de su categoría. |

| categoría | valor asignado | rangos |
|---|----------------|-----------|
| nula: áreas sin cobertura del SINAP | 1 | 1.0 - 1.5 |
| baja: áreas de recreación y reservas naturales de la sociedad civil | 2 | 1.6 - 2.5 |
| media: distritos de manejo integrado | 3 | 2.6 - 3.5 |
| alta: reserva forestal protectora | 4 | 3.6 - 4.5 |
| muy alta: áreas del SPNN | 5 | 4.6 - 5.0 |

La fórmula de cálculo es:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{b}$$

donde:

a=media ponderada de la cobertura del SINAP en la unidad espacial de referencia (municipio)

x_i = superficie en km^2 del área protegida presente en la unidad espacial de referencia
 w_i = peso asignados según la categoría del área protegida
 b = superficie en km^2 de la unidad espacial de referencia

| | |
|----------------|--|
| Interpretación | Cuanto mayor es la cobertura del SINAP, mayor es la capacidad adaptativa del sector en el municipio. |
| Limitaciones | El indicador no considera la gestión de las áreas protegidas o la existencia de usos compatibles dentro de sus límites. El indicador sólo considera áreas protegidas terrestres. Los valores asignados a las categorías de protección no han sido validados aún con actores del sector. Datos disponibles y de libre acceso. |
| Referencias | DNP (2010); Dudley (2008); MAVDT (2010b); Naciones Unidas (2016) |

Montos de créditos agropecuarios otorgados a pequeños productores

| | |
|-------------------------|--|
| Sectores prioritarios | agricultura y seguridad alimentaria |
| Pertinencia | Indicador de capacidad adaptativa. El acceso a instrumentos de financiamiento sumado a una asistencia técnica integral, fomenta la innovación y buenas prácticas agropecuarias entre los pequeños productores, quienes tienen un rol clave en la seguridad alimentaria a nivel nacional. Estas prácticas redundarán en medidas de adaptación al cambio climático. El programa Colombia Siembra del MADR tiene como objetivo general “Crear las condiciones sociales y económicas para promover la siembra de un millón de hectáreas nuevas de cultivos que conlleven a un desarrollo incluyente, sostenible y competitivo del campo colombiano” y establece que el MADR fortalecerá los instrumentos de política de apoyo a los pequeños productores o de agricultura familiar. Tales instrumentos deberán corresponder con el pilar de “sembrar lo que toca donde toca” (optimizar el uso del suelo según la aptitud productiva de cada zona del país). Las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 (DNP 2015) mencionan los créditos a pequeños productores como parte de la estrategia transversal Transformación del Campo, para: |
| Objetivo | Identificar el nivel de cobertura de créditos agrarios entre pequeños productores agropecuarios |
| Variables | Montos de créditos otorgados por el Banco Agrario por municipio. |
| Origen | AgroNet, Banco Agrario |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | no definida |
| Unidad de medida | Millones de pesos colombianos |
| Fuente de las variables | Registro primario de información: registros administrativos. |
| Actualización | no definida |
| Marco conceptual | El Decreto 2179 de 2015 (Presidencia de la República de Colombia 2015) define pequeño productor como la persona natural que posea activos totales no superiores a los 284 SMMLV. Dichos productores pueden acceder a una diversidad de instrumentos de financiamiento: Incentivo a la Capitalización Rural (ICR), Fondo Agropecuario de Garantías (FAG), Líneas Especiales de Créditos (LEC), Programa Nacional de Reactivación Agropecuaria (PRAN) y Fondo de Solidaridad Agropecuaria (FONSA) (ver detalle en MADR 2016b). Estos instrumentos de crédito deben estar condicionados a la producción de cultivos de acuerdo a la aptitud productiva de cada zona del país, para disminuir los conflictos de uso del territorio y gestionar de manera más eficiente los recursos naturales y los ecosistemas. |
| Cálculo | Monto de financiamiento otorgado a agricultores de pequeña escala. Los municipios son ordenados de acuerdo al valor del monto y distribuidos en cinco cuantiles que representan cinco niveles de cobertura crediticia entre pequeños productores agropecuarios. |
| Interpretación | Cuanto mayor es el monto otorgado, mayor es la capacidad adaptativa del sector en el municipio (distribución lineal) |
| Limitaciones | La información debe considerar el número de pequeños productores agropecuarios por municipio. |
| Referencias | DNP (2015); MADR (2016b); Presidencia de la República de Colombia (2015) |

Diversidad de cultivos

| | |
|-----------------------|--|
| Sectores prioritarios | agricultura y seguridad alimentaria |
| Pertinencia | Indicador de capacidad adaptativa. La preservación de la agrobiodiversidad y de los recursos genéticos es crucial para el desarrollo de cultivos resistentes al clima, a las plagas y a las enfermedades (Lau et al. 2013). |
| Objetivo | Identificar el nivel de diversidad de cultivos a nivel municipal. |
| Variables | Número total de cultivos establecidos en los municipios anualmente |
| Origen | Agronet (MADR) |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | 2010 y 2013 |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de variables | Registro primario de información: registros administrativos. |
| Actualización | anual |
| Marco conceptual | La diversificación de cultivos es una antigua estrategia de adaptación a la variabilidad y el cambio climático. La diversidad de cultivos brinda mayor resistencia frente a enfermedades y plagas, permite la conservación genética de especies autóctonas, incrementa las asociaciones entre especies resistentes y sensibles al estrés térmico manteniendo y aumentando la productividad en escenarios de aumento de la temperatura, ofrecen mayor resiliencia a la variabilidad climática con la diversidad de plantas en los sistemas silvopastoriles, que generalmente combinan gramíneas terrestres, leguminosas arbustivas y especies leguminosas o maderables, proveen servicios ambientales (reciclaje de nutrientes del suelo, secuestro de carbono, corredores y refugios para la biodiversidad), al tiempo que proporcionan sombra, conservando la humedad del suelo y reduciendo la temperatura para el ganado, genera más opciones de mercado y empleos, involucra mayores capacidades técnicas, promueve mejores inversiones, permite la implementación de conocimientos y prácticas culturales diversas, y genera seguridad alimentaria (Lau et al. 2013). |
| Cálculo | <p>El indicador se calcula considerando la información proveniente de Agronet (Evaluaciones Agropecuarias Municipales), y consiste en el cálculo de la relación del número total de cultivos existentes en cada municipio con relación al número máximo de cultivos a nivel municipal reportado en el año. Incluye cultivos anuales, semipermanentes, permanentes y transitorios. Las categorías definidas en Agronet incluyen variedades de algunos cultivos (por ejemplo caña de azúcar es reportada como caña azucarera, caña miel y caña panelera), para efectos de cálculo hay que agruparlos en un solo cultivo. La fórmula de cálculo es:</p> $DC = \# \text{ total cultivos en el municipio} / \# \text{ máximo cultivos registrados a nivel municipal en el país}$ <p>Los municipios son ordenados de acuerdo al valor de su DC y distribuidos en cinco cuantiles (con igual número de municipios en cada uno).</p> |
| Interpretación | Cuanto mayor es la diversidad de cultivos, mayor es la capacidad adaptativa del sector en el municipio (distribución lineal). Se recomienda monitorear este indicador a través del tiempo, para determinar si hay disminución de diversidad de cultivos en los municipios. |
| Limitaciones | La diversidad de cultivos establecida en este indicador no tiene en cuenta las diferencias latitudinales (superficie) ni altitudinales (pisos térmicos) de los municipios. La información de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales es recopilada a través de formulario por diferentes entidades, como Por tal razón El número de cultivos puede estar sobre o sub estimado pues dependen de la memoria del productor y de los procesos manejados por diferentes entidades encargadas en la recolección de los datos: Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria, Secretarías de Agricultura o de Planeación, Centros Provinciales de Gestión Agroempresarial, comités y/o cadenas productivas regionales de productores. |
| Referencias | Lau et al. (2013) |

Índice del Uso del Agua (IUA)

| Sectores prioritarios | agua | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----------|-----------|----------|------|------|---------|-------|---------|------|--------|----------|-----|
| Pertinencia | Índice de capacidad adaptativa. Forma parte del Sistema de información del Recurso Hídrico (SIRH). Está relacionado con objetivos de la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT 2010a): 1: <i>Conservar los ecosistemas naturales y procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua en el país</i> , incluye tres estrategias: conocimiento (entendimiento del funcionamiento y relaciones de los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los cuales depende la oferta hídrica), planificación (lineamientos para la gestión y el uso sostenible del agua) y conservación (preservación y restauración de ecosistemas estratégicos para la regulación del recurso hídrico); 2: <i>Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país</i> , incluye también tres estrategias en líneas similares al anterior: conocimiento (seguimiento a consumo del agua), planificación (gestión integral del recurso hídrico en los principales sectores productivos) y conservación (uso eficiente y sostenible del agua). También se relaciona con la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (MADS 2012). | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Mostrar la relación entre la extracción de agua y su disponibilidad, aportando al análisis de la sostenibilidad de su uso. Mostrar cambios de consumo y competencia entre diferentes sectores usuarios. | | | | | | | | | | | | |
| Variables | demanda hídrica, oferta hídrica superficial disponible | | | | | | | | | | | | |
| Origen | IDEAM, Subdirección de Hidrología | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | nacional (por SZH) | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2014 | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de medida | adimensional | | | | | | | | | | | | |
| Fuente de variables | Registro primario de información: registros administrativos (consumo de diferentes sectores), registro secundario de información: estimaciones de oferta hídrica natural y caudal ambiental a partir de registros de estaciones de monitoreo. | | | | | | | | | | | | |
| Actualización | cada cuatro años | | | | | | | | | | | | |
| Marco conceptual | Cantidad de agua utilizada y/o requerida por los sectores usuarios en un año medio (IUA año medio) o seco (IUA año seco), en un período y espacio determinado, en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades temporal y espacial (IDEAM 2010a). IDEAM define año medio a partir de la media histórica de caudales de las series hidrológicas de estaciones de monitoreo, y año seco a partir de los valores del mes promedio más bajo de las series de caudales medios. Como oferta hídrica superficial disponible se entiende la oferta hídrica natural menos el caudal ambiental. La demanda de agua se define como la extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no antrópicos. En este sentido, la extracción implica la sustracción, alteración, desviación o retención temporal de los mismos, incluidos en este los sistemas de almacenamiento que limitan el aprovechamiento para usos compartidos u otros usos excluyentes. | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo | Relación de la demanda y la oferta hídrica para cada SZH con la siguiente fórmula: $IUA = \left(\frac{\text{Demanda hídrica (m}^3/\text{año)}}{\text{Oferta hídrica superficial disponible (m}^3/\text{año)}} \right) * 100$ <p>La demanda hídrica es la suma del consumo doméstico y de los consumos de los sectores primario, manufacturero, servicios, energía y acuícola. La oferta hídrica se obtiene del mapa correspondiente del IDEAM (2015). Las SZH se clasifican de acuerdo a estos valores establecidos por la misma institución:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th> categoría </th> <th> rango IUA </th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> muy alto </td> <td> > 50 </td> </tr> <tr> <td> alto </td> <td> 20 – 50 </td> </tr> <tr> <td> medio </td> <td> 10 - 20 </td> </tr> <tr> <td> bajo </td> <td> 1 - 10 </td> </tr> <tr> <td> muy bajo </td> <td> < 1 </td> </tr> </tbody> </table> | categoría | rango IUA | muy alto | > 50 | alto | 20 – 50 | medio | 10 - 20 | bajo | 1 - 10 | muy bajo | < 1 |
| categoría | rango IUA | | | | | | | | | | | | |
| muy alto | > 50 | | | | | | | | | | | | |
| alto | 20 – 50 | | | | | | | | | | | | |
| medio | 10 - 20 | | | | | | | | | | | | |
| bajo | 1 - 10 | | | | | | | | | | | | |
| muy bajo | < 1 | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación | Cuando mayor el índice, mayor la presión de la demanda respecto a la oferta hídrica disponible (y menor la capacidad adaptativa de la unidad de análisis) | | | | | | | | | | | | |
| Limitaciones | El cálculo de la demanda hídrica para algunas áreas está limitado por la disponibilidad de información, por lo tanto se hacen aproximaciones con factores de consumo de zonas semejantes. El cálculo de IUA incluye solo ríos y quebradas, no aguas subterráneas o lagunas, ciénagas y lagos. | | | | | | | | | | | | |
| Referencias | CTA et al. (2015), IDEAM (2010, 2011b, 2015), MADS (2012, 2014), MAVDT (2010a) | | | | | | | | | | | | |

Índice de Agua no Retornada a la Cuenca (IARC)

| | |
|-----------------------|--|
| Sectores prioritarios | agua |
| Pertinencia | Índice de capacidad adaptativa, forma parte del Sistema de información del Recurso Hídrico (SIRH). Está relacionado con la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT 2010a) y con la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (MADS 2012).mencionadas anteriormente (ver indicador 4.4). La pérdida del volumen de agua en una subzona hidrográfica genera alteración de procesos y dinámicas del agua superficial asociadas a la capacidad de dilución y depuración de los sistemas hídricos, y limita su uso por disminución de la oferta hídrica (IDEAM 2014). Bajo escenarios de cambio climático, la determinación de la huella hídrica azul puede contribuir a la toma de decisiones en la ordenación del recurso hídrico, ya que la variabilidad climática afectará la capacidad de regulación y soporte de bienes y servicios ambientales hidrológicos en este caso. |
| Objetivo | Evidenciar la relación entre la extracción de agua y su disponibilidad, aportando elementos al análisis sobre la sostenibilidad de su uso. Mostrar el cambio de la huella hídrica azul entre los diferentes sectores. |
| Variables | huella hídrica azul, oferta hídrica superficial disponible |
| Origen | IDEAM, Subdirección de Hidrología |
| Cobertura geográfica | nacional (por SZH) |
| Cobertura temporal | 2014 |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de variables | Registro primario de información: registros administrativos (huella hídrica azul de diferentes sectores), registro secundario de información: estimaciones de oferta hídrica a partir de registros de estaciones de monitoreo. |
| Actualización | cada cuatro años |
| Marco conceptual | El IARC tiene estrecha relación con el ÍUA. El primero está basado en la relación de la huella hídrica azul con la oferta hídrica; y el segundo, en la relación entre demanda y oferta hídricas. La huella hídrica indica el volumen total de agua dulce usado para producir bienes y servicios producidos por un sector o consumidos para uso doméstico, la huella hídrica azul se refiere al volumen de agua dulce extraído de un cuerpo de agua superficial (CTA et al. 2015). |
| Cálculo | Relación de la huella hídrica azul y la oferta hídrica para cada subzona hidrográfica en un periodo de tiempo determinado con las siguiente fórmula: |

$$IARC = \left(\frac{\text{Huella hídrica azul (m}^3\text{/año)}}{\text{Oferta hídrica disponible en año medio (m}^3\text{/año)}} \right)$$

La huella hídrica azul proviene de la suma de la estimación de la huella azul de los sectores de análisis (agropecuario, doméstico, industrial, energético, minero) en un periodo de tiempo. La oferta hídrica en año medio en un tiempo determinado se obtiene del mapa correspondiente (IDEAM 2015). Las SZH se clasifican de acuerdo a estos valores establecidos por la misma institución:

| catgoría | rango IARC | características |
|----------|------------|---|
| crítico | > 1 | La huella hídrica azul excede la oferta, se considera que tienen una fuente de agua alterna, por ejemplo subterránea. |
| muy alto | 0.5 - 1 | Situación límite en términos de competencia. |
| alto | 0.2 - 0.5 | Alerta, la demanda multisectorial supera el 20% del total disponible. |
| medio | 0.1 - 0.2 | Situación de uso y no retorno de agua azul multisectorial que supera el 10% del total disponible. |
| bajo | 0.01 - 0.1 | Situación favorable en términos de oferta – demanda de agua azul. |
| muy bajo | < 0.01 | |

| | |
|----------------|---|
| Interpretación | Cuando mayor el índice, mayor la presión por huella hídrica azul (y menor la capacidad adaptativa de la unidad de análisis) |
| Limitaciones | La recopilación de información de los cultivos permanentes y temporales así como de áreas de pastos depende de la actualización de las evaluaciones agropecuarias municipales, los calendarios de siembra y cosecha del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y los mapas de uso y cobertura para el país. |
| Referencias | CTA et al. (2015), IDEAM (2010, 2011b, 2015), MADS (2012, 2014), MAVDT (2010a) |

Índice de Presión Hídrica al Ecosistema (IPHE)

| Sectores prioritarios | agua | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|------------|-----------------|---------|-----|---|----------|---------|--|------|-----------|-----------------------------|----------|-----------|--|------|-----------|--|----------|-------|
| Pertinencia | Índice de capacidad adaptativa, forma parte del SIRH. Está relacionado con la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT 2010a) y con la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (MADS 2012). El IPHE muestra la competencia por el agua necesaria para la conservación de EE para la provisión de servicios ecosistémicos y el impacto del sector agropecuario sobre el agua disponible en el suelo para coberturas naturales y producción agropecuaria. Parte de su producción agropecuaria se sustenta en el agua contenida en el suelo, a raíz de la precipitación, dependiendo así exclusivamente de las características biofísicas y climáticas del territorio (el aprovechamiento del agua verde implica menor presión sobre las fuentes hídricas superficiales o subterráneas, CTA et al. 2015). La consideración de las proyecciones de los escenarios de cambio climático previsto en su cálculo permitiría mostrar aumentaría la evapotranspiración, lo que afectaría la recarga hídrica y por lo tanto la oferta superficial y subterránea. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Evidenciar la relación entre la extracción de agua y su disponibilidad, aportando elementos al análisis sobre la sostenibilidad de su uso. Mostrar el cambio de la huella hídrica verde del sector agropecuario. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables | huella hídrica verde, disponibilidad de agua verde | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Origen | IDEAM, Subdirección de Hidrología | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | nacional (por SZH) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de medida | adimensional | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente de variables | Registro primario de información: registros administrativos (áreas de pastos y cultivos según áreas concertadas y calendarios de siembra y cosecha), registro secundario de información: estimaciones evapotranspiración y otras variables a partir de datos de estaciones de monitoreo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actualización | cada cuatro años | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marco conceptual | El IPHE es la relación que existe entre la huella hídrica verde total (sector agrícola y pecuario) y la disponibilidad de agua verde. El nombre del índice denota la fracción de apropiación de los recursos de agua verde disponibles. Como huella hídrica verde se entiende a la apropiación humana de agua verde almacenada en el suelo. Se cuantifica mediante la estimación del agua evapotranspirada por cultivos de secano, su monitoreo permite estimar la competencia del sector agropecuario y los ecosistemas naturales a causa de la ampliación de la frontera agropecuaria. La disponibilidad de agua verde equivale a la evapotranspiración total menos la evapotranspiración de la vegetación natural y de las zonas no productivas (CTA et al. 2015). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo | Relación de la huella hídrica verde y la disponibilidad de agua verde en un periodo de tiempo determinado para cada subzona hidrográfica, con las siguiente fórmula: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $IPHE = \left(\frac{\text{Huella hídrica verde (m}^3\text{/año)}}{\text{Disponibilidad de agua verde en año medio (m}^3\text{/año)}} \right)$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>La huella hídrica verde considera la distribución espacial de cultivos permanentes y transitorios más representativos del país y pastos, los rangos probables de temperatura para cada cultivo y la estimación de su evapotranspiración en función a estudios previos. La disponibilidad de agua verde se calcula con base mensual considerando la evapotranspiración total menos la reservada para áreas protegidas y la de zonas no productivas por topografía o uso del suelo. Las SZH se clasifican de acuerdo a estos valores establecidos por IDEAM:</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>categoría</th> <th>rango IPHE</th> <th>características</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>crítico</td> <td>> 1</td> <td>Clara competencia por agua verde entre el uso del suelo vinculado al sector agropecuario y las áreas de protección asociadas a ecosistemas estratégicos en las cuencas.</td> </tr> <tr> <td>muy alto</td> <td>0.8 - 1</td> <td>Situación límite en términos de competencia.</td> </tr> <tr> <td>alto</td> <td>0.5 - 0.8</td> <td>Competencia por agua verde.</td> </tr> <tr> <td>moderado</td> <td>0.3 - 0.5</td> <td>Alerta, existe evidencia de una demanda de agua verde.</td> </tr> <tr> <td>bajo</td> <td>0.1 - 0.3</td> <td rowspan="2">Situación favorable para ecosistemas estratégicos en términos de huella hídrica verde.</td> </tr> <tr> <td>muy bajo</td> <td>< 0.1</td> </tr> </tbody> </table> | | categoría | rango IPHE | características | crítico | > 1 | Clara competencia por agua verde entre el uso del suelo vinculado al sector agropecuario y las áreas de protección asociadas a ecosistemas estratégicos en las cuencas. | muy alto | 0.8 - 1 | Situación límite en términos de competencia. | alto | 0.5 - 0.8 | Competencia por agua verde. | moderado | 0.3 - 0.5 | Alerta, existe evidencia de una demanda de agua verde. | bajo | 0.1 - 0.3 | Situación favorable para ecosistemas estratégicos en términos de huella hídrica verde. | muy bajo | < 0.1 |
| categoría | rango IPHE | características | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| crítico | > 1 | Clara competencia por agua verde entre el uso del suelo vinculado al sector agropecuario y las áreas de protección asociadas a ecosistemas estratégicos en las cuencas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| muy alto | 0.8 - 1 | Situación límite en términos de competencia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| alto | 0.5 - 0.8 | Competencia por agua verde. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| moderado | 0.3 - 0.5 | Alerta, existe evidencia de una demanda de agua verde. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| bajo | 0.1 - 0.3 | Situación favorable para ecosistemas estratégicos en términos de huella hídrica verde. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| muy bajo | < 0.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación | Cuando mayor el índice, mayor la presión por huella hídrica verde (y menor la capacidad adaptativa de la unidad de análisis) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limitaciones | La información para el cálculo de la disponibilidad de agua proviene de la red de monitoreo de referencia nacional del IDEAM, aunque hay aportes de las redes regionales de monitoreo de las autoridades ambientales, de empresas de servicios de agua potable y de concesiones de requerimientos hídricos (IDEAM 2015). Esto, sumado a la que la cartografía básica del IGAC tiene diferentes escalas de referencia, hace que los datos no sean homogéneos para todo el país. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Referencias | CTA et al. (2015), IDEAM (2010, 2011b, 2015), MADS (2012, 2014), MAVDT (2010a) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Índice de Eficiencia en el Uso del Agua (IEUA)

| | |
|-----------------------|--|
| Sectores prioritarios | agua |
| Pertinencia | Índice de capacidad adaptativa, forma parte del Sistema de información del Recurso Hídrico (SIRH). Está relacionado con la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT 2010a) y con la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (MADS 2012).mencionadas anteriormente (ver indicador 4.4). El índice puede apoyar el desarrollo de estrategias de adaptación para aumentar la eficiencia del uso del agua, identificando prioridades para reducir su consumo, contaminación e impacto ambiental para la producción de bienes y servicios, la prestación de servicios asociados al mismo y la preservación de bienes y servicios ecosistémicos. |
| Objetivo | Evidenciar la eficiencia en el uso del agua por diferentes sectores. |
| Variables | huella hídrica azul, demanda hídrica |
| Origen | IDEAM, Subdirección de Hidrología |
| Cobertura geográfica | nacional (por SZH) |
| Cobertura temporal | 2014 |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de variables | Registro primario de información: registros administrativos (huella hídrica azul de diferentes sectores, demanda hídrica de diferentes sectores) |
| Actualización | cada cuatro años |
| Marco conceptual | La demanda hídrica se define como la extracción hídrica del sistema natural destinada a suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano, la producción sectorial y las demandas esenciales de los ecosistemas no antrópicos (IDEAM 2010). |
| Cálculo | Relación de la huella hídrica azul y la demanda hídrica para cada subzona hidrográfica en un periodo de tiempo determinado con las siguiente fórmula: |

$$IEUA = \left(\frac{\text{Huella hídrica azul (m}^3\text{/año)}}{\text{Demanda hídrica (m}^3\text{/año)}} \right)$$

La huella hídrica azul proviene de la suma de la estimación de la huella azul de los sectores de análisis (agropecuario, doméstico, industrial, energético, minero) en un periodo de tiempo. La demanda hídrica consolidada en un tiempo determinado se obtiene sumando los consumos doméstico y de los sectores productivos (primario, manufacturero, servicios), el caudal ecológico y ambiental y el agua extraída no consumida (IDEAM 2010). Las SZH se clasifican de acuerdo a estos valores establecidos por la misma institución:

| categoria | rango IEUA | características |
|-----------|-------------|-----------------------------|
| alto | 0.43 - 0.56 | Manejo adecuado del agua |
| medio | 0.16 - 0.43 | Situación de alerta |
| bajo | 0.02 - 0.16 | Manejo inadecuado del agua |
| muy bajo | 0 - 0.02 | Manejo ineficiente del agua |

| | |
|----------------|---|
| Interpretación | Cuando menor el índice, mayor la ineficiencia en el uso del agua (y menor la capacidad adaptativa de la unidad de análisis) |
| Limitaciones | La recopilación de información de la demanda hídrica no es periódica para cada sector y depende de la actualización de las bases de datos en la comisión de agua y saneamiento básico (CRA-SIA), el SIRH (IDEAM) y de las demás entidades de orden nacional, regional y local, como también gremios productivos |
| Referencias | CTA et al. (2015), IDEAM (2010, 2011b, 2015), MADS (2012, 2014), MAVDT (2010a) |

Índice de Calidad del Agua (ICA)

| | |
|-----------------------|--|
| Sectores prioritarios | agua |
| Pertinencia | Índice de capacidad adaptativa, forma parte del Sistema de información del Recurso Hídrico (SIRH). Está relacionado con la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT 2010a) y con la Política Nacional de Gestión Integral de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (MADS 2012).mencionadas anteriormente (ver indicador 4.4). El índice puede apoyar el desarrollo de estrategias de adaptación para aumentar la calidad del agua, apoyando la identificación de prioridades para establecer mecanismos de depuración y reducción de contaminantes. |
| Objetivo | Evidenciar las condiciones de calidad de los cuerpos de agua, y sus problemas de contaminación. |
| Variables | oxígeno disuelto (OD), sólidos suspendidos totales (SST), demanda química de oxígeno (DQO), conductividad eléctrica (CE), nitrógeno total / fósforo total (NT/PT) |
| Origen | IDEAM, Subdirección de Hidrología |
| Cobertura geográfica | nacional (por SZH) |
| Cobertura temporal | 2014 |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de variables | Registro primario de información: estaciones de monitoreo de la Red Básica de Monitoreo de Calidad de Agua |
| Actualización | cada cuatro años |
| Marco conceptual | Los procesos fundamentales del ciclo del agua, su interacción con procesos del medio natural y de actividades antrópicas, se evalúan por las condiciones de calidad y de cargas contaminantes generadas por vertimientos puntuales o difusos provenientes de sectores usuarios del agua (actividades productivas), que no están siendo tratados, y que potencialmente alcanzan los cuerpos de agua (IDEAM 2015). El ICA evidencia la presión ambiental, es decir, la contribución potencial de cada agente social o actividad humana a las alteraciones del ambiente por consumo de recursos naturales y generación de residuos. |
| Cálculo | Suma de los valores de las variables consideradas ponderados por pesos relativos asignados (ver detalles del cálculo en IDEAM 2010, p. 234-241). Las variables consideradas por el IDEAM en las dos versiones del Estudio Nacional del Agua son: |

| variable | elemento de calidad del agua al que está relacionado |
|----------|---|
| OD | presencia o ausencia potencial de especies acuáticas |
| SST | condiciones hidrológicas de la corriente, relacionado con procesos erosivos, vertimientos industriales, extracción de materiales y disposición de escombros |
| DQO | presencia de sustancias químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones fuertemente ácidas y alta temperatura, como la materia orgánica, ya sea biodegradable o no, y la materia inorgánica |
| CE | suma de cationes y aniones determinada en forma química, refleja la mineralización |
| NT/PT | degradación por intervención antrópica |

Las SZH se clasifican de acuerdo a estos valores establecidos por IDEAM (2010):

| categoria | rango ICA |
|-----------|------------|
| muy malo | 0 - 0.25 |
| malo | 0.26 - 0.5 |
| regular | 0.51 - 0.7 |
| aceptable | 0.71 - 0.9 |
| bueno | 0.91 - 1 |

| | |
|----------------|--|
| Interpretación | Cuanto mayor el ICA, mayor la capacidad adaptativa del territorio |
| Limitaciones | No documentadas. |
| Referencias | CTA et al. (2015), IDEAM (2010, 2011b, 2015), MADS (2012, 2014), MAVDT (2010a) |

Densidad de habitantes por zonas verdes (HZV)

| Sectores prioritarios | ciudades | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-----------|-----------|------|-------|-------|----------|------|--------|
| Pertinencia | Indicador de capacidad adaptativa. Las zonas verdes urbanas, además de prestar espacios para la recreación, son importantes para la infiltración de escorrentía excesiva provocada por eventos extremos evitando o reduciendo inundaciones y apoyar la regulación térmica. Además las áreas verdes conectan los ecosistemas de la periferia con la ciudad y permiten la continuidad de los flujos ecológicos, actúan de filtro natural del aire y las aguas y reducen la erosión. | | | | | | | | |
| Objetivo | Mostrar las condiciones de las zonas urbanas para afrontar efectos de los procesos del cambio climático, como lluvias extremas y olas de calor. | | | | | | | | |
| VARIABLES | número de habitantes por localidad o comuna (cabecera municipal), extensión total de zonas verdes por localidad o comuna | | | | | | | | |
| Origen | Observatorios Bogotá cómo vamos, Cali cómo vamos (zonas verdes), alcaldías (habitantes por localidad o comuna) | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | localidades o comunas urbanas | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2012 | | | | | | | | |
| Unidad de medida | habitantes por metro cuadrado de zona verde | | | | | | | | |
| Fuente de variables | Registros secundarios de información: estimaciones de zonas verdes mediante interpretación de cartografía o imágenes satelitales, número de habitantes estimado a partir de datos censales | | | | | | | | |
| Actualización | No especificada | | | | | | | | |
| Marco conceptual | Las zonas verdes urbanas son espacios abiertos (públicos o privados) cubiertos por vegetación (árboles, arbustos, pasto o plantas) tales como parques, jardines, huertos, bosques, humedales, cementerios y áreas deportivas, que están dentro de los límites de una ciudad. Las zonas verdes proveen servicios importantes para la adaptación como la infiltración del agua y recarga del manto acuífero | | | | | | | | |
| Cálculo | Este indicador puede calcularse para las ciudades más grandes de Colombia. A manera de ejemplo, se realizó el cálculo de las densidades de las localidades y comunas de Bogotá y Cali para el año 2012 usando esta fórmula: $HZV = \frac{\text{m}^2 \text{ de zonas verdes en el suelo urbano}}{\text{habitantes en el suelo urbano}}$. | | | | | | | | |
| | Se propone calificar las unidades de análisis en tres categorías, considerando un umbral de categoría superior el mínimo recomendado por la OMS (10 m ² de área verde por habitante): | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>categoría</th> <th>rango HZV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>bajo</td> <td>0 - 5</td> </tr> <tr> <td>medio</td> <td>5.1 - 10</td> </tr> <tr> <td>alto</td> <td>≥ 10.0</td> </tr> </tbody> </table> | categoría | rango HZV | bajo | 0 - 5 | medio | 5.1 - 10 | alto | ≥ 10.0 |
| categoría | rango HZV | | | | | | | | |
| bajo | 0 - 5 | | | | | | | | |
| medio | 5.1 - 10 | | | | | | | | |
| alto | ≥ 10.0 | | | | | | | | |
| Interpretación | A menor densidad de habitantes por zonas verdes, mayor la capacidad adaptativa de la ciudad | | | | | | | | |
| Limitaciones | A pesar de la importancia de las áreas verdes como indicador de calidad ambiental de una ciudad, todavía no hay consenso sobre su conceptualización y cuantificación. El nivel de información es muy diferente entre los municipios, debido a que la medición de las áreas verdes se realiza con cartografía en unas ciudades, o con imágenes satelitales en otras, lo cual dificulta la medición consistente del indicador. La información no está disponible en los portales en línea de las alcaldías. | | | | | | | | |
| Referencias | Bogotá Cómo Vamos (2013), Cali Cómo Vamos (2013), DNP (2012b) | | | | | | | | |

Índice de Desempeño Integral (IDI) municipal

| | |
|-----------------------|--|
| Sectores prioritarios | ciudades |
| Pertinencia | Indicador de capacidad adaptativa, para el monitoreo de la gestión pública de gobiernos y administraciones locales. Asume que cuanto mejor sea el desempeño, mayor la capacidad para tomar acciones efectivas de adaptación. Se recomienda monitorear este índice para los indicadores que están en categoría baja y crítica. |
| Objetivo | Evaluar el desempeño de los gobiernos municipales con base en su eficacia, eficiencia, cumplimiento de requisitos legales y gestión. |
| VARIABLES | eficacia, eficiencia, cumplimiento de requisitos legales y gestión |
| Origen | DNP, Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | 2010 a 2013 |
| Unidad de medida | adimensional |
| Fuente de variables | Registro primario de información: registros administrativos. |
| Actualización | anual |
| Marco conceptual | Las variables de eficacia y eficiencia se basan en la cadena de valor de los planes de desarrollo municipal. La eficiencia está relacionada con la transformación de insumos (recursos naturales, financieros, y humanos, entre otros) en productos (bienes y servicios requeridos por la población de la entidad territorial), la eficacia está relacionado con la transformación de estos productos en impactos (bienestar, prosperidad y calidad de vida). El componente de requisitos legales tiene como objetivo evaluar el cumplimiento del marco normativo previsto (Ley 715 2001, leyes 1122 y 1176 2007, Ley 1438 2011 y decretos reglamentarios relacionados con la ejecución de los recursos del Sistema General de Participaciones). El índice de gestión da señales de los resultados en gestión pública (procesos económicos, ambientales, políticos, institucionales, físicos y financieros concebidos desde su planificación, ejecución y evaluación). |
| Cálculo | Suma de los componentes de eficacia, eficiencia, requisitos legales y gestión para los cuales asume igual peso. DNP (2015c) presenta en detalle la metodología de cálculo de cada uno de estos componentes, los cuales se basan en los siguientes criterios: |

| componentes | criterios |
|------------------------------------|---|
| eficacia | Porcentaje de avance de metas de productos expresados en los planes de desarrollo de cada municipio |
| eficiencia | Comparación de los productos obtenidos frente a los insumos utilizados en educación, salud y agua potable |
| cumplimiento de requisitos legales | Calificación de cumplimiento de exigencias legales relacionadas a educación, salud, agua, alimentación escolar, atención integral de primera infancia, cultura y deporte principalmente |
| gestión | Calificación de capacidad administrativa y desempeño fiscal. La primera incluye estabilidad de personal directivo, profesionalización de la planta, disponibilidad de equipos, automatización de procesos e implementación del Modelo Estándar de Control Interno. El desempeño fiscal se basa en un adecuado balance entre presupuesto y su ejecución. |

Los municipios son ordenados de acuerdo al valor de su IDI y distribuidos en las siguientes categorías definidas por el DNP. La categoría "No aplica" incluye las Áreas no Municipalizadas. La categoría "Crítico" incluye municipios con información inconsistente y sin reporte.

| categoría de gestión | rango IDI |
|----------------------|-------------|
| crítico | < 40 |
| bajo | ≥ 40 y < 60 |
| medio | ≥ 60 y < 70 |
| satisfactorio | ≥ 70 y < 80 |
| sobresaliente | ≥ 80 |

| | |
|----------------|--|
| Interpretación | Cuanto mayor es el desempeño municipal, mayor es su capacidad adaptativa. |
| Limitaciones | Los funcionarios municipales y departamentales no siempre tienen los conocimientos suficientes para llevar a cabo el complejo cálculo de las variables, resultando en sobre o subestimaciones del desempeño integral de los entes territoriales. El IDIM solo puede ser estimado dos años después, lo que dificulta las acciones correctivas o preventivas, especialmente en épocas de cambios de gobierno. La información está disponible en el portal virtual del DNP, con excepción del IDIM 2014 aunque este ya fue calculado (DNP 2015a). |
| Referencias | DNP (2014b); DNP (2015b); DNP (2015c) |

5. Indicadores de riesgo o impacto

Tasa anual de mortalidad por malaria (TMxMalaria)

| | |
|-----------------------|--|
| Sectores prioritarios | salud pública |
| Pertinencia | Indicador de impacto, forma parte del Plan Nacional de Salud Pública, del protocolo de vigilancia en salud pública y del SIVIGILA para orientar estrategias de prevención y control de esta ETV. El número de casos de malaria está creciendo en algunas regiones del país y zonas antes libres de la enfermedad, con un comportamiento cíclico epidémico de 2 a 7 años relacionado al fenómeno ENOS. Aunque ahora se presenta en zonas urbanas, su presencia es más fuerte en las zonas rurales afectando a las comunidades con mayores necesidades. A pesar del alto subregistro de datos en el país, se estima que en los últimos 20 años las muertes con malaria han bajado de más de 100 muertes anuales a menos de 25 muertes anuales (Chaparro y Padilla 2012). En Colombia su prevención y tratamiento se relaciona principalmente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 (buena salud, que incluye poner fin a las enfermedades transmisibles para 2030) y 13 (acción climática, que incluye medidas urgentes en las políticas, estrategias y planes nacionales para combatir el cambio climático y sus efectos) (DNP 2014a). Además Colombia participa del Plan de Acción Mundial Contra la Malaria. |
| Objetivo | Identificar el impacto actual de la expansión de esta ETV en la población (mortalidad). El monitoreo de la TMxMalaria muestra la frecuencia y distribución de ocurrencia de la enfermedad y el nivel de afectación en grupos más sensibles y expuestos. |
| Variables | muerres por malaria y población total |
| Origen | Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), DANE |
| Cobertura geográfica | nacional (municipios con territorio a 2,000 msnm o menos) |
| Cobertura temporal | 2010 a 2014 |
| Unidad de medida | defunciones x 100,000 habitantes |
| Fuente de variables | Registros primarios, registro administrativo (número de muertes por malaria); registros secundarios de información, proyecciones anuales de población a partir de censos de población |
| Actualización | anual |
| Marco conceptual | La malaria tiene dos formas clínicas: malaria no complicada y malaria complicada, esta última asociada a mayor mortalidad. La mortalidad por malaria es evitable y la enfermedad se puede prevenir mediante acciones individuales o sociales orientadas a controlar factores determinantes del entorno socioeconómico y la prestación de servicios de salud (MSPS, INS, OPS 2010). El estudio de la tendencia de la tasa de mortalidad puede ayudar a comprender los factores que a ella se asocian y el impacto de las intervenciones establecidas para su prevención y control; además, aporta elementos que sirven para orientar la toma de decisiones en salud pública y se constituye en una actividad de vigilancia epidemiológica especializada que permite alertar en muchos casos sobre su importancia futura como resultado de la variabilidad y el cambio climático. |
| Cálculo | Proporción simple para cada municipio que toma en cuenta los registros consolidados anualmente de muertes por malaria tomados semanalmente por las UPDG (INS 2014b). Para cada municipio se calcula anualmente: $TMxMalaria = \left(\frac{\text{muertes por malaria}}{\text{población total}} \right) \times 100$ <p>Los municipios son ordenados de acuerdo al valor del indicador y distribuidos en tres cuantiles con igual número de municipios en cada uno.</p> |
| Interpretación | Cuanto mayor es el valor del indicador, mayor es el impacto de la expansión de la malaria en la salud de la población, mayor su sensibilidad y menor el efecto de las medidas de adaptación (principalmente las referidas a tratamiento). |
| Limitaciones | En muchos lugares donde ocurren casos de malaria, no hay puestos de diagnóstico y tratamiento por lo cual se presenta un importante subregistro en las cifras reportadas por los profesionales de salud por medio del SIVIGILA y distorsión en el reporte del indicador. En algunas zonas del país las UPDG no reportan los datos a tiempo. Los datos para el cálculo del indicador están disponibles en los portales de Internet del SIVIGILA y DANE. |
| Referencias | Chaparro y Padilla (2012), DANE (2011), INS (2014), MSPS, INS, OPS (2010), Restrepo (2014) |

Letalidad anual por dengue grave (LDG)

| | |
|-----------------------|---|
| Sectores prioritarios | salud pública |
| Pertinencia | Indicador de impacto, forma parte del Plan Nacional de Salud Pública, del protocolo de vigilancia en salud pública y del SIVIGILA para orientar estrategias de prevención y control de esta ETV. El dengue en el país representa un problema prioritario en salud pública, debido a la reemergencia e intensa transmisión con tendencia creciente, el comportamiento de ciclos epidémicos cada dos o tres años, el aumento en la frecuencia de brotes de dengue grave, la circulación simultánea de diferentes serotipos, la reintroducción del serotipo tres, la infestación por <i>Aedes aegypti</i> de más de 90% del territorio nacional situado por debajo de los 2.200 msnm, la introducción de <i>A. albopictus</i> , y la urbanización de la población por problemas de violencia (Malagón et al. 2011). Es posible reducir la letalidad por dengue grave. En Colombia su prevención y tratamiento se relaciona principalmente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 (buena salud, que incluye poner fin a las enfermedades transmisibles para 2030) y 13 (acción climática, que incluye medidas urgentes en las políticas, estrategias y planes nacionales para combatir el cambio climático y sus efectos). |
| Objetivo | Identificar el impacto actual de la expansión de esta ETV en la población (mortalidad). El monitoreo de la LDG permite conocer la población expuesta al impacto de la patología y estratificar su riesgo, determinar la frecuencia y distribución de ocurrencia de dengue grave en las zonas de riesgo, identificar los cambios en los patrones de ocurrencia de dengue grave, pronosticar brotes o epidemias en el país y tomar medidas oportunas en materia de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para disminuir el impacto social, ambiental y económico que puede ocurrir por el deterioro de las condiciones sanitarias, el aumento de temperatura a nivel global y el consecuente incremento de la mortalidad de ETV como el dengue grave. |
| VARIABLES | casos de dengue grave y muertes por dengue grave |
| Origen | Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) |
| Cobertura geográfica | nacional (municipios con territorio a 1800 msnm o menos) |
| Cobertura temporal | 2010 a 2015 |
| Unidad de medida | porcentaje (%) |
| Fuente de variables | Registros primarios, registro administrativo (número de casos de dengue grave) |
| Actualización | anual |
| Marco conceptual | El dengue es una enfermedad viral febril aguda transmitida por la picadura de las hembras infectadas de <i>A. aegypti</i> y <i>A. albopictus</i> , cuya manifestación va de síndrome viral no específico a la muerte. El dengue y el dengue grave se distribuyen en territorios tropicales y subtropicales hasta 1800 msnm. El número de casos de dengue grave o hemorrágico ha crecido rápidamente desde su aparición en el país, pasando de 5.2 por 100,000 habitantes en la década de los 90 a 18.1 en los últimos cinco años. Durante la ola invernal atípica de 2010 y 2011 se presentó la mayor epidemia de dengue en el país con una letalidad de 2.3% y 4.3%. Los datos de letalidad del país reflejan las dificultades de las entidades territoriales de salud para hacer frente al control social y químico del vector y, por otro lado, las falencias en la calidad de la atención de los pacientes con dengue, que se manifiestan en las altas cifras de letalidad que ocurren en algunas zonas del país. |
| Cálculo | Proporción simple para cada municipio que toma en cuenta los registros consolidados anualmente de casos y muertes por dengue grave tomados semanalmente por las UPGD (INS 2014b). Para cada municipio se calcula anualmente: $LDG = \left(\frac{\text{muertes por LDG}}{\text{casos de dengue grave}} \right) \times 100$ |
| Interpretación | Los municipios son ordenados de acuerdo al valor del indicador y distribuidos en cinco cuantiles con igual número de municipios en cada uno. Cuanto mayor es el valor del indicador, mayor es el impacto de la expansión de los vectores del dengue en la salud de la población, mayor su sensibilidad y menor el efecto de las medidas de adaptación (principalmente las referidas a tratamiento). |
| Limitaciones | Es posible que haya un subregistro de casos de dengue grave de la población rural dispersa ubicadas en entidades territoriales periféricas. En algunas zonas del país las UPGD no reportan los datos a tiempo. Los datos para el cálculo del indicador están disponibles en el portal de Internet del SIVIGILA. |
| Referencias | DNP (2014a), INS (2014b), Malagón et al. (2011), Naciones Unidas (2016) |

Tasa anual de mortalidad por Enfermedades Diarreicas Agudas en menores de 5 años (TMxEDA < 5 años)

| | |
|-----------------------|---|
| Sectores prioritarios | salud pública |
| Pertinencia | Indicador de impacto, forma parte del protocolo de vigilancia en salud pública. En Colombia, la enfermedad diarreica aguda (EDA) ocupa el segundo lugar de morbi-mortalidad en la población menor de cinco años. El seguimiento de este indicador permite tomar medidas oportunas en materia de adaptación a la variabilidad y el cambio climático para disminuir el impacto social, ambiental y económico que se prevé por el deterioro de las condiciones sanitarias y el consecuente incremento de enfermedades como EDA (INS 2014c, MSPS 2013). Los efectos de la salud del cambio climático incluyen el exacerbamiento de enfermedades por modificación de las temperaturas y del régimen de precipitación (Contraloría General de la República 2014). La EDA en menores de 5 años es una enfermedad prevenible. En Colombia su prevención se relaciona a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 (buena salud, que incluye poner fin a las muertes evitables de recién nacidos y de niños menores de 5 años y a las enfermedades transmitidas por el agua), 6 (agua limpia y saneamiento) y 13 (acción climática, que incluye medidas urgentes en las políticas, estrategias y planes nacionales para combatir el cambio climático y sus efectos). |
| Objetivo | Identificar en conjunto el nivel del impacto del cambio en la disponibilidad de agua limpia y saneamiento en la salud de grupos muy sensibles de la población y los efectos de las medidas de adaptación. |
| VARIABLES | número de defunciones por EDA en menores de 5 años, población de menores de 5 años |
| Origen | Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), DANE |
| Cobertura geográfica | nacional |
| Cobertura temporal | 2010 a 2015 |
| Unidad de medida | defunciones de menores de 5 años x 100,000 habitantes |
| Fuente de variables | Registros primarios, registro administrativo (número de defunciones); registros secundarios de información, proyecciones anuales de población a partir de censos de población |
| Actualización | anual |
| Marco conceptual | La OMS define EDA como “la presencia de tres o más deposiciones en 24 horas, con una disminución de la consistencia habitual y una duración menor de 14 días. Son los lactantes y niños menores de cinco años los más predispuestos a desarrollar la enfermedad, y a presentar complicaciones como sepsis, deshidratación y muerte”. El desarrollo de EDA está relacionado con condiciones deficientes de agua potable y saneamiento. |
| Cálculo | Proporción simple para cada municipio que toma en cuenta los registros consolidados anualmente de defunciones por EDA en menores de 5 años tomados semanalmente por las UPGD (SIVIGILA) y las proyecciones de población de ese grupo de edad. Para cada municipio se calcula anualmente: |
| | $TMxEDA = \left(\frac{\text{muertes de menores de 5 años por EDA}}{\text{población proyectada de menores de 5 años}} \right) \times 100,000$ |
| Interpretación | Los municipios son ordenados de acuerdo al valor del indicador y distribuidos en cinco cuantiles con igual número de municipios en cada uno. Cuanto mayor es el valor del indicador, mayor es el impacto de las condiciones ambientales en la salud infantil. |
| Limitaciones | Es posible que haya un subregistro de defunciones por EDA de la población rural dispersa ubicadas en entidades territoriales periféricas. En algunas zonas del país las UPGD no reportan los datos a tiempo. Los datos para el cálculo del indicador están disponibles en los portales de Internet del SIVIGILA y DANE. |
| Referencias | Contraloría General de la República (2014), DANE (2011), INS (2014c), MSPS (2013) |

Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento (IVH)

| Sectores prioritarios | agua | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|----------|-------|-------|----------|----------|--|--|----------|------|-------|------|----------|-----|----------|-------|-------|------|----------|----------|------|-------|-------|------|------|------|----------|------|------|-------|------|------|------|----------|------|-------|-------|-------|
| Pertinencia | Índice de vulnerabilidad (combinación de sensibilidad y capacidad adaptativa), se asume como un proxy de índice de riesgo. Forma parte del SIRH. Está relacionado con estos objetivos de la Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico (MAVDT 2010a): 1: <i>Conservar los ecosistemas naturales y procesos hidrológicos de los que depende la oferta de agua en el país</i> , incluye tres estrategias: conocimiento (entendimiento del funcionamiento y relaciones de los ecosistemas y los procesos hidrológicos de los cuales depende la oferta hídrica), planificación (lineamientos para la gestión y el uso sostenible del agua) y conservación (preservación y restauración de ecosistemas estratégicos para la regulación del recurso hídrico); 2: <i>Caracterizar, cuantificar y optimizar la demanda de agua en el país</i> , incluye también tres estrategias en líneas similares al anterior: conocimiento (seguimiento a consumo del agua), planificación (gestión integral del recurso hídrico en los principales sectores productivos) y conservación (uso eficiente y sostenible del agua). Además, el conocimiento de la vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico está relacionado a las siguientes metas de los ODS: 6. Agua limpia y saneamiento (todas las metas), 13. Acción climática (todas las metas) y 15. Proteger los bosques y luchar contra la desertificación: en especial en las metas relacionadas con la conservación, el restablecimiento y uso y gestión sostenible de ecosistemas terrestres (montañas, zonas áridas) y ecosistemas de agua dulce (humedales). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Identificar el efecto resultante de la variación en la capacidad de retención y regulación hídrica (indicador de sensibilidad, relacionado a las características biofísicas de un territorio) y de la eficiencia en el uso del agua (indicador de capacidad adaptativa). Este efecto se refleja la fragilidad del sistema hídrico para mantener la oferta de agua. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables | Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH) e Índice de Uso del Agua (IUA) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Origen | IDEAM, Subdirección de Hidrología | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | nacional (por SZH) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de medida | adimensional | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente de variables | Registros secundarios de información (estimaciones) a partir de registros de estaciones de monitoreo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actualización | cada 4 años | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marco conceptual | El IVH presenta una síntesis del estado de las SZH, desde la variabilidad de la oferta hídrica natural y el análisis de las condiciones uso del recurso hídrico, expresadas en presiones y afectaciones por contaminación. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo | Relación de rangos del IRH y del IUA, provista por el IDEAM (2010, capítulo 8) para cada una de las SZH del país, definidas por la misma institución: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="5">IUA</th> </tr> <tr> <th>muy bajo</th> <th>bajo</th> <th>medio</th> <th>alto</th> <th>muy alto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th rowspan="4">IRH</th> <th>Muy bajo</th> <td>medio</td> <td>medio</td> <td>alto</td> <td>muy alto</td> <td>muy alto</td> </tr> <tr> <th>Bajo</th> <td>medio</td> <td>medio</td> <td>alto</td> <td>alto</td> <td>alto</td> </tr> <tr> <th>Moderado</th> <td>bajo</td> <td>bajo</td> <td>medio</td> <td>alto</td> <td>alto</td> </tr> <tr> <th>Alto</th> <td>muy bajo</td> <td>bajo</td> <td>medio</td> <td>medio</td> <td>medio</td> </tr> </tbody> </table> | | | IUA | | | | | muy bajo | bajo | medio | alto | muy alto | IRH | Muy bajo | medio | medio | alto | muy alto | muy alto | Bajo | medio | medio | alto | alto | alto | Moderado | bajo | bajo | medio | alto | alto | Alto | muy bajo | bajo | medio | medio | medio |
| | | | | IUA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | muy bajo | bajo | medio | alto | muy alto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IRH | Muy bajo | medio | medio | alto | muy alto | muy alto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Bajo | medio | medio | alto | alto | alto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Moderado | bajo | bajo | medio | alto | alto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Alto | muy bajo | bajo | medio | medio | medio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación | El índice se puede calcular para las cabeceras municipales. Cuanto mayor es la calificación del indicador, mayor es la fragilidad del sistema para mantener la oferta del agua, principalmente ante periodos largos de estiaje o eventos de ENOS. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Limitaciones | La información para el cálculo de las variables proviene principalmente de la red de monitoreo de referencia nacional del IDEAM, aunque hay aportes de las redes regionales de monitoreo de las autoridades ambientales, de empresas de servicios de agua potable y de concesiones de requerimientos hídricos (IDEAM 2015). Esto, sumado a la que la cartografía básica del IGAC tiene diferentes escalas de referencia, hace que los datos no sean homogéneos para todo el país. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Referencias | CTA et al. (2015), IDEAM (2010), IDEAM (2011b), IDEAM (2015), MAVDT (2010a), MADS (2012), MADS (2014) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Riesgo de red vial primaria frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos

| Sectores prioritarios | infraestructura (vías terrestres) | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|-----------------------------|---------------------------|-----------|-----------|----------|---|------|---|-------|---|------|---|---------|---|
| Pertinencia | Indicador de exposición. El indicador está basado en el plan de adaptación del sector, que prevé que en el 2040 habrá implementado acciones de adaptación en todas las vías existentes del país y será pionero en la construcción de nuevas vías compatibles con el clima. | | | | | | | | | | | | | | |
| Objetivo | Identificar el nivel del riesgo de las vías terrestres ante eventos extremos mediante combinación de estimaciones de amenazas, exposición y vulnerabilidad | | | | | | | | | | | | | | |
| Variables | amenazas, exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa | | | | | | | | | | | | | | |
| Origen | Ministerio de Transporte | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura geográfica | nacional | | | | | | | | | | | | | | |
| Cobertura temporal | 2015 | | | | | | | | | | | | | | |
| Unidad de medida | adimensional | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente de variables | Registros primarios y secundarios de información | | | | | | | | | | | | | | |
| Actualización | no definida | | | | | | | | | | | | | | |
| Marco conceptual | <p>El indicador, elaborado por el Ministerio de Transportes et al. (2014) es innovador porque considera los elementos de riesgo definidos por el IPCC (2014). Se desarrolló el análisis del riesgo a los eventos hidrometeorológicos de la red vial primaria del país considerando el riesgo como la suma de los siguientes elementos (4D Elements 2015):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amenazas o cambios en el clima representan que pueden llegar a afectar la red vial en el país a través de la variabilidad climática observada con mayor intensidad en los fenómenos del Niño y la Niña, y el cambio en la temperatura y la pluviosidad prevista para los próximos 100 años • Exposición o presencia de la red vial donde puede ser afectada por la manifestación de una amenaza, debido a las características del terreno • Vulnerabilidad, que es asimismo la suma a de la sensibilidad a ser afectado negativamente por las amenazas y de su capacidad adaptativa para anticipar, mitigar o recuperarse de los efectos de los disturbios o afectaciones de forma eficiente y oportuna. | | | | | | | | | | | | | | |
| Cálculo | <p>Media ponderada para cada municipio que toma en cuenta el área de la red vial primaria y el mapa de riesgos al cambio climático de la red vial primaria de Colombia (Ministerio de transporte et al. 2014). La fórmulas de cálculo es:</p> $N = \sum_{i=1}^n (X * NR)$ <p>donde: X = proporción del área del municipio correspondiente a cada zona de riesgo N = media ponderada de los valores del indicador NR = valor del nivel de riesgo asignado (ver 4D Elements 2015) i = valor inicial o límite inferior n = valor final o límite superior</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>categoría o nivel de riesgo</th> <th>valor del nivel de riesgo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>no aplica</td> <td>no aplica</td> </tr> <tr> <td>muy bajo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>bajo</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>medio</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>bajo</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>crítico</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Los municipios son ordenados de acuerdo al valor de su media ponderada y distribuidos en cinco cuantiles con igual número de municipios en cada uno. La categoría "No aplica" incluye las Áreas no Municipalizadas.</p> | categoría o nivel de riesgo | valor del nivel de riesgo | no aplica | no aplica | muy bajo | 1 | bajo | 2 | medio | 3 | bajo | 4 | crítico | 5 |
| categoría o nivel de riesgo | valor del nivel de riesgo | | | | | | | | | | | | | | |
| no aplica | no aplica | | | | | | | | | | | | | | |
| muy bajo | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| bajo | 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| medio | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| bajo | 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| crítico | 5 | | | | | | | | | | | | | | |
| Interpretación | Cuanto mayor es el valor del indicador, se estima que mayor es el riesgo de la red vial primaria a sufrir daños y pérdidas por eventos hidrometeorológicos extremos. | | | | | | | | | | | | | | |
| Limitaciones | La información aún no está disponible públicamente. Se recomienda contrastar este indicador con indicadores de pérdidas como el valor del patrimonio vial afectado. | | | | | | | | | | | | | | |
| Referencias | 4D Elements (2015), Ministerio de Transporte et al. (2014), IPCC (2014) | | | | | | | | | | | | | | |

Referencias

- 4D Elements (2015) Análisis de riesgo de la red vial primaria de Colombia frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos. Documento de trabajo. Bogotá DC.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2014) Cali en cifras 2013. Cali, Colombia: Departamento Administrativo de Planeación.
- Alcaldía Mayor de Bogotá (2010) Densidades Urbanas. El caso de Bogotá. Bogotá Ciudad de Estadísticas. Boletín No. 22. Bogotá DC: Secretaría Distrital del Planeación.
- Banco Mundial (2012) Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia: un aporte para la construcción de políticas pública. Bogotá DC: Banco Mundial. Disponible en <http://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>
- Bates BC, Kundzewicz ZW, Wu S, Palutikof JP (eds.) (2008) El cambio climático y el agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Ginebra: IPCC. Disponible en <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-sp.pdf>
- Bland LM, Keith DA, Miller RM, Murray NJ, Rodríguez JP (eds.) (2016) Guidelines for the application of IUCN Red List of Ecosystems Categories and Criteria, Version 1.0. Gland, Suiza: IUCN.
- Bogotá Cómo Vamos (2013) Informe de Calidad de Vida en Bogotá, 2012. Bogotá DC: El Tiempo, Fundación Corona, Universidad Javeriana, Cámara de Comercio de Bogotá.
- Brázdil R, Kundzewicz ZW, Benito G (2010) Historical hydrology for studying flood risk in Europe. *Hydrological Sciences Journal* 51:739-764.
- Cabrera E, Vargas DM, Galindo G, García MC, Ordoñez MF, Vergara LK, Pacheco AM, Rubiano JC, Giraldo P (2011) Memoria Técnica: Cuantificación de la tasa de deforestación para Colombia, periodo 1990-2000, 2000-2005. Bogotá: IDEAM. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13817/Memoria+T%C3%A9cnica+Deforestaci%C3%B3n+.pdf/5f2741b4-ffa1-4b58-b986-f2fbefd6d006>
- Cali Cómo Vamos (2013) Informe de Calidad de Vida en Cali, 2012. Cali, Colombia: Cámara de Comercio de Cali, Fundación Alvar Alice, El País, Universidad Autónoma de Occidente, Casa Editorial El Tiempo, Fundación Corona, Cámara de Comercio.
- Carter JG, Cavan G, Connelly A, Guy Simon, Handley J, Kazmierczak A (2015) Climate change and the city: building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning* 95:1-66.
- CEPAL (2007) Metadatos BADEIMA - Base de Estadísticas e Indicadores del Medio Ambiente. Proceso de actualización 2007. Disponible en <http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/deype/noticias/BaseDatos/2/20992/P20992.xml&xsl=/deype/tpl/p13f.xsl&base=/deype/tpl/top-bottom.xsl>
- Chaparro P, Padilla J (2012) Mortalidad por paludismo en Colombia, 1979-2008. *Biomédica* 32: 95-105.
- CIAT (2013) Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura en la región Andina de Colombia. Políticas en Síntesis 13. Cali, Colombia: CIAT.
- CIAT, REGATTA, PNUMA (2014) Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura y del recurso hídrico en los Andes de Colombia, Ecuador y Perú. Cali, Colombia: CIAT.
- Cogley JG, Hock R, Rasmussen LA, Arendt AA, Bauder A, Braithwaite RJ, Jansson P, Kaser G, Möller M, Nicholson L, Zemp M (2011) Glossary of glacier mass balance and

- related terms, IHP-VII Technical Documents in Hydrology No. 86, IACS Contribution No. 2, Paris: UNESCO-IHP. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001925/192525E.pdf>
- Congreso de Colombia (2015) Ley 1753 de 2015 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”. Bogotá DC: Diario Oficial 49.538.
- Contraloría General de la República (2014) Adaptación al Cambio Climático en Colombia. Recuperado el 19 de febrero de 2016 de http://www.contraloriagen.gov.co/documents/155638087/176477732/Adaptacion_al_Cambio_Climatico_en_Colombia.pdf/6fb6c5e4-6981-4dc8-987a-8f72a3f3ed06
- CTA, GSI-LAC, COSUDE, IDEAM (2015) Evaluación multisectorial de la Huella Hídrica en Colombia. Resultados por subzonas hidrográficas en el marco del Estudio Nacional del Agua 2014. Medellín, Colombia: CTA. Disponible en http://www.andi.com.co/Ambiental/Documents/HH_ENA2014.pdf
- DANE (2011) Proyecciones de población. Recuperado el 19 de Febrero de 2016, de <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>
- DNP (2004b) CONPES 3305 de 2004. Lineamientos para optimizar la política de desarrollo urbano. Bogotá, DC: DNP.
- DNP (2010) CONPES 3680 de 2010. Lineamientos para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Bogotá, DC: DNP.
- DNP (2011) Índice de Pobreza Multidimensional (IPM-Colombia) 1997-2008 y meta del PND para 2014. Recuperado el 1 de Mayo de 2016, de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/Índice%20de%20Pobreza%20Multidimensional%20\(IPM-Colombia\)%201997-2008.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/Índice%20de%20Pobreza%20Multidimensional%20(IPM-Colombia)%201997-2008.pdf)
- DNP (2012a) Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Marco conceptual y lineamientos. Bogotá DC: DNP, IDEAM, MADS, UNGRD.
- DNP (2012b) CONPES 3718 de 2012 Política Nacional de Espacio Público. Bogotá, DC.
- DNP (2014a) Informe de seguimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio 2014. Bogotá DC: DNP. Disponible en https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/09%20Informe%20ODM_versi%C3%B3n_dise%C3%B1o.pdf
- DNP (2014b) Evaluación del desempeño integral de los municipios y distritos, vigencia 2013. Informe nacional de resultados leyes 152 de 1994, 617 de 2000 y 715 de 2001. Bogotá DC.
- DNP (2015a) Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018. Versión preliminar para discusión del Consejo Nacional de Planeación. Bogotá DC: DNP. Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/prensa/bases%20plan%20nacional%20de%20desarrollo%202014-2018.pdf>
- DNP (2015b) Desempeño fiscal de los departamentos y municipios 2014. Recuperado el 28 de abril de 2016, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Desempeño%20Fiscal%202014.pdf>
- DNP (2015c) Orientaciones para realizar la evaluación de desempeño integral municipal, vigencia 2014. Bogotá DC: Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible. Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Orientaciones%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20Desempeño%20Integral%20Municipal%202014.pdf>

- DNP (sin fecha) Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones. Recuperado el 1 de Mayo de 2016, de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Social/IPM%20por%20municipio%20y%20dpto%202005%20%28Incidencias%20y%20Privaciones_F%29.xls
- Dudley N (ed.) (2008) Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza: UICN. Disponible en <https://portals.iucn.org/library/efiles/edocs/paps-016-es.pdf>
- Estrada L, Moreno S (2014) Análisis espacial de la Pobreza Multidimensional en Colombia a partir del Censo de Población de 2005. Bogotá DC: DANE.
- Etter A, McAlpine C, Possingham H (2007) A historical analysis of the spatial and temporal drivers of landscape change in Colombia since 1500. *Annals of the American Association of Geographers* 98:2-23.
- Francou B, Pouyand B, Bucher R, Cáceres B, Chazarin J-P, Chevallier P, L'Hôte Y, Machaca A, Maisincho L, Mendoza J, Ramirez J, Soruco A, Taupin J-D, Wagnon P (2004) Métodos de observación de glaciares en los Andes tropicales: mediciones de terreno y procesamiento de datos Versión I, Great Ice. IRD.
- Francou B, Vincent C (2007) Les glaciers a l'épreuve du climat. IRD, Marsella, Francia.
- Gómez CE, Ojeda E, Álvarez CM, Sánchez R, Otero J, Carrillo H, Castro CE, Palacios A, Camacho MA (2010) Protocolo de degradación de suelos y tierras por desertificación. Bogotá DC: IGAC, IDEAM, MAVDT. Disponible en http://www.ideam.gov.co/documents/11769/241818/20120814_Protocolo_desertificacion.pdf/c34ac460-215b-4cb8-8ffe-a8f9218e2bac
- IDEAM (2010) Estudio Nacional del Agua 2010. Bogotá DC: IDEAM.
- IDEAM (2011a) Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000. Bogotá DC: IDEAM.
- IDEAM (2011b) Lineamientos técnicos para la guía nacional de modelación del recurso hídrico - componente agua superficial continental. Bogotá DC: IDEAM.
- IDEAM (2015) Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá DC: IDEAM.
- IDEAM, CONIF (2009) Desarrollo del mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal, a partir de información temática e información complementaria y el aplicativo informático para automatizar las posteriores actualizaciones (informe final). Bogotá DC: IDEAM.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, Cancillería (2015) Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100, herramientas científicas para la toma de decisiones, estudio técnico completo - Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogotá DC: IDEAM.
- IGAC, CORPOICA (2002) Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia. Bogotá DC.
- IGAC, MADR, MADS, MVCT, INCODER, IDEAM (2012) Conflictos de uso del territorio colombiano, escala 1:100.000. Bogotá DC.
- INS (2014a) Protocolo de Vigilancia en Salud Pública. Malaria. Recuperado el 5 de abril de 2016 de <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos%20SIVIGILA/PRO%20Malaria.pdf>
- INS (2014b). Protocolo de Vigilancia en Salud Pública. Dengue. Recuperado el 5 de abril de 2016 de <http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos%20SIVIGILA/PRO%20Dengue.pdf>

- INS (2014c) Protocolo de Vigilancia en Salud Pública. Mortalidad por Enfermedad Diarreica Aguda en < 5 años (EDA). Recuperado el 19 de febrero de 2016 de:
<http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos%20SIVIGILA/PRO%20EDA.pdf>
- INVEMAR (2003) Definición de la vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe, Insular y Pacífico) y medidas para su adaptación. Informe técnico. INVEMAR: Santa Marta.
- IPCC (2013). Cambio Climático 2013, bases físicas. Contribución del grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [Stocker TF, Qin D, Plattner GK, y colaboradores (eds.)]. Cambridge, Cambridge University Press.
- IPCC (2014) Cambio Climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Contribución del grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Resumen para responsables de políticas ed.). Cambridge, Cambridge University Press.
- Jaramillo Villa U, Cortés-Duque J, Flórez-Ayala C (eds.) (2015) Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen I. Bogotá DC: IAVH.
- Klein RJT, Nicholls RJ (1999) Assessment of coastal vulnerability to climate change. *Ambio* 28: 182–187.
- Lau C, Jarvis A, Ramírez J (2013) Agricultura Colombiana: Adaptación al Cambio Climático. CIAT Políticas en Síntesis 1. Cali, Colombia: CIAT.
- MADR (2016a) Clima y Sector Agropecuario Colombiano. Adaptación para la Sostenibilidad Productiva. Bogotá, DC: MADR, CIAT, CCAFS. Disponible en <http://www.aclimatecolombia.org>
- MADR (2016b) Apoyos directos - Instrumentos de financiamiento. Recuperado el 3 de mayo de 2016, de <https://www.minagricultura.gov.co/atencion-ciudadano/preguntas-frecuentes/Paginas/Apoyos-Directos.aspx>
- MADS (2012) Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE). Bogotá DC: MADS. Disponible en <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/documentos/pngibse-espaol-web.pdf>
- MADS (2014) Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico. Bogotá DC: MADS. Disponible en https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Plan-de-ordenamiento-del-Recurso-Hidrico/GUIA_TECNICA_PORH.pdf
- MADS (2015) Respuestas a los comentarios presentados frente al anteproyecto de contribución prevista y determinada a nivel nacional (INDC) en materia de cambio climático. Recuperado el 3 de mayo de 2016, de https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_CO_P21/2015_2_Sept_Respuesta_Comentarios_INDC.pdf
- Malagón J, Padilla J, Rojas D (2011) Guía de Atención Clínica Integral del paciente con Dengue. *Infectio* 15: 293-301.
- MAVDT (2010a) Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá DC: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Disponible en <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Presen>

- taci%C3%B3n_Pol%C3%ADtica_Nacional_-_Gesti%C3%B3n_libro_pol_nal_rec_hidrico.pdf
- MAVDT (2010b) Decreto 2372 de 2010 del 1 de julio de 2010. Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las Categorías de Manejo que lo Conforman y se Dictan otras Disposiciones.
- Ministerio de Medio Ambiente (1994) Decreto 1277 de 1994 Por el cual se organiza y establece el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. Disponible en http://www.ideam.gov.co/documents/24024/26918/C_Users_JGomez_Documents_decreto+1277+de+94.pdf/ae4bf6b1-f1c9-42bb-9550-643f5958b019
- Ministerio de Transporte, INVIAS, ANI, CDKN (2014) Plan Vías-CC: Vías compatibles con el clima. Plan de adaptación de la red vial primaria de Colombia. Bogotá DC.
- MSPS (2013) Análisis de Situación de Salud según Regiones Colombia. Recuperado el 19 de febrero de 2016 de <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/Análisis%20de%20situación%20de%20salud%20por%20regiones.pdf>
- MSPS, INS (2013) Informe Epidemiológico Nacional 2012, Enfermedades transmitidas por vectores. Bogotá DC: MSPS, INS, Subdirección de Vigilancia y Control en Salud Pública.
- MSPS, INS, OPS (2010) Guía para la atención clínica integral del paciente con Malaria. Bogotá, DC: MSPS, INS, OPS.
- MSPS, INS, OPS (2011a) Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de Malaria. Bogotá, DC: Ministerio de Salud y Protección Social.
- MSPS, INS, OPS. (2011b). Gestión para la vigilancia entomológica y control para la transmisión de Dengue. Bogotá, DC: Ministerio de Salud y Protección Social.
- Naciones Unidas (2016) Objetivos de Desarrollo Sostenible Colombia. Recuperado el 30 de marzo de 2016, de <http://nacionesunidas.org.co/ods/>
- Nicholls RJ, Hoozemans FMJ, Marchand M (1999) Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses. *Global Environmental Change* 9, Supplem: S69–S87.
- Olano V, Brochero E, Saenz R, Quiñonez M, Molina J (2001) Mapas preliminares de la distribución de especies de Anopheles vectores de malaria en Colombia. *Biomédica* 21: 402-408.
- OPS (2013). Incidencia de dengue en las Américas hasta semana epidemiológica (SE 52). Disponible en <http://www.paho.org/hq/images/stories/AD/HSD/CD/Dengue/2013-cha-incidencia-dengue-americas-map.jpg>
- Padilla J, Rojas D, Sáenz-Gómez R (2012) Dengue en Colombia: Epidemiología de la reemergencia a la hiperendemia. Bogotá DC.
- PNUD (2010) Gestión de riesgo urbano. Nueva York: PNUD. Disponible en http://www.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/crisis-prevention-and-recovery/urban_risk_management.html
- Presidencia de la República de Colombia (1974) Decreto Ley 2811 de 1974. Diario Oficial No. 34243 del 18 de diciembre de 1974 por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.

- Presidencia de la República de Colombia (1998) Decreto 1504 de 1998 Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial. Bogotá, DC.
- Presidencia de la República de Colombia (2015) Decreto 2179 de 2015 Por medio del cual se modifica el Decreto 1071 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural, en lo relacionado con la definición de Pequeño Productor para los fines de la Ley 16 de 1990. Bogotá, Colombia: Diario Oficial 49693.
- Puyravaud J-P (2003) Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management* 177: 593-596.
- Quiroga Martínez R (2005) Estadísticas del medio ambiente en América Latina y el Caribe: avances y perspectivas. Series Manuales 43. División de Estadística y Proyecciones Económicas. Santiago de Chile: CEPAL. Disponible en http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5609/S05629_es.pdf
- Restrepo C (2014) Informe final Paludismo, año 2013. Bogotá DC: INS, Grupo de Enfermedades Transmitidas por Vectores, Subdirección de Vigilancia y Control en Salud Pública.
- Secretaría General de la Comunidad Andina (2008) Manual de estadísticas ambientales andinas. Lima: Secretaría General de la Comunidad Andina. Disponible en http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/7/44607/Indicadores_CAN_completo.pdf
- Servicio Geológico Colombiano (2015) Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa. Bogotá DC: Servicio Geológico Colombiano. Disponible en <http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/spa/doc19663/doc19663.htm>

Anexo 1. Relación de los indicadores con Objetivos de Desarrollo Sostenible

| | ODS (PNUD) | Plan de Desarrollo 2014-18 | Otras políticas país |
|---|----------------|--|----------------------------|
| Cambio proyectado de la precipitación media anual | 13b | Crecimiento verde (obj.1,3) | |
| Cambio proyectado de la temperatura media anual | 13b | Crecimiento verde (obj.1,3) | |
| Susceptibilidad de inundación por ascenso del nivel del mar | 13b | Crecimiento verde (obj.1,3) | |
| Escorrentía hídrica superficial | 6, 12, 13b, 15 | | PNGIRH (obj. 1) PNGIBSE |
| Susceptibilidad a inundación continental | 13b | Crecimiento verde (obj. 3) | |
| Susceptibilidad a desertificación | 13b,15 | | |
| Índice de aridez | 6, 13b, 15 | | PNGIRH (obj.1) |
| Pérdida o retroceso de glaciares | 6, 13b, 15 | | PNGIRH (obj. 1, 13 y 15) |
| Densidad poblacional en municipios con reporte de ETV | 3 | Movilidad social (obj.2) | PNSP |
| Índice Parasitario Anual de malaria | 3,6,13 | Movilidad social (obj.2) | PNSP |
| Tasa de Incidencia de Dengue | 3,6,13 | Movilidad social (obj.2) | PNSP |
| Cambio de aptitud climática para los cultivos principales | 2 | | |
| Tasa de cambio de cobertura arbórea | 15 | | ILAC |
| Susceptibilidad de la vegetación natural a incendios | 15 | | |
| Riesgo de colapso de ecosistemas terrestres | 15 | | UICN Conv. Div.Bio |
| Susceptibilidad a eventos de remoción de masa | 13 | | |
| Conflicto de uso del territorio | 15 | Crecimiento verde (obj.1, 2) Transformación del campo | |
| Índice de Pobreza Multidimensional | 1 | Sin pobreza extrema | |
| Índice de Retención y Regulación Hídrica | 6, 13,15 | | PNGIRH (obj. 1) |
| Densidad de Población Urbana | 11 | | POT PDU |
| Cobertura del Sistema Nacional de Áreas Protegidas | 15 | | PNGIBSE Conv. Div.Bio |
| Tasa de deforestación/regeneración | 15 | | BADEIMA |
| Proporción de pequeños productores que acceden a créditos agropecuarios | 2 | Transformación del campo (obj.4) | Política Colombia Siembra |
| Diversidad de cultivos | 2 | Crecimiento verde | |

| | | | |
|--|------------|--|--------------------------------------|
| Índice del Uso del Agua | 6 | Crecimiento verde (obj. 2) | PNGIRH (obj. 1, 2) PNGIBSE |
| Índice de Agua no Retornada a la Cuenca | 6,12,13,15 | Crecimiento verde (obj. 2) | PNGIRH (obj. 2) PNGIBSE |
| Índice de Presión Hídrica al Ecosistema | 6,12,13,15 | Crecimiento verde (obj. 2) | PNGIRH (obj. 2) PNGIBSE |
| Índice de Eficiencia en el Uso del Agua | 6,12,13,15 | Crecimiento verde (obj. 2) | PNGIRH (obj. 2) PNGIBSE |
| Índice de Calidad del Agua | 3,6 | | PNGIRH (obj. 2) PNGIBSE |
| Densidad de habitantes por zonas verdes | 11 | Movilidad social (obj. 5) | PNEP |
| Índice de Desempeño Integral municipal | 11 | | Planes de desarrollo Ley 715 de 2001 |
| Tasa anual de mortalidad por malaria | 3 | Movilidad social (obj. 2) | PNSP |
| Letalidad anual por dengue grave | 3 | Movilidad social (obj. 2) | |
| Tasa anual de mortalidad por Enfermedades Diarreicas Agudas en menores de 5 años | 3,6,13 | Movilidad social (obj. 2) | |
| Índice de Vulnerabilidad Hídrica por Desabastecimiento | 6, 13, 15 | | PNGIRH (obj. 1, 2) |
| Riesgo de red vial primaria frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos | 9 | Infraestructura estratégica (obj.4, 6) | PNAC |

BADEIMA Base de Datos de Estadísticas e Indicadores de Medio Ambiente
Conv. Div. Bio Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica ILAC Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible
OMS Organización Mundial de la Salud
PDU Política de Desarrollo Urbano
PNAC Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
PNAP Plan Nacional de Salud Pública
PNEP Política Nacional de Espacio Público
PNGIBSE política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos
PNGIRH Política Nacional de Gestión Integral del Recurso Hídrico
POT Planes de Ordenamiento Territorial de Bogotá y Cali