

República de Colombia
Índice de Agua no Retornada a la Cuenca (IARC)
(Hoja metodológica versión 1,0)

Identificación del Indicador	
Contexto nacional o internacional en la que se encuentra	Estudio Nacional del Agua ENA - Huella Hídrica Se enmarca en el Estudio Nacional del Agua (ENA) y pertenece a la batería de indicadores del Sistema de Información Ambiental de Colombia -SIAC. A partir de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico – PNGIRH se concibe el sistema de indicadores hídricos, que reflejan el estado de las situaciones que, en un enfoque sistémico con visión integral, son determinantes para la toma de decisiones en el marco de la Gestión Integral de Recursos Hídricos – GIRH (MAVDT, 2010).
Tema de referencia	Agua - Huella Hídrica Azul
Código de identificación para Indicadores de Iniciativas Internacionales (ID)	WS _{blue} : Blue Water Scarcity Index (ver interpretación)
Unidad de medida	Adimensional
Periodicidad	<input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Diario <input checked="" type="checkbox"/> Otra, cuál: <u>Cuatrienal</u>
Cobertura geográfica	<input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Departamental <input type="checkbox"/> Municipal <input checked="" type="checkbox"/> Otra, cuál: <u>Subzona hidrográfica</u>
Cobertura temporal	ENA 2014 (Año base 2012) ENA 2018 (Año base 2016)

Descripción del Indicador	
Definición	El índice de agua no retornada a la cuenca IARC es el valor numérico que califica en una de seis categorías, la relación entre la Huella Hídrica Azul generada por los sectores económicos presentes en una subzona hidrográfica j en un periodo de tiempo t y la oferta hídrica superficial disponible para un periodo t . Se refiere al “Índice de escasez de agua azul”, denominado en el Manual de Huella Hídrica (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011) publicado por la Red de Huella Hídrica (Water Foot print Network) como “Blue Water Scarcity Index”. Su definición y cálculo corresponde a la metodología propuesta en dicho manual; no obstante, desde el ENA 2014 (IDEAM, 2015) y para el contexto nacional, se propuso una modificación a su nombre, con el fin de conseguir coherencia y armonía con el trabajo previo desarrollado sobre índices relativos al agua en estudios nacionales anteriores, quedando incluido en el grupo de indicadores de presión al recurso hídrico bajo la denominación de “Índice de Agua no Retornada a la Cuenca - IARC”.
Pertinencia	Finalidad / Propósito El indicador refleja la capacidad que tienen las subzonas hidrográficas para sostener los consumos de agua generados por las actividades económicas que se desarrollan en una subzona hidrográfica, entendiendo por consumo de agua el volumen extraído y que no retorna. En el caso que una subzona hidrográfica presente un estado de crítico, significa que ésta ya agotó su disponibilidad de agua superficial para satisfacer los requerimientos hídricos de las actividades económicas que se desarrollan en dicha subzona.
Metas / Estándares	Ninguna
Marco conceptual	Los objetivos 1 (OFERTA) y 2 (DEMANDA) establecidos en la Política Nacional para la Gestión Integrada del Recurso Hídrico PNGIRH , proponen en primera medida garantizar la protección de los ecosistemas claves para la regulación hídrica; en segundo lugar, se define la necesidad de caracterizar la demanda de agua en el país. Bajo estos dos objetivos, el IDEAM en el marco del Estudio Nacional del Agua ENA, tomó la decisión de incluir en la batería de indicadores el Índice de Agua no Retornada a la Cuenca IARC, como un indicador complementario al Índice de Uso del Agua IAU, en la medida que el IARC analiza los consumos de agua (volumen de agua extraída que no retorna al sistema donde fue previamente extraído) con relación a la oferta hídrica superficial disponible. En el caso del IUA se considera solamente la extracción de agua como tal. El índice de agua no retornada a la cuenca IARC es un reflejo de la vulnerabilidad asociada a la extracción y no retorno del agua (consumo de agua) que hacen las actividades económicas en una subzona hidrográfica. Numéricamente corresponde a la relación entre la Huella Hídrica Azul generada por los sectores económicos y la oferta hídrica superficial disponible, evidenciando aquellas unidades de análisis que presentan una situación de alerta respecto a su capacidad de satisfacer las necesidades de agua azul demandada en el territorio. La Huella Hídrica Azul se estima espacialmente para las subzonas hidrográficas definidas en el país para un período de un año.

	<p>Los valores calculados del indicador se comparan con los establecidos en una tabla de interpretación que permiten calificar el índice de agua no retornada a la cuenca de forma descriptiva como cierto nivel de presión (muy bajo, bajo, moderado, alto, muy alta o crítico). La comparación temporal de la vulnerabilidad reflejada por el índice IARC simplifica la interpretación, la identificación de tendencias y la toma de decisiones por cuenta de las diferentes autoridades. Los valores del indicador pueden ser geográficamente referenciados en mapas, asociándolos al polígono que identifica la ubicación de las subzonas hidrográficas.</p>
<p>Fórmula de cálculo</p>	<p>La fórmula de cálculo del indicador es la siguiente:</p> $IARC_{j,t} = \frac{\sum HHA_{j,t}}{OHD_{j,t}}$ <p>De donde:</p> <p>$IARC_{j,t}$= es el índice de agua no retornada a la cuenca de una subzona hidrográfica j durante el periodo de tiempo t</p> <p>$HHA_{j,t}$= corresponde a la sumatoria de la Huella Hídrica Azul de los sectores económicos (agrícola, pecuario, piscícola, doméstico, industrial, energético, minero, hidrocarburos, servicios, construcción) presentes en una subzona hidrográfica j durante el periodo de tiempo t</p> <p>$OHD_{j,t}$= representa la oferta hídrica superficial disponible de la subzona hidrográfica j durante el periodo de tiempo t</p>
<p>Metodología de cálculo</p>	<p>El indicador se calcula a partir de la estimación de la Huella Hídrica Azul de los diferentes sectores económicos presentes en una subzona hidrográfica y se relaciona con la oferta hídrica superficial disponible de dicha subzona para el mismo periodo de tiempo.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Huella Hídrica Azul Agrícola <p>Para estimar la HHA del sector agrícola se consideran dos aspectos, el consumo de agua de riego de los cultivos y las actividades de postcosecha.</p> <p>La metodología de estimación de HHA se aplicó para los cultivos agrícolas y los pastos ganaderos y se basa en la cuantificación de los requerimientos hídricos y en la estimación de la cantidad de agua que disponible de manera natural en el territorio de referencia, la diferencia, en el caso en el cual hay déficit, se asocia al agua requerida por sus necesidades de evapotranspiración, según sus características fenológicas, las condiciones climáticas y el tipo de suelos. El requerimiento hídrico del cultivo hace referencia, en la mayoría de cultivos, al agua necesaria para evitar estrés hídrico y para el caso de análisis en la aplicación de HHA en agricultura en el marco del ENA, responde a la hipótesis máxima del volumen de agua requerido para cubrir completamente con el requerimiento hídrico de cultivo. Algunos cultivos se producen bajo practica agrícola de secano (por lo que el cálculo de agua asociada a cubrir el requerimiento hídrico que debería ser suministrada por riego, es cero). Estos cultivos sufrirán eventualmente de estrés hídrico, dependiendo de la condición climática, lo cual es en algunos casos deseable desde el</p>

punto de vista de producción (floración del café y su relación con el déficit hídrico. Cenicafé, 2010), parte de la práctica agrícola asociada a la condición climática de la zona de cultivo (arroz de secano) o cultivos en cuya práctica agrícola tradicional no reciben riego (coco, fique). Para pastos pecuarios, asociados a ganadería extensiva, no se considera riego, solamente se considera en los pastos y forrajes agrícolas con objetivo pecuario.

La HHA para las actividades agrícolas de post cosecha, hace referencia al consumo de agua (superficial y subterránea), en las etapas posteriores a la recolección de la cosecha. Por ejemplo, en el caso del café corresponde al beneficio, en el banano hace referencia al lavado y desinfección de la fruta, y por último, en el caso de la palma de aceite, el agua que es empleada en algunos procesos de calderas. Los conceptos y metodología para estimar la HHA de la post cosecha, corresponden a los reportados en Hoekstra et al (2011) y el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia CTA, et al (2013a y 2013b). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa el modelo de cálculo empleado para estimar la HHA del sector agrícola post cosecha:

Ecuación 1.

$$HHA_{cultivo-post} = Uso\ Agua \times FHHA$$

De donde:

$HHA_{cultivo-post}$ = Huella Hídrica Azul de la postcosecha (m³/año)

Uso Agua= Uso de Agua estimada en el capítulo de demanda (m³/año)

FHHA= Factor que corresponde al agua usada que no retorna a la fuente hídrica – agua consumida, este valor cambia de acuerdo al uso del agua que se da en la postcosecha de los diferentes cultivos (adimensional)

- **Huella Hídrica Azul Pecuaría**

La HHA para las actividades pecuarias, hace referencia al consumo de agua (superficial y subterránea), en las actividades de consumo de agua del animal, el agua empleada en el aseo de los sitios de alojamiento de los animales y, por último, se considera el agua consumida en la etapa de sacrificio. Los conceptos y metodología para estimar la HHA del sector pecuario, corresponden a los reportados en Hoekstra et al (2011) y el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia CTA, et al (2013a y 2013b). En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa el modelo de cálculo empleado para estimar la HHA del sector pecuario y en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa el modelo de cálculo para estimar la HHA del ganado bovino, el cual se aplica también a las actividades porcícola y avícola:

Ecuación 2.

$$HHA_{pecuaría} = HHA_{bovina} + HHA_{porcícola} + HHA_{avícola}$$

Ecuación 2.1. (aplicado también a las actividades porcícola y avícola)

$$HHA_{bovina} = CAA + Agua\ lavado \times FHH_{lavado} + Agua\ sacrificio \times FHH_{sacrificio}$$

De donde:

$HHA_{pecuaria}$ = Huella Hídrica Azul pecuaria (m³/año)

HHA_{bovina} = Huella Hídrica Azul de la actividad bovina (m³/año)

$HHA_{porcícola}$ = Huella Hídrica Azul de la actividad porcícola (m³/año)

$HHA_{avícola}$ = Huella Hídrica Azul de la actividad avícola (m³/año)

CAA = consumo de agua del animal (m³/año)

$Agua\ lavado$ = agua usada para el lavado de los sitios de alojamiento (m³/año)

FHH_{lavado} = Porcentaje de agua usada en el lavado del alojamiento que no retorna (adimensional)

$Agua\ sacrificio$ = agua usada en el sacrificio del animal (m³/año)

$FHH_{sacrificio}$ = Porcentaje de agua usada en el sacrificio que no retorna

- **Huella Hídrica Azul Piscícola**

La HHA para el sector piscícola, hace referencia a la evaporación de agua en los tanques de cultivo y en menor medida al agua incorporada en el producto, que para este caso son los peces. Sin embargo, se tomó como base de cálculo la metodología desarrollada por FEDEACUA et al (2015). En la Ecuación 3 se observa el modelo de cálculo para estimar la HHA piscícola:

Ecuación 3.

$$HHA_{piscícola} = Producción_{municipal} \times FHH$$

De donde:

$HHA_{piscícola}$ = Huella Hídrica Azul piscícola por departamento (m³/año)

$Producción_{municipal}$ = Producción piscícola por municipio (ton/año)

FHH = Valor estimado de la HHA por unidad producida (m³/ton)

- **Huella Hídrica Azul Doméstica**

El análisis del indicador de HHA para el componente doméstico, parte de entender las actividades cotidianas de la población en las cuales se utiliza agua y cuanta de ésta retorna a las fuentes hídricas donde previamente fue extraída. Actividades como el aseo personal, preparación de alimentos, lavado de ropa o el almacenamiento en embalses para uso doméstico se consideran para el cálculo de la HHA que toma como base, la información reportada ante las respectivas entidades de control o de acuerdo a criterios técnicos de diseño de los sistemas de acueducto y saneamiento. La base conceptual y metodológica para el cálculo de la HHA azul tuvo como soporte la metodología

desarrollada por Hoekstra et al (2011) y el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia CTA, et al (2013a y 2013b). El cálculo se realizó a nivel municipal a partir de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.:**

Ecuación 4.

$$HHAd = \sum Uso\ Agua_{municipio} \times FNR$$

De donde:

HHAd = Huella hídrica azul municipal doméstica (m³/año)

Uso Agua_{municipio} = Uso de agua anual por municipio (m³/año)

FNR = Factor de no retorno, porcentaje de agua que no retorna a la cuenca (es adimensional)

Adicional al valor de huella hídrica estimado considerando el consumo en los municipios, también se consideró la HHA azul de los embalses para uso doméstico. La metodología de cálculo de la huella hídrica de embalses se describe posteriormente. La HHA total doméstica por Subzona Hidrográfica (SZH), se calculó de la siguiente manera (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.5:**

Ecuación 5.

$$HHAdszh = HHAdszh + HHAdeszh$$

De donde:

HHAdszh= huella hídrica azul del componente doméstico distribuido por subzona hidrográfica, (m³/año)

HHAdszh= huella hídrica azul distribuida por subzona hidrográfica correspondiente al consumo de agua de los municipios, (m³/año)

HHAdeszh= huella hídrica azul distribuida por subzona hidrográfica correspondiente a los embalses para uso doméstico, (m³/año)

- **Huella Hídrica Azul Servicios**

La HHA para el sector servicios tiene un comportamiento similar al cálculo de la HHA del sector doméstico, ya que el uso de agua en este sector también corresponde a actividades domésticas. Por lo tanto, la base conceptual y metodológica para el cálculo de la HHA corresponde a la misma presenta en la viñeta anterior.

- **Huella Hídrica Azul Industria Manufacturera**

Para realizar los cálculos de HHA del sector industrial manufacturero, se adoptó la misma base de datos del ENA 2014 que corresponde al Registro Único Ambiental (RUA), sistema de información de las Corporaciones Autónomas Regionales donde las empresas reportan variables asociadas a la producción y a la caracterización de sus vertimientos. Tomando como base la metodología propuesta por Hoekstra et al (2011) y los estudios de huella hídrica elaborados por el CTA, et al (2013a y 2013b), se estimó la HHA del sector

industrial – manufacturero. El cálculo de la HHA consiste en determinar el volumen de agua que ingresa a un proceso productivo y que queda contenido en el producto o que se evapora en la elaboración del mismo. Este indicador se estima partiendo de los datos del volumen de agua que ingresa a la empresa y el volumen de agua vertido. Se asume que la diferencia en el volumen de agua en la entrada y salida del proceso productivo corresponde al agua contenida en el producto y/o evaporada, esta diferencia es la HHA. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.6** se presenta el modelo de cálculo:

Ecuación 6.

$$HHAi = VolAC - VolAV$$

De donde:

HHAi = Huella hídrica azul por establecimiento (m³/año)

VolAC = Volumen total de agua captado por establecimiento (m³/año)

VolAV = Volumen total de agua vertido por establecimiento (m³/año)

- **Huella Hídrica Azul Construcción**

Para realizar los cálculos de HHA del sector construcción, se toma como base la información consultada y sistematizada por el equipo técnico de demanda hídrica (información del SIRH). La base conceptual y metodológica, es la misma que se empleó para estimar la HHA del sector industrial manufacturero Hoekstra et al (2011) y los estudios de huella hídrica elaborados por el CTA, et al (2013a y 2013b). Para estimar la HHA del sector construcción se adoptó el factor de HHA promedio obtenido en el sector industrial, el cual indica que la HHA representa el 33% del agua usada o demandada. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.7** se presenta el modelo de cálculo):

Ecuación 7.

$$HHAc = Vol Agua usada \times FHH$$

De donde:

HHAc = Huella hídrica azul del sector construcción (m³/año)

Vol Agua usada = Volumen total de agua usada por el sector construcción (m³/año)

FHH = Porcentaje de agua que no retorna a las fuentes hídricas (adimensional)

- **Huella Hídrica Azul Energía**

Considerando que el sector de generación de energía en Colombia está conformado básicamente por hidroenergía y termoeléctricas, se presenta el enfoque conceptual y metodológico para ambas fuentes energéticas. En términos conceptuales y metodológicos en ambos casos, se tomó como base la metodología de Hoekstra et al (2011), sin embargo, el modelo del cálculo estuvo basado en los estudios realizados por el CTA (2013a y 2013b). La ecuación general para estimar la huella hídrica azul asociado a la generación hidroenergética es la siguiente (ver Ecuación 8):

Ecuación 8.
$$HHAe = \frac{E \times AIE}{1000 \text{ (factor conversión de unidades)}}$$

De donde:

HHAe = Huella hídrica azul por embalse (m³/mes)
E = Evaporación mensual en el embalse (mm/mes)
AIE = área inundada mensual del embalse (m²)

Para estimar la evaporación mensual, se tuvieron en cuenta las siguientes alternativas:

- Consulta en el IDEAM de las estaciones con tanques evaporímetros. Fue necesario aplicar un factor de corrección a los datos, ya que la evaporación en un tanque es mayor que en un embalse, según la literatura se propone multiplicar la evaporación medida por 0,7.
- HIDROSIG: sistema de información geográfica, el cual contiene información climática para toda Colombia con una resolución espacial de 1 minuto. Se utilizó para obtener datos de radiación solar y evaporación.
- Cálculo de la evaporación con la ecuación de Turc (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.9**):

Ecuación 9. Modelo de Turc
$$E = K \left(\frac{T}{T + 15} \right) (R_g + 50)$$

De donde:

K= constante igual a 0.4 para meses de 30 a 31 días y 0.37 para el mes de febrero
T= temperatura media mensual en °C
Rg= radiación solar media en el suelo (cal/cm² día).

Para determinar el área inundada de los embalses, se definieron tres estrategias de acuerdo a la información consultada y/o suministrada por las empresas administradoras y/o propietarias de los embalses.

- **Estimación del área con las curvas volumen – cota – área:** para esta estrategia fue necesario disponer de los volúmenes útiles para cada uno de los meses del periodo de estudio y de las curvas de calibración volumen – cota – área. A partir del volumen almacenado, se define en la curva la correspondiente cota, y con ésta última se define el área inundada por mes.
- **Estimación del área con las curvas volumen – cota:** algunas de las empresas suministraron la curva volumen – cota, también es necesario tener disponibles los volúmenes útiles para cada uno de los meses del periodo de estudio. En este caso lo

que se calcula es una relación entre la diferencia de volumen útil entre dos meses y la diferencia de sus respectivas cotas para ese mismo periodo de tiempo.

- **Consulta del área de inundación:** para los embalses que no suministraron el volumen útil y/o las curvas de calibración, se consultó estudios donde se definiera el área inundada, con la desventaja que dicha área no presenta variación mensual, por lo que la variabilidad de la huella hídrica en estos casos solo depende de la variación en la evaporación.

Es importante aclarar que no todos los embalses tienen como propósito la generación de energía, algunos de ellos son para el abastecimiento doméstico, para los sistemas de riego o para usos múltiples. Por tal motivo, a las empresas se les consultó el uso de los embalses y los respectivos porcentajes que corresponden a ellos con el fin de distribuir la huella hídrica en sus respectivos sectores. Los resultados de HHA se realizaron por embalse, pero fueron llevados a SZH que es la escala definida para el estudio.

En cuanto a la estimación de HHA para las termoeléctricas, el primer paso fue identificar el tipo de combustible que utilizan ya que los procesos y por ende el consumo de agua son diferentes. El segundo paso consistió en aplicar un factor de HHA (m^3 agua/GWh) relacionado al tipo de combustible utilizado. Este factor se obtuvo del estudio publicado por la River Network Report (Wilson et al, 2012). El modelo de cálculo utilizado fue (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.0** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.1**):

Ecuación 10.

$$HHA_{\text{termoeléctrica carbón}} = \text{Indicador}_{\text{carbón}} \times \text{generación de energía}$$

Ecuación 21.

$$HHA_{\text{termoeléctrica gas}} = \text{Indicador}_{\text{gas}} \times \text{generación de energía}$$

De donde:

$HHA_{\text{termoeléctrica carbón}}$ = huella hídrica azul de una central térmica a base de carbón (m^3 /año)

$\text{Indicador}_{\text{carbón}}$ = m^3 de agua consumidos por GWh de energía generada a partir de carbón

generación de energía = generación anual de energía de las termoeléctricas que utilizan carbón o gas (GWh)

$HHA_{\text{termoeléctrica gas}}$ = huella hídrica azul de una central térmica a base de gas (m^3 /año)

$\text{Indicador}_{\text{gas}}$ = m^3 de agua consumidos por GWh de energía generada a partir de gas

- **Huella Hídrica Azul Petróleo**

La base conceptual y metodológica para el cálculo de la HHA tiene como soporte la metodología desarrollada por Hoekstra et al (2011). De acuerdo con las características de la información de producción de petróleo el modelo de cálculo es el siguiente (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.2**):

Ecuación 12.

$$HHA_{campo\ petrolero} = Indicador \times Producción\ Anual_{campo\ petrolero}$$

De donde:

$HHA_{campo\ petrolero}$ = Huella hídrica azul extracción de petróleo (m³/año)

$Producción\ Anual_{campo\ petrolero}$ = producción anual por campo petrolero (Barriles de petróleo/año)

$Indicador$ = m³ de agua consumidos por barril de petróleo

- **Huella Hídrica Azul Minería (oro y carbón)**

La información para la estimación de la huella hídrica de la minería de la extracción y beneficio del oro y carbón, se obtuvo de la base de datos suministrada por la UPME, la cual a su vez recopila información de diferentes estudios que la entidad ha elaborado para estos dos minerales. La base conceptual y metodológica para el cálculo de la HHA tiene como soporte la metodología desarrollada por Hoekstra et al (2011) y el estudio Guía metodológica para la evaluación de la Huella Hídrica del sector minero colombiano (UPME – CTA, 2016). De acuerdo a las características de la información registradas en la base de datos de la UPME, el modelo de cálculo para estimar la HHA es el siguiente (ver Ecuación 33):

Ecuación 33. $HHA_{carbón} = Indicador \times Producción\ Anual_{municipio}$

De donde:

$HHA_{carbón}$ = Huella hídrica azul para la extracción y beneficio de carbón (m³/año)

$Producción\ Anual_{municipio}$ = producción anual de carbón por municipio (toneladas/año)

$Indicador$ = m³ de agua consumidos por tonelada de carbón extraído y beneficiado

Para el caso de la extracción y beneficio de oro, se utiliza la misma Ecuación 33, la única diferencia es el indicador de HHA, el cual es diferente para ambos minerales

- **Estimación del IARC**

Una vez determinada la HHA de todos los sectores económicos y la Oferta Hídrica Disponible OHD (el equipo de hidrología se encarga de estimar este valor), se relaciona

	<p>la HHA multisectorial y la OHD por SZH. El cálculo del IARC se realiza a partir de la Ecuación 44:</p> <p>Ecuación 44. Índice de Agua no Retornada a la Cuenca</p> $IARC = \frac{\sum HHA}{OHD_{Año_Medio}}$ <p>De donde:</p> <p>IARC: Índice de Agua no retornada a la cuenca (SZH).</p> <p>$\sum HHA$: Huella hídrica azul multisectorial por SZH en un periodo de tiempo “t”, en volumen/tiempo.</p> <p>$OHD_{Año_Medio}$: Oferta Hídrica Disponible en Año medio que determina la cantidad de agua azul en la SZH para el periodo de tiempo “t”, en volumen/tiempo.</p>																																			
<p>Interpretación</p>	<p>Los valores optativos que pueden llegar a tomar el índice han sido clasificados en seis categorías, de acuerdo a las cuales se califica la capacidad que tienen las subzonas hidrográficas para sostener actividades económicas en función de la oferta hídrica superficial disponible. Como señal de alerta, a cada nivel de amenaza se le ha asignado un color. En la siguiente tabla se registra la relación entre valores y calificación:</p> <table border="1" data-bbox="581 936 1325 1226"> <thead> <tr> <th>Rango IARC</th> <th>R</th> <th>G</th> <th>B</th> <th>Categoría</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IARC < 0,01</td> <td>0</td> <td>165</td> <td>182</td> <td>Muy bajo</td> </tr> <tr> <td>0,01 < IARC < 0,1</td> <td>145</td> <td>200</td> <td>80</td> <td>Bajo</td> </tr> <tr> <td>0,1 < IARC < 0,2</td> <td>234</td> <td>230</td> <td>72</td> <td>Moderado</td> </tr> <tr> <td>0,2 < IARC < 0,5</td> <td>255</td> <td>170</td> <td>0</td> <td>Alto</td> </tr> <tr> <td>0,5 < IARC < 1,0</td> <td>255</td> <td>85</td> <td>0</td> <td>Muy Alto</td> </tr> <tr> <td>IARC > 1,0</td> <td>168</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>Crítico</td> </tr> </tbody> </table> <p>A mayor valor del Índice, mayor es la categoría en la que se clasifica y mayor la calificación de la amenaza que representa.</p> <p>Adicionalmente es importante resaltar que este indicador es equivalente al “Índice de escasez de agua azul” o “Blue Water Scarcity Index”.</p>	Rango IARC	R	G	B	Categoría	IARC < 0,01	0	165	182	Muy bajo	0,01 < IARC < 0,1	145	200	80	Bajo	0,1 < IARC < 0,2	234	230	72	Moderado	0,2 < IARC < 0,5	255	170	0	Alto	0,5 < IARC < 1,0	255	85	0	Muy Alto	IARC > 1,0	168	0	0	Crítico
Rango IARC	R	G	B	Categoría																																
IARC < 0,01	0	165	182	Muy bajo																																
0,01 < IARC < 0,1	145	200	80	Bajo																																
0,1 < IARC < 0,2	234	230	72	Moderado																																
0,2 < IARC < 0,5	255	170	0	Alto																																
0,5 < IARC < 1,0	255	85	0	Muy Alto																																
IARC > 1,0	168	0	0	Crítico																																
<p>Restricciones Limitaciones</p>	<p>La implementación de diferentes metodologías para la estimación de la oferta hídrica disponible en las distintas versiones del Estudio Nacional del Agua, genera cambios en el indicador, lo que dificulta su comparación para diferentes años.</p> <p>En la estimación de la oferta hídrica disponible no se considera el agua subterránea, lo que puede generar un sobredimensionamiento del indicador.</p> <p>Para estimar la Huella Hídrica Azul multisectorial se requiere información detallada de cada uno de los sectores económicos (industrial, minero, petrolero, energético, doméstico y agropecuario), esto representa una dificultad para la estimación del indicador ya que se depende de muchas entidades, organizaciones y gremios para acceder a la información. Adicionalmente, las constantes modificaciones en la captura y sistematización de la información dificultan su comparación en el tiempo.</p>																																			

Facilidad de obtención	<input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Difícil
	<p>El proceso de obtención, consolidación y procesamiento de los datos representa un importante reto por la complejidad de gestión de información secundaria. El procesamiento de información para el cálculo del indicador ejecutado por el IDEAM requiere de varios procesos de depuración, validación y estimación. La sistematización de la información por parte de las entidades no necesariamente se ajusta a los requerimientos del indicador, por lo que en determinados casos se deben realizar suposiciones, a partir del conocimiento experto o análisis de información.</p> <p>¿Por qué?:</p>

<u>Responsable del Indicador</u>	
Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM
Dependencia	Subdirección de Hidrología
Nombre del funcionario	Nelson Omar Vargas Martínez
1 Cargo	Subdirector de Hidrología
Correo electrónico	nvargas@ideam.gov.co
Teléfono	57 (1) 3527160 ext. 1500
Dirección	Calle 25 D No. 96 B – 70, Piso 2, Bogotá D.C. Colombia

Ubicación principal para la consulta del Indicador

Nombre	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá D.C.: IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá D.C.: IDEAM.
Física	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Centro de Documentación, Calle 25 D No. 96 B - 70 Bogotá D.C. Horario de atención: lunes a viernes 8:00am a 4:00pm.
URL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio Nacional del Agua – 2014: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/023080.html 2. Estudio Nacional del Agua – 2018: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023858/023858.html http://www.ideam.gov.co/web/agua/anexos-estudio-nacional-del-agua-2018 3. Geovisor y catálogo de mapas del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC: http://sig.anla.gov.co:8083/ http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas 4. Geovisor Institucional IDEAM: http://visor.ideam.gov.co/geovisor/#!/profiles/4

Fuente de las Variables		
V1	Nombre de la variable	$HH_{j,t}$ corresponde a la sumatoria de la Huella Hídrica Azul de los sectores económicos (agrícola, pecuario, piscícola, doméstico, industrial, energético, minero, hidrocarburos, servicios, construcción) presentes en una subzona hidrográfica j durante el periodo de tiempo t .
	Tipo	<p>Registro primario de información</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Censo</p> <p><input type="checkbox"/> Muestra</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Registro administra</p> <p><input type="checkbox"/> Teledetección</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Estación de monito</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Otro, cual: Gremios energéticos, industriales y agropecuarios, UPME, ANH, DANE, UPRA</p> <hr/> <p>Registro secundario de información</p> <p><input type="checkbox"/> Estimaciones directas</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Estimaciones indirectas</p>

	<input type="checkbox"/> Otro, cual: <u>Módulos de consumo</u>
Frecuencia de medición	<input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Diario <input checked="" type="checkbox"/> Otra, cual: <u>Cuatrenial</u>
Ubicación para consulta	
Nombre	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá D.C.: IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá D.C.: IDEAM.
Física	IDEAM. Calle 25D No. 96B – 70, Piso 2, Bogotá D. C. Colombia.
URL	1. Estudio Nacional del Agua – 2014: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/023080.html 2. Estudio Nacional del Agua – 2018: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023858/023858.html http://www.ideam.gov.co/web/agua/anexos-estudio-nacional-del-agua-2018 3. Geovisor y catálogo de mapas del Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC: http://sig.anla.gov.co:8083/ http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas 4. Geovisor Institucional IDEAM http://visor.ideam.gov.co/geovisor/#!/profiles/4
Responsable	
Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM
Dependencia	Subdirección de Hidrología
Nombre del funcionario	Nelson Omar Vargas Martínez

	Cargo	Subdirector de Hidrología
	Correo electrónico	nvargas@ideam.gov.co
	Teléfono	57 (1) 3527160 ext. 1500
	Dirección	Calle 25 D No. 96 B – 70, Piso 2, Bogotá D.C. Colombia
V2	Nombre de la variable	$OHD_{j,t}$ = representa la oferta hídrica superficial disponible de la subzona hidrográfica j durante el periodo de tiempo t
	Tipo	<p>Registro primario de información</p> <p><input type="checkbox"/> Censo</p> <p><input type="checkbox"/> Muestra</p> <p><input type="checkbox"/> Registro administrativo</p> <p><input type="checkbox"/> Teledetección</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Estación de monitoreo</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Otro, cual: <u>Modelaciones hidrológicas</u></p> <p>Registro secundario de información</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Estimaciones directas</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Estimaciones indirectas</p> <p><input type="checkbox"/> Otro, cual: _____</p>
	Frecuencia de medición	<p><input type="checkbox"/> Anual</p> <p><input type="checkbox"/> Semestral</p> <p><input type="checkbox"/> Trimestral</p> <p><input type="checkbox"/> Mensual</p> <p><input type="checkbox"/> Diario</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Otra, cual: <u>Cuatrerial</u></p>
	Ubicación para consulta	
	Nombre	<p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2001). Estudio nacional del agua: balance hídrico y relaciones oferta demanda en Colombia, indicadores de sostenibilidad proyectados al año 2015 y 2025. Bogotá D.C.: IDEAM.</p> <p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2008). Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia, Estudio nacional del agua: Relaciones de demanda de agua y de oferta hídrica. Bogotá D.C.: IDEAM.</p> <p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2010). Estudio Nacional del Agua 2010. Bogotá D.C.: IDEAM.</p>

	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá D.C.: IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá D.C.: IDEAM.
Física	IDEAM. Calle 25D No. 96B – 70, Piso 2, Bogotá D. C. Colombia.
URL	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudio Nacional del Agua – 2000: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019252/019252.html 2. Estudio Nacional del Agua – 2008: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/020962/020962.htm 3. Estudio Nacional del Agua – 2010: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/021888.htm 4. Estudio Nacional del Agua – 2014: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/023080.html 5. Estudio Nacional del Agua – 2018: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023858/023858.html http://www.ideam.gov.co/web/agua/anexos-estudio-nacional-del-agua-2018
Responsable	
Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM
Dependencia	Subdirección de Hidrología
Nombre del funcionario	Nelson Omar Vargas Martínez
Cargo	Subdirector de Hidrología
Correo electrónico	nvargas@ideam.gov.co
Teléfono	57 (1) 3527160 ext. 1500
Dirección	Calle 25 D No. 96 B – 70, Piso 2, Bogotá D.C. Colombia.

Observaciones Generales

El cálculo del indicador requiere una dedicación importante de tiempo relacionado a la obtención, sistematización y análisis de la información que deben aportar las diferentes entidades y agremiaciones que representan los sectores económicos en Colombia

Bibliografía

ANH – Agencia Nacional de Hidrocarburos (2016). Producción fiscalizada de petróleo por campo en superficie (barriles promedio por día calendario - bpdc). Revisión Julio de 2018. Obtenido de: <http://www.anh.gov.co/Operaciones-Regalias-y-Participaciones/Sistema-Integrado-de-Operaciones/Paginas/Estadisticas-de-Produccion.aspx>.

Asociación Colombiana del Petróleo ACP (2014). Indicadores de gestión ambiental del sector hidrocarburos de Colombia.

Colombia. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Bogotá, D.C.: Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010. 124 p.

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.

De Miguel, A., Hoekstra, A. Y., García-Calvoa, E. (2015). Sustainability of the water footprint of the Spanish pork industry. *Ecological Indicators* 57 (2015) 465–474

FAO; GIZ. Guía Metodológica para la Huella de Carbono y la Huella de Agua en la Producción Bananera. San José de Costa Rica.,2017. 140p

FEDEACUA, AUNAP, CINARA. (2015). Desarrollo de una metodología específica para medición de la huella hídrica como indicador de sostenibilidad en la producción de tilapia, trucha y cachama, con implementación en un proyecto demostrativo en el Valle del Cauca. Santiago de Cali. 105p.

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). The Water Footprint Assessment Manual. Febrero 2011. Earthscan. <http://doi.org/978-1-84971-279-8>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá D.C.: IDEAM.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM (2016). Registro Único Ambiental RUA. Bogotá: IDEAM.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá: ideam: 452 pp.

Lemoalle, J. (2008.) Water productivity of aquatic systems. Final report for the Project: Improved fisheries productivity and management in tropical reservoirs, CP-PN34: Challenge Program on Water and Food and the WorldFish Center, Penang, Malaysia, 32 p.

Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2010) The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products, Value of Water Research Report Series No. 48, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.

MVCT - Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017). Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento Básico, RAS. Resolución 0330/2017. Colombia.

Orjuela L. C., López M. O. (2013). Hoja metodológica del indicador Índice de alteración potencial de la calidad del agua (Versión 1,00). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 14p.

Pérez, M. A., Hurtado, I.C., Restrepo., Bonilla, S.P., Calderón, A. R. (2017). Metodología para la medición de la huella hídrica en la producción de tilapia, cachama y trucha: Estudios de caso para el Valle del Cauca (Colombia). Ingeniería y Competitividad, Volumen 19, No. 2, p. 109 - 120 (2017)

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Oficio Institucional) [2014, 9 de abril].

UPME - Unidad de Planeación Minero Energética (2016). Generación energética en Colombia. Revisión Junio de 2018. Obtenido de: [http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fGeneraci%C3%B3n%2fGeneraci%C3%B3n+\(Gerencial\)](http://www.upme.gov.co/Reports/Default.aspx?ReportPath=%2fSIEL+UPME%2fGeneraci%C3%B3n%2fGeneraci%C3%B3n+(Gerencial))

UPME - Unidad de Planeación Minero Energética (2016). Guía metodológica para la evaluación de la huella hídrica del sector minero colombiano. Revisión Junio de 2018. Obtenido de: http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/EstudiosPublicaciones/Huella_Hidrica.pdf

Wilson, W. Leipzig, T. y Griffiths, B. (2012). Burning our rivers: The water footprint of electricity: Portland: River Network Report.

Información sobre la Hoja Metodológica

Fecha	Versión	Datos del autor o de quien ajustó la hoja metodológica	Descripción de los ajustes
01/06/2020	1,0	<p>Nombre funcionario: Nelson Omar Vargas Martínez</p> <p>Cooperante: Juan Esteban González Valencia Diego Arévalo Uribe</p> <p>Cargo: Subdirector de Hidrología Cooperación Cosude-IDEAM-CTA-GSI para Subdirección de Hidrología</p> <p>Dependencia: Subdirección de Hidrología</p> <p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM</p> <p>Correo electrónico: nvargas@ideam.gov.co diego@goodstuffinternational.com</p>	<p>Elaboración hoja metodológica</p>



IDEAM Instituto de Hidrología,
Meteorología y
Estudios Ambientales

		<p>Teléfono: 57 (1) 3527160 ext. 1500</p> <p>Dirección: Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 2. Subdirección de Hidrología. Bogotá D.C.</p> <p>Cítese como: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2020). Hoja metodológica del <i>Índice de Agua no Retornada a la Cuenca</i> (Versión 1,00). 19 p.</p>	
--	--	--	--

