



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en Colombia
Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE



Huella de Agua (ISO 14046) en América Latina

Análisis y recomendaciones para una coherencia regional

Centro de
Análisis de Ciclo de Vida
y Diseño Sustentable



Coordinación y autores líderes:

Andrés Martínez	Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable – CADIS (México)
Juan Pablo Chargoy	Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable – CADIS (México)
Maly Puerto	Embajada de Suiza en Colombia – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE (Colombia)
Nydia Suppen	Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable – CADIS (México)
Diana Rojas Orjuela	Embajada de Suiza en Colombia – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE (Colombia)

Autores contribuyentes:

Alejandro Conza	Agualimpia (Perú)
Ana García	Entidad Mexicana de Acreditación – EMA (México)
Andrea Vera	Fondo Nacional del Agua – FONAG (Ecuador)
Bárbara Civit	Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza - UTN FRM (Argentina)
Carlos Naranjo	Gaia S.A. (Colombia)
Carlos Toro	Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales - CNPMLTA (Colombia)
Carole Farell	Comisión Nacional del Agua – CONAGUA (México)
Claudia Díaz	Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras – CNP+LH (Honduras)
Claudia Peña	Addere R&T (Chile)
Cristian Grisales	Mansarovar Energy Colombia Ltd. (Colombia)
Daniel Ayes	Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras – CNP+LH (Honduras)
Eduardo Sacayón	Universidad Rafael Landívar (Guatemala)
Elena Rosa	Universidad Central Marta Abreu de las Villas
Inés Francke	Natura (Brasil)
Jenny Victoria	Solar Projects (Colombia)
João Castro	Geoklock (Brasil)
Julieth Villarraga	Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC (Colombia)
Laura Barrantes	Instituto Nacional de Aprendizaje – INA (Costa Rica)
Leandra Díaz	Servicios Ambientales S.A. – SASA (Bolivia)
Leonidas Carrasco	Instituto Nacional para la Investigación Agropecuaria – INIA (Uruguay)
Luis Rodríguez	Ministerio de Ambiente y Energía - MINAE (Costa Rica)
Manuel González	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica – INTECO (Costa Rica)
Noemí Petrocelli	Centro Nacional de Producción Más Limpia de Panamá – CNMPL (Panamá)
Pablo Lloret	Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito – EPMAPS (Ecuador)
Rita Monteiro	Universidad de Sao Paulo. Instituto de Energía y Ambiente - LAB ACV (Brasil)
Rony Laura	Agualimpia (Perú)
Sebastián Papi	Consultor independiente (Chile)
Seidy Alfaro	Ente Costarricense de Acreditación – ECA (Costa Rica)
Simon Gmünder	Quantis (Colombia)
Valeria Revilla	Servicios Ambientales SA – SASA (Bolivia)
Verónica Charlón	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA (Argentina)

Autores participantes:

Carmen Parrado	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (Colombia)
Claudia Galleguillos	Fundación Chile (Chile)
Jacobo Carrizales	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC (Colombia)
Julio Giraldo	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación – ICONTEC (Colombia)
María Argudo	Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito – EPMAPS (Ecuador)
Martha Rodriguez	Organismo Nacional de Acreditación de Colombia – ONAC (Colombia)
Nohra León	Universidad Nacional de Colombia - UNAL (Colombia)
Patricia Güereca	Instituto de Ingeniería - Universidad Nacional Autónoma de México – II-UNAM (México)

Se sugiere citar el presente documento como se muestra a continuación:

Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable CADIS, Embajada de Suiza en Colombia, Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE. Martínez A., Chargoy J., Puerto M., Suppen N., Rojas D. Autores contribuyentes: Alfaro S, Ayes D., Barrantes L., Carrasco L., Castro J., Charlón V., Civit B., Conza A., Díaz C., Díaz L., Farrell C., Francke I., García A., Gmünder S., González M., Grisales C., Laura R., Lloret P., Monteiro R., Naranjo C., Papi S., Peña C., Petrocelli N., Revilla V., Rodríguez L., Rosa E., Sacayón E., Toro C., Vera A., Victoria J., Villarraga J. (2016) Huella de Agua (ISO 14046) en América Latina, análisis y recomendaciones para una coherencia regional. 90 p.

Contenido

Índice de Figuras	vi
Índice de Tablas.....	vi
Listado de acrónimos	vii
Introducción	1
1. Definiciones.....	2
2. Antecedentes	6
2.1 Historia y evolución de la cuantificación de la huella de agua en América Latina.....	6
2.2 La Huella de Agua: norma ISO 14046.....	10
3. Recopilación de datos de inventario de huella de agua	12
3.1 Fuentes de información disponibles	12
3.1.1 Instituciones relacionadas con la gestión del agua y oficinas de estadística	12
3.1.2 Bases de datos de ciclo de vida	13
3.1.3 Otras fuentes de información	17
3.2 Confidencialidad de información y fuentes de información de acceso libre.....	21
4. Análisis de la aplicación de los métodos de evaluación de la huella de agua.....	22
4.1 Métodos de evaluación y categorías de impacto: recomendaciones de aplicación.....	22
4.2 Experiencias de regionalización de métodos de evaluación de impacto de huella de agua ..	26
5. Buenas prácticas para la comunicación de la huella de agua	28
5.1 Estrategias de comunicación de la huella de agua.....	28
5.2 Experiencia de revisión crítica y verificación de la huella de agua en América Latina	32
5.3 Acreditación de organismos para la verificación de la huella de agua	35
6. Una mirada al futuro de la Huella de Agua en América Latina	38
7. Bibliografía	41
Anexo 1. Resumen de estudios de huella hídrica y huella de agua en América Latina	44
Anexo 2. Instituciones relacionadas con la gestión del agua y oficinas de estadística en América Latina.....	64
Anexo 3. Categorías de impacto y métodos de evaluación	71

Anexo 4. Método analítico jerárquico para la toma de decisiones: métodos de evaluación de impacto de huella de agua recomendados para América Latina.....	83
Anexo 5. Propuesta de estructura de informe detallado para los estudios de huella de agua.....	87
Anexo 6. Certificación para medidores de caudal y mediciones de calidad de agua	88

Índice de Figuras

Figura 1. Evolución del concepto de huella de agua.	6
Figura 2. Fases de un estudio de huella de agua. Adaptado de ISO 14046, 2014.	10
Figura 3. Guías para el desarrollo de evaluaciones de huella de agua.	11
Figura 4. Balance de agua de un proceso (Adaptado de Fundación Chile, AguaLimpia y Embajada de Suiza en Colombia- Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE, 2016).	13
Figura 5. Esquema general del sistema de acreditación y verificación (incluye revisión crítica) de la huella de agua.	32
Figura 6. Actividades de la revisión crítica y evaluación de la conformidad de la huella de agua.	33
Figura 7. Esquema de verificación (incluye revisión crítica) desarrollado por INTECO.	33
Figura 8. Características a considerar de los servicios de verificación de la huella de agua en América Latina.	34

Índice de Tablas

Tabla 1. Sistemas analizados por país y metodología usada (ver detalle por estudio en Anexo 1).	8
Tabla 2. Bases de datos de ciclo de vida empleadas para estudios de huella de agua.	14
Tabla 3. Marco jurídico relacionado con parámetros de descargas de agua en diferentes países de América Latina.	18
Tabla 4. Ejemplo de variación de límites máximos permisible de DBO ₅ entre países de la región.	20
Tabla 5. Tipos de huella de agua	23
Tabla 6. Categorías de impacto y métodos de evaluación de punto medio recomendados para AL.	24
Tabla 7. Categorías de daño y métodos de evaluación de punto final más usados en AL.	25
Tabla 8. Requisitos para la comunicación de acuerdo con ISO/TS 14067.	29
Tabla 9. Tipos de comunicación identificados para los estudios de huella de agua.	30
Tabla 10. Tipo de comunicación recomendada para cada parte interesada en América Latina.....	31

Listado de acrónimos

ACV - Análisis del Ciclo de Vida

AL - América Latina

AWARE - Available Water Remaining (Agua Disponible Remanente)

CILCA - Conferencia Internacional de Análisis de Ciclo de Vida

COSUDE – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo

ELCD - European Life Cycle Database (Base de Datos de Ciclo de Vida Europea)

DAP – Declaración Ambiental de Producto

DALY - Disability Adjusted Life Years (Años Potencialmente Perdidos)

FAO - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

ISO - Organización Internacional de Normalización

LCA - Life Cycle Assessment (Análisis de Ciclo de Vida)

PEF - Product Environmental Footprint (Huella Ambiental de Producto)

RCP - Reglas de Categoría de Producto

ODS - Objetivos de Desarrollo Sostenible

OMS – Organización Mundial de la Salud

ONU - Organización de las Naciones Unidas

UE – Unión Europea

USLCI - United States Life Cycle Inventory Data Base (Base de Datos de Ciclo de Vida de los Estados Unidos)

WFN – Water Footprint Network (Red de Huella Hídrica)

WSI - Water Stress Index (Índice de Estrés Hídrico)

WULCA – Water Use in Life Cycle Assessment (Uso de Agua en Evaluación de Ciclo de Vida)

Introducción

El 11° Reporte de Riesgos Globales¹ publicado por el Foro Económico Mundial (World Economic Forum, 2016) indica que la crisis del agua se encuentra dentro de los diez riesgos más relevantes para la humanidad, con respecto a la probabilidad de ocurrencia y el impacto que podría generar, y constituye el mayor riesgo vislumbrado dentro de los próximos diez años. Los efectos de la crisis del agua se reflejan en las tres esferas del Desarrollo Sustentable: por un lado, genera disrupción social a través de problemáticas como daños a la salud por falta del recurso o una mala calidad del mismo, así como migraciones forzadas o conflictos entre comunidades. En el sector económico representa un riesgo para las compañías, dado que el agua es un insumo vital para muchos procesos industriales y comerciales. Finalmente, en el sector ambiental genera diversos efectos como la pérdida de biodiversidad y el consecuente colapso de los ecosistemas.

Ante esta problemática, a nivel mundial existe una demanda creciente por parte de las organizaciones, con respecto a herramientas que les permitan mejorar la gestión del agua. En particular, en América Latina, día a día aumenta el interés de las compañías por metodologías con validez internacional y reconocimiento frente a las partes interesadas, que les permitan cuantificar los impactos potenciales que generan sus actividades sobre el recurso hídrico.

La norma internacional ISO 14046: "Gestión Ambiental- Huella de agua- Principios, requisitos y directrices", publicada en 2014, resalta como una opción metodológica para evaluar el impacto potencial de productos, servicios u organizaciones al agua de manera integral, ya que toma en cuenta tanto la cantidad como la calidad del agua y un enfoque de ciclo de vida. Por su parte, la referencia técnica ISO/TR 14073 (actualmente en desarrollo) proporciona ejemplos ilustrativos de la aplicación de la norma ISO 14046. Sin embargo, debido al carácter general de dichos documentos, existe la necesidad de analizar y definir las mejores prácticas para su aplicación en América Latina, tomando en consideración aspectos de trascendencia para el contexto de la región y con ello potenciar el resultado de las inversiones de las organizaciones en materia de gestión ambiental.

De esta manera, la presente guía, más allá de describir paso a paso el desarrollo de la metodología de evaluación de huella de agua, tiene como objetivo brindar recomendaciones a todo aquel que realice una evaluación para algún producto u organización en América Latina, orientando en temas como fuentes de datos por país, métodos de evaluación de impactos potenciales recomendados y buenas prácticas para la acreditación, verificación y comunicación de los resultados.

Este documento está también dirigido a organismos de acreditación y verificación de los países de la región, instituciones de gobierno, academia, así como al sector industrial. Por su parte, los organismos de acreditación y verificación tienen el reto de generar esquemas aplicables que promuevan un aumento en la competitividad de la región. Por otro lado, el sector gubernamental requiere guías que enlisten las mejores prácticas para la obtención de indicadores ambientales. Con respecto al sector académico se identifican aquellas áreas en las que se requiere enfocar la investigación para atender temas prioritarios que permitan incrementar la representatividad de los estudios de huella de agua en la región. Finalmente, para el sector industrial, se provee una guía con respecto a las mejores prácticas para la comunicación de resultados.

¹ El Reporte de Riesgos Globales ofrece perspectivas de casi 750 expertos sobre el impacto percibido y la probabilidad de ocurrencia de 29 riesgos globales predominantes en un período de 10 años. Los riesgos están divididos en cinco categorías: económica, ambiental, geopolítica, social y tecnológica (World Economic Forum, 2016)

El documento se encuentra dividido en seis capítulos. El primer capítulo brinda las definiciones de los conceptos más relevantes para la comprensión del contenido. El segundo capítulo presenta una descripción de los antecedentes de la metodología y provee un análisis de los productos que se han evaluado en los países de la región. En el tercer capítulo se registran las recomendaciones para la recopilación de datos por país y se realiza un análisis del uso de las bases de datos y su representatividad ante el contexto regional. El cuarto capítulo establece las categorías de impacto y los métodos de evaluación recomendados para la región. El capítulo cinco describe las recomendaciones para organismos de acreditación y verificación con la finalidad de establecer esquemas competitivos y aplicables a América Latina. Finalmente, el capítulo seis ofrece un análisis del futuro de la huella de agua en la región.

Este documento surge del esfuerzo liderado por la Embajada de Suiza en Colombia – Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE, en el marco de su Programa Global del Agua, y el Centro de Análisis de Ciclo de Vida de México – CADIS; con el aporte de 43 profesionales de 13 países de la región que durante el 2016 fortalecieron una comunidad de práctica sobre la aplicación de la ISO 14046 en la región Latinoamericana. Así, este grupo entusiasta, a través de revisión y aporte al documento y una serie de reuniones, tanto vía remota como presencial, discutieron temas de relevancia que llevaron a establecer las recomendaciones que consigna este documento. El objetivo compartir la experiencia con un público ampliado y buscar la coherencia regional para la aplicación y comunicación de la huella de agua de acuerdo con ISO 14046.

1. Definiciones

A continuación, se presentan algunas definiciones de utilidad para comprender las siguientes páginas acerca de la aplicación de la metodología de evaluación de huella de agua.

Análisis de ciclo de vida: recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto a través de su ciclo de vida (ISO 14046:2014, subcláusula 3.3.5).

Cuerpo de agua: entidad de agua con características hidrológicas, hidrogeomorfológicas, físicas, químicas y biológicas definidas en un área geográfica dada. Ejemplos de cuerpos de agua son lagos, ríos, aguas subterráneas, mares, icebergs, glaciares y reservorios. (ISO 14046:2014, subcláusula 3.1.7).

Cuenca hidrográfica: área desde la cual las escorrentías de agua procedentes de precipitaciones drenan por gravedad una corriente u otro cuerpo de agua. Algunas veces se usan como sinónimo los términos: “derrames de agua”, “área de drenado”, “área de captación”, “cuenca de río”. (ISO 14046:2014, subcláusula 3.1.8).

Uso del agua: uso del agua por actividades humanas. El uso incluye, pero no está limitado a cualquier extracción o liberación del agua, así como otras actividades humanas dentro de la cuenca hidrográfica que impacte en los flujos del agua y/o en su calidad (ISO 14046:2014, subcláusula 3.2.1).

Extracción del agua: remoción antropogénica del agua de cualquier cuerpo de agua o de cualquier cuenca hidrográfica, ya sea de forma permanente o temporal (ISO 14046:2014, subcláusula 3.2.2).

Consumo de agua: término utilizado para describir el agua extraída de la cuenca hidrográfica pero no retornada a la misma. El consumo de agua puede ser debido a la evaporación, la transpiración, la integración en un producto o por liberación en una cuenca hidrológica diferente o en el mar. (Nota 2 a la entrada 3.2.1, ISO 14046:2014).

Calidad del agua: características físicas, químicas y biológicas del agua con respecto a su aptitud para el uso previsto por los humanos y los ecosistemas (ISO 14046:2014, subcláusula 3.2.4).

Degradación del agua: cambios negativos en la calidad del agua (ISO 14046, subcláusula 3.2.3).

Disponibilidad del agua: extensión en la cual los seres humanos y los ecosistemas tienen suficientes recursos de agua para sus necesidades (ISO 14046:2014, subcláusula 3.3.16).

Escasez de agua: extensión en que la demanda de agua se compara con el reabastecimiento del agua en un área sin tomar en cuenta la calidad del agua (ISO 14046:2014, subcláusula 3.3.17).

Huella de agua: métrica o métricas basadas en un análisis de ciclo de vida con las que se cuantifican los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua (ISO 14046:2014, subcláusula 3.3.1).

Evaluación integral de la huella de agua: es aquella evaluación de huella de agua que cumple con el principio de integridad, considerando todos los atributos ambientales pertinentes o aspectos del ambiente, la salud humana y los recursos relacionados con el agua, incluyendo la disponibilidad y la degradación. (ISO 14046:2014, subcláusula 3.3.3).

La cuantificación de la huella de agua de acuerdo con ISO 14046 es modular; es decir, huellas del agua de diferentes etapas del ciclo de vida pueden sumarse para representar el resultado de la huella de agua total (ISO 14046, 2014).

Huella de agua organizacional: estudio de huella de agua en el que se consideran los impactos relacionados con el agua producto de la operación de una organización, la cual puede estar compuesta por una o más instalaciones, dentro de las cuales puede haber uno o más procesos. Este tipo de estudios debe considerar el inventario directo de todas las actividades bajo el control de la organización y, además, deberá considerar todo el inventario de huella de agua indirecto debido a las actividades asociadas como por ejemplo servicios sanitarios, consumo eléctrico y de papel en oficinas administrativas, transporte de empleados, así como aquellos impactos asociados al uso y el fin de vida de los productos generados por la organización.

Categoría de impacto: clase que representa asuntos ambientales de interés a la cual se pueden asignar los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida (ISO 14046:2014, subcláusula 3.3.11).

Indicador de categoría: representación cuantificable de una categoría de impacto (ISO 14046:2014, subcláusula 3.3.12).

Factor de caracterización: factor que surge de un modelo de caracterización que se aplica para convertir el resultado del análisis del inventario de la huella de agua asignado a la unidad común del indicador de categoría (ISO 14046:2014, subcláusula 3.3.14).

Mecanismo ambiental: sistema de procesos físicos, químicos y biológicos para una categoría de impacto dada, que vincula los resultados del análisis del inventario del ciclo de vida con indicadores de categoría y con puntos finales de categoría (ISO 14046:2014, subcláusula 3.3.15).

Indicador de punto medio: Indicador de categoría que surge como resultado de un método de caracterización que sirve para la comparación de intervenciones ambientales en el nivel de la cadena causa-efecto que se encuentra entre las extracciones (entradas) y emisiones (salidas) y un nivel de daño (a los ecosistemas, a la salud humana o a los recursos).

Indicador de punto final: los indicadores de esta categoría hacen referencia a atributos o aspectos relacionados con el ambiente natural (calidad de los ecosistemas), la salud humana o los recursos de las futuras generaciones, identificando una problemática ambiental de relevancia (ISO 14044:2006). La categoría de daño a los ecosistemas se mide normalmente en unidades de pérdida de biodiversidad. La categoría de impacto en la salud humana se mide en DALY (por sus siglas en inglés) que se relaciona con el número de años perdidos por enfermedad o muerte temprana. El DALY es una unidad usada por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Finalmente, la categoría de afectación a los recursos de las futuras generaciones se relaciona con el detrimento de fuentes de agua fósil o agotamiento de otras fuentes, y la energía que se requeriría para volverlas a tener disponibles a partir de la desalinización de agua marina.

Producto: bienes o servicios (ISO 14046:2014, subcláusula 3.5.1).

Proceso: grupo de actividades que transforman flujos de entrada de materia o energía en flujos de salida (ISO 14046:2014, subcláusula 3.5.5).

Unidad Funcional: desempeño cuantificado de un producto para ser usado como unidad de referencia. Ejemplo: 1 m² de pared pintada para diferentes tipos de pintura. (ISO 14046:2014, subcláusula 3.5.7)

Asignación: distribución de los flujos de entrada o de salida de un proceso o un sistema del producto entre el sistema del producto bajo estudio y uno o más sistemas del producto diferentes (ISO 14044:2006; subcláusula 3.17). Un ejemplo se encuentra en la página 27 del manual de Fundación Chile, Agualimpia y Embajada Suiza – COSUDE (2016).

Categorías de producto: grupo de productos que cumplen funciones equivalentes (ISO 14046:2014, subcláusula 3.5.9).

Reglas de categoría de producto: grupo de reglas, requisitos, así como información adicional de relevancia para desarrollar declaraciones ambientales basadas en análisis de ciclo de vida para una o más categorías de productos, para ser comunicadas a las partes interesadas (ISO 14046:2014, subcláusula 3.5.10). Las reglas de categoría de producto son importantes para el análisis de ciclo de vida y la huella de agua porque definen reglas de cálculo y los indicadores que debe evaluarse para que sea posible la comparación entre productos con la misma función.

Partes interesadas: persona u organización que se puede afectar o verse afectada por una decisión o actividad (ISO 9000:2015). En este caso corresponde a las partes interesadas afectadas por o interesadas en la huella de agua asociada al producto, proceso u organización.

Evaluación de la conformidad: demostración de que se cumplen los requisitos especificados relativos a un producto, proceso, sistema, persona u organismo (ISO 17000:2004, subcláusula 2.1).

Atestación: emisión de una declaración, basada en una decisión tomada después de la revisión, de que se ha demostrado que se cumplen los requisitos especificados (ISO 17000:2004, subcláusula 5.2).

Certificación: atestación de tercera parte relativa a productos, procesos, sistemas o personas (ISO 17000:2004, subcláusula 5.5).

Acreditación: atestación de tercera parte relativa a un organismo de evaluación de la conformidad que manifiesta la demostración formal de su competencia para llevar a cabo las tareas específicas de evaluación de la conformidad (ISO 17000:2004, subcláusula 5.6).

Verificación: proceso sistemático, independiente y documentado para la evaluación de una declaración frente a los criterios de verificación acordados (adaptado de ISO 14065:2013, subcláusula 3.3.6).

Revisión crítica: Proceso que pretende asegurar la coherencia entre un análisis de ciclo de vida y los principios y requisitos de las Normas Internacionales sobre análisis de ciclo de vida (ISO 14044:2006, subcláusula 3.4.5).

2. Antecedentes

2.1 Historia y evolución de la cuantificación de la huella de agua en América Latina

La cuantificación de la huella de agua, de acuerdo con la norma internacional ISO 14046:2014 "Gestión Ambiental- Huella de agua- Principios, requisitos y directrices" (ISO 14046, 2014), se basa en las normas internacionales ISO 14040 (ISO 14040, 2006) e ISO 14044 (ISO 14044, 2006) sobre Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Algunos conceptos y metodologías previamente desarrollados para evaluar la demanda de recursos y la presión sobre el ambiente que generan las actividades humanas incluyen la "huella ecológica" (Rees, 1992), el "agua virtual" (Allan, 1998) y la "huella hídrica" (Hoekstra, 2003).

En la Figura 1 se muestra una breve descripción de algunas metodologías que anteceden el desarrollo de la metodología de cuantificación de la huella de agua de acuerdo con ISO 14046.

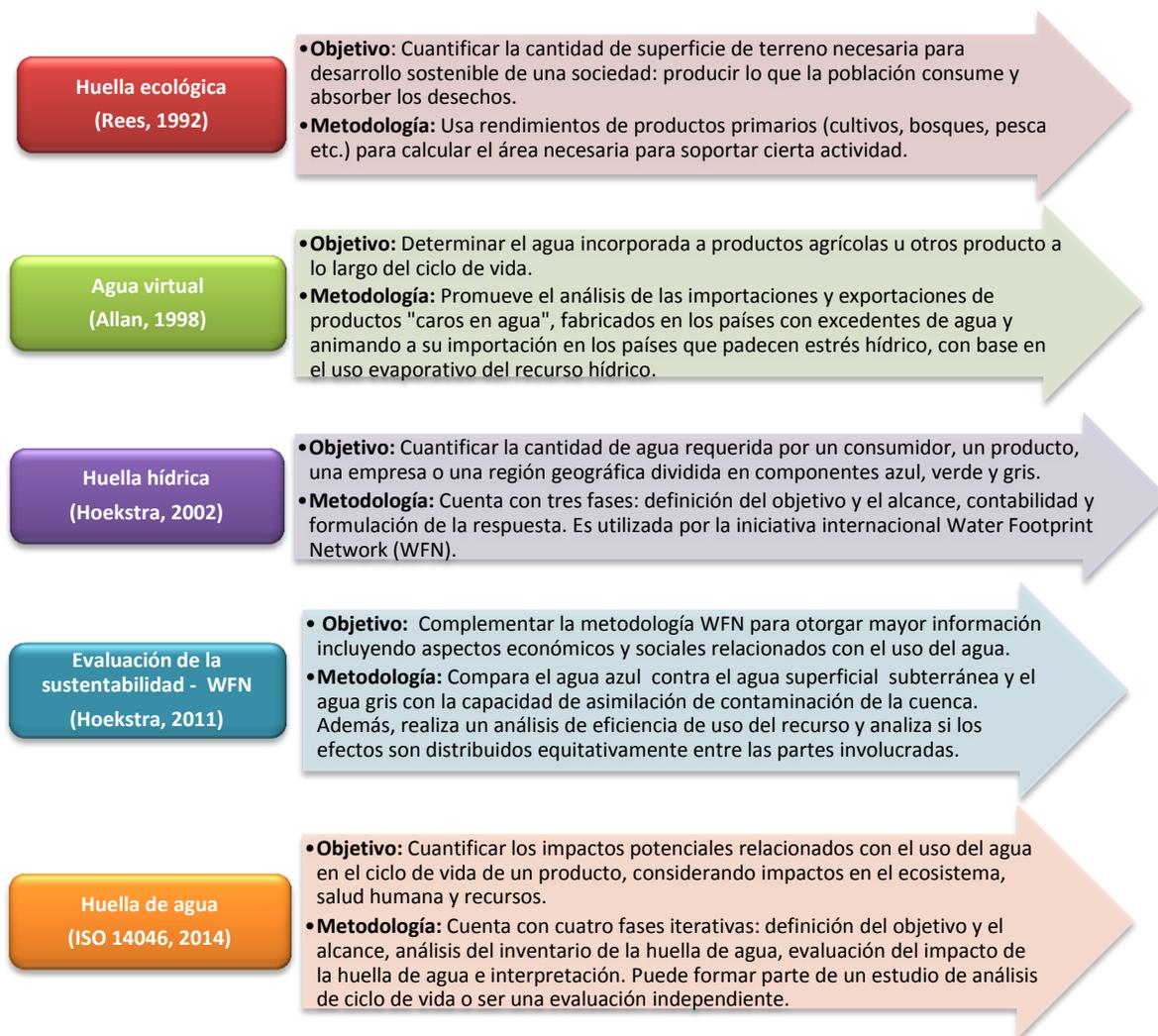


Figura 1. Evolución del concepto de huella de agua.

En América Latina (AL) la cuantificación tanto de la huella hídrica a través de la metodología impulsada por la Red de la Huella Hídrica (WFN, por sus siglas en inglés) como de la huella de agua desarrollada por la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés) es una práctica relativamente reciente.

A pesar de que en diversos estudios previos se analizó la huella hídrica de productos provenientes de la región como el algodón (Chapagain et al. 2005), endulzantes, bioetanol, remolacha, maíz (Gerbens-Leenes y Hoekstra, 2009), bebidas carbonatadas (Ercin et al. 2009) o trigo (Mekonnen y Hoekstra, 2010), los primeros estudios de los que se obtuvo registro enfocados en productos o poblaciones de AL realizados localmente comenzaron en el año 2011. A partir de este año, se han desarrollado estudios de diversa índole y en diferentes países de la región con la finalidad de evaluar el impacto de las actividades humanas relacionadas con el uso del recurso hídrico.

Con la finalidad de brindar un panorama acerca de los temas en los que se ha centrado la atención durante la evaluación de la huella hídrica y huella de agua en AL, en la Tabla 1, se presenta el tipo de metodología adoptada y los productos o servicios evaluados. También, se hace una distinción con respecto a si los estudios fueron de alcance geográfico (cuenca, estado o país), si correspondieron a la operación de un complejo productivo o si estuvieron enfocados en un producto o servicio.

Algunos estudios realizados en la región pueden no estar incluidos en la Tabla 1 debido a que son de carácter privado, confidencial o no han sido publicados, por lo que la descripción mostrada corresponde a aquellos estudios identificados a partir de la búsqueda bibliográfica, primordialmente a través de internet, así como a sugerencias realizadas por parte de los expertos que participaron en la elaboración de este documento.

Enfoques metodológicos ISO 14046 y WFN

La huella hídrica y la huella de agua con enfoque de ciclo de vida son herramientas que persiguen un objetivo similar –conocer el consumo de agua asociado a diversas unidades de análisis y las consecuencias que ese consumo tienen aparejadas- y lo afrontan con diferente metodología.

Cada enfoque tiene distinto campo de aplicación y la selección de uno sobre otro dependerá del objetivo del estudio que se quiera llevar a cabo. Ello resulta crucial para recomendar una metodología u otra según el objeto estudiado, y el fin que quiera darse a los resultados obtenidos. Por ejemplo, si se quiere conocer el consumo de agua asociado a una comunidad determinada y poder tomar decisiones respecto de la asignación de los recursos hídricos de un sitio para satisfacer la demanda de agua directa e indirecta de esa comunidad, puede que resulte más adecuada la metodología de la WFN. Mientras que si el objeto de estudio es conocer el impacto que se produce sobre la disponibilidad de agua o la acidificación acuática, o incluso el daño potencial que podría causar sobre la salud humana o los ecosistemas, el enfoque más apropiado podría ser el de huella de agua.

Sin embargo, a pesar de sus diferencias, en la mayoría de los casos son dos enfoques que pueden resultar complementarios y necesarios para la toma de decisiones complejas que aborden la sustentabilidad del uso de los recursos hídricos para satisfacer las necesidades humanas.

Tabla 1. Sistemas analizados por país y metodología usada (ver detalle por estudio en Anexo 1).

	WFN	<p>Productos: Soya, Leche a través de diversos sistemas de producción: Sistema Pastoril (SP), Sistema Base Pastoril (SBP) y Sistema Base Pastoril Intensivo (SBPI), maní, uva para vino.</p> <p>Sectores: agrícola y pecuario de la provincia de San Luis.</p>
	ISO 14046	<p>Productos: Leche, uva para vino.</p>
Argentina		
	WFN	<p>Sistemas de producción: agua potable, bebidas gaseosas, isotónicas, energizantes.</p> <p>Geográfico: Ciudades La Paz, Quito, Lima, Santa Cruz de la Sierra, Guayaquil, Fortaleza, Loja, Santa Cruz de Galápagos, Recife, Cali y Tarija. Para la evaluación se consideraron los sectores residencial, comercial, industrial, público, servicios municipales y actividades de gobierno (administrativas, de servicio y operativas).</p>
	Bolivia	
	WFN	<p>Geográfico: Siete cuencas hidrográficas tomando en cuenta los sectores: pecuario, agrícola, reforestamiento, abastecimiento y saneamiento.</p> <p>Productos: Cosméticos incluyendo champú, jabón y humectantes, soya, fertilizante, leche, arroz, ganado bovino, biocombustibles, fertilizante nitrogenado, bovinos, caña de azúcar.</p> <p>Servicio: electricidad de hidroeléctrica, exportación de té, consumo de alimentos por una persona.</p>
	ACV - ISO 14040-14044 - 14046	
	Brasil	
	Producto: Etanol hidratado.	
	WFN	<p>Geográfico: Cuenca del Río Rapel, considerando los sectores: agropecuario, minería, doméstico y energía.</p> <p>Producto: Mineral de óxido de cobre y mineral de sulfuro de cobre.</p>
	ISO 14046	<p>Plantas o complejos productivos: planta de emulsiones, planta multipropósito de productos químicos, planta de preparaciones pigmentarias y planta de fabricación de masterbatch.</p>
Chile		
	WFN	<p>Productos: Banana.</p>
	ISO 14046	<p>Productos: Tubería de PVC, espárrago, helado, electricidad de termoeléctrica y cemento.</p>
Perú		
	WFN	<p>Productos: Banana, rosas.</p>
	Ecuador	

 México	WFN
	Geográfico: País.
	ACV - ISO 14040-14044 - 14046
	Productos: Trigo, maíz, agua de uso público urbano, servicio de asesoría para el tratamiento de agua. Sector: agrícola, cervecero, cemento. Geográfico: 13 regiones hidrológico administrativas.

 Colombia	WFN
	Geográfico: País, por sector: agropecuario, doméstico, industrial, eléctrico y petrolero. Cuenca del Río Porce, considerando los sectores: agropecuario, industrial, doméstico, generación de energía hidroeléctrica y minero.
	Productos: Lirio japonés, piedra caliza, cacao, maíz, papa, cacao.
	ISO 14046
	Productos: Cemento, concreto, papel tisú (higiénico, servilletas, toallas de cocina, pañuelos faciales y productos húmedos), productos de higiene femenina, productos alimenticios, productos para calefacción y refrigeración, metales preciosos (oro), cajas de cartón, snacks de banano. Plantas o complejos productivos: Fincas de cultivo y beneficio de banano, operación de una planta de productos químicos, operación de una fábrica de productos lácteos, y operación de planta de producción de agroquímicos.

 Costa Rica	WFN
	Producto: Arroz.
	ISO 14046
Producto: Bebidas, café. Complejo productivo: planta empacadora de banano.	

 Uruguay	WFN
	Sistema de producción: ganado intensivo, extensivo y mixto.

 Regional	WFN
	Geográfico: países de América Latina considerando consumo en sectores agrícola, ganadero e industrial.

Independientemente de la metodología empleada, el tema concerniente al impacto generado por el sector agropecuario tiene una evaluación constante entre países de la región. Es posible comprender esta tendencia cuando se considera que el 67% del agua que se extrae en el mundo es para uso agrícola (UNESCO, 2009) y que para el año 2050 se espera un incremento de la producción agrícola del 60% a nivel mundial (UNESCO, 2015). Al mismo tiempo, se torna importante evaluar el efecto del consumo del agua en este sector cuando se considera, por

ejemplo, que la región aporta más del 25% de la producción de carne de vacuno y más del 20% de la producción avícola a nivel mundial (CEPAL, FAO, IICA 2015).

Otros sectores que se han evaluado de manera reiterada en los estudios realizados en AL son la minería, la industria química, la industria de la transformación y procesamiento de alimentos y bebidas, el sector de cemento y el sector florícola.

2.2 La Huella de Agua: norma ISO 14046

La norma ISO 14046 define huella de agua como la métrica o métricas con las que se cuantifican los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua (subcláusula 3.3.1) y considera todas las etapas del ciclo de vida, desde la adquisición de las materias primas hasta el fin de vida de un producto, servicio u organización (subcláusula 4.2) (ISO 14046, 2014).

Un estudio de huella de agua conforme a ISO 14046 tiene cuatro fases iterativas e interrelacionadas (Figura 2): definición del objetivo y el alcance, análisis del inventario de la huella de agua, evaluación del impacto de la huella de agua e interpretación.

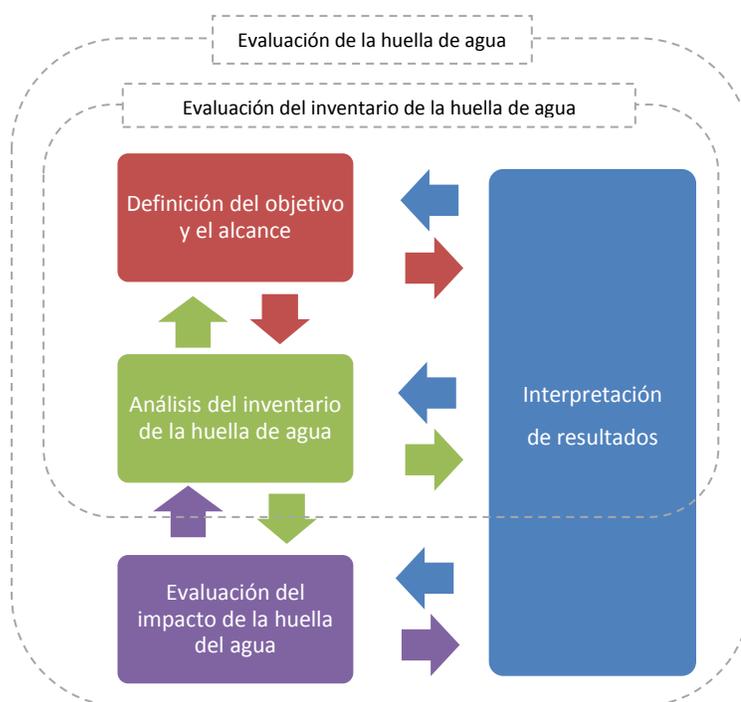


Figura 2. Fases de un estudio de huella de agua. Adaptado de ISO 14046, 2014.

La huella de agua también puede calcularse como parte de un ACV completo y formar parte de una de las métricas de impacto potencial evaluadas en la huella ambiental; algunas otras huellas ambientales pueden ser la huella de carbono y la huella de uso del suelo.

Si desea conocer a mayor profundidad los detalles técnicos acerca de la aplicación paso a paso de la metodología, se sugiere consultar el Manual de aplicación para la evaluación de la huella hídrica acorde a la norma ISO 14046 elaborado por Fundación Chile, Agualimpia y Embajada Suiza –

COSUDE (2016); y la Guía a ISO 14046 desarrollada por Quantis (actualmente en proceso de publicación); así como el documento técnico que será publicado por la ISO (ISO/TR 14073) sobre ejemplos ilustrativos. Una breve descripción de dichas guías se encuentra en la Figura 3.

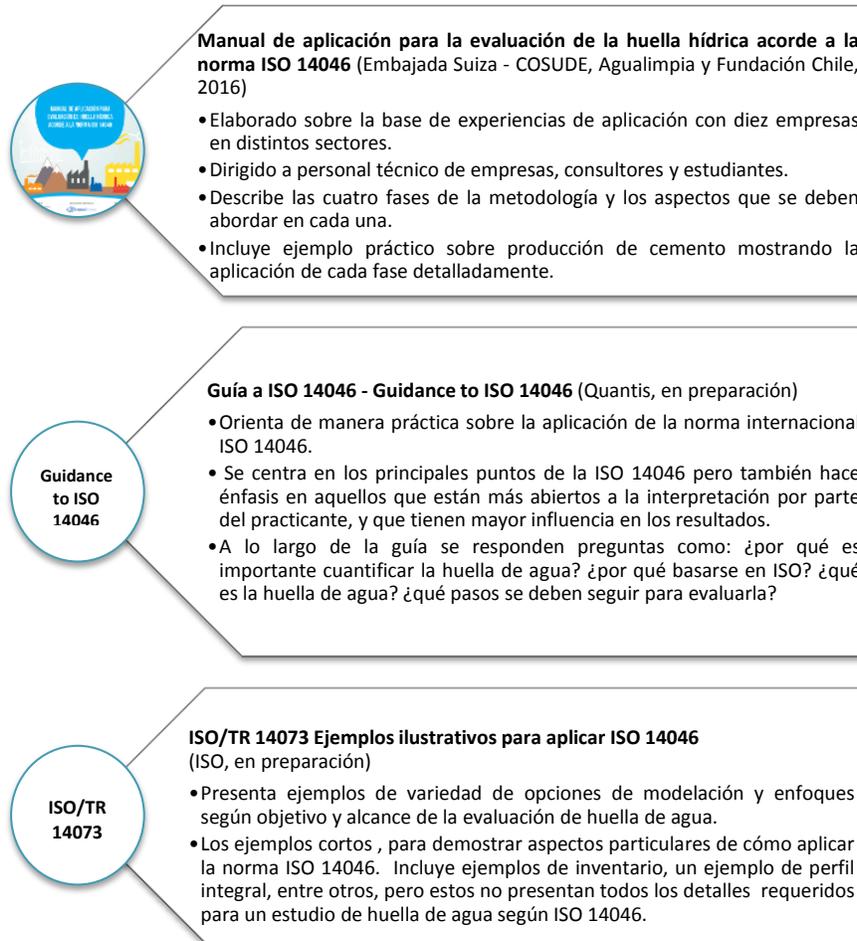


Figura 3. Guías para el desarrollo de evaluaciones de huella de agua.

Es importante mencionar que una de las principales motivaciones para realizar estudios de huella de agua es reducir los impactos en el medio y por eso es necesario no perder de vista la esencia del ACV; es decir, que existen otras categorías de impacto ambiental como, por ejemplo, el cambio climático, las cuales pueden jugar un papel importante en la huella ambiental de los productos y por tanto es importante tenerlas en consideración durante la toma de decisiones. Lo anterior para asegurar que no se trasladará el impacto al suelo o al aire, al buscar reducir la huella de agua.

La huella de agua está alineada con las estrategias de implementación y cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (ONU, 2015) al año 2030, específicamente en el objetivo 6 de agua limpia y saneamiento, y de manera transversal con los demás objetivos, especialmente el 3 (salud y bienestar) y el 12 (producción y consumo sustentable). También está alineada con los últimos informes globales de riesgo del Foro Económico Mundial que sitúan la crisis del agua entre los tres principales riesgos que mayor impacto podrían causar sobre los sistemas y países en la próxima década (World Economic Forum, 2016).

3. Recopilación de datos de inventario de huella de agua

El análisis del inventario de huella de agua es la fase de la metodología que requiere mayor esfuerzo en términos de tiempo y recursos. Además, la calidad de los datos recopilados es una parte fundamental de la cuantificación de la huella de agua, ya que la incertidumbre de los resultados disminuye en función de la calidad de la información. En AL se ha identificado que los principales obstáculos para la obtención de datos consisten en lo siguiente:

- La información disponible no es representativa geográfica o estadísticamente.
- La información que se requiere no se conoce.
- Los mecanismos de medición y seguimiento son insuficientes.
- Confidencialidad de la información.

Estos obstáculos se relacionan con una falta de sensibilización en AL sobre la importancia del recurso hídrico. En las siguientes secciones se describen fuentes de información locales, de utilidad cuando se desarrollan estudios de huella de agua. También se mencionan algunas bases de datos de ciclo de vida que pueden consultarse para complementar el inventario de huella de agua. Finalmente, se muestran algunas estrategias que se pueden aplicar en caso de que la información sea confidencial.

3.1 Fuentes de información disponibles

3.1.1 Instituciones relacionadas con la gestión del agua y oficinas de estadística

La fuente de información más usada para el desarrollo de estudios de huella de agua en AL son las instituciones gubernamentales, las cuales pueden proveer datos acerca de distintos temas, entre ellos:

- Porcentaje de consumo de agua por sector.
- Cobertura de agua potable y de tratamiento de agua residual.
- Datos de disponibilidad de agua.
- Datos directos de estaciones de medición en las cuencas.
- Datos de caudales de ríos y nivel freático de pozos.
- Volumen de agua concesionada.
- Información del balance hídrico de las cuencas nacionales.

Otra fuente de información importante la representan las oficinas de estadística de cada país con datos de población, cobertura de agua potable, saneamiento, uso de suelo y en general estadísticas socioeconómicas por región. Los sistemas gubernamentales de transparencia de cada país, por su parte, también constituyen una posible fuente de datos útiles para los estudios de huella de agua cuando esta no se encuentra directamente accesible en sitios de internet o reportes de instituciones gubernamentales.

En el Anexo 2 se muestran los nombres de las instituciones gubernamentales y las oficinas de estadística que se identificaron en cada país, así como los datos que se pueden obtener de cada una de ellas.

Existen otras fuentes de información de menor uso tales como sitios web o reportes de empresas, cámaras empresariales, asociaciones, organismos de investigación gubernamentales, universidades, así como publicaciones técnicas y científicas indexadas, sistemas de información nacional de agua, normativa hídrica local vigente, o bien, la base de datos de uso y consumo de agua de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

3.1.2 Bases de datos de ciclo de vida

Las bases de datos de ciclo de vida son útiles para obtener datos de consumo de materiales y emisiones relacionadas al producto que se está evaluando con un enfoque de ciclo de vida, además, algunas proporcionan el balance de agua.

En la Figura 4 se esquematiza el concepto de balance de agua. La calidad del agua no se considera en el balance, pero sí forma parte del inventario, es decir, se deben considerar las emisiones para posteriormente calcular los impactos asociados a la degradación.



Figura 4. Balance de agua de un proceso (Adaptado de Fundación Chile, AguaLimpia y Embajada de Suiza -COSUDE, 2016).

*La definición de consumo de agua de acuerdo con ISO 14046 está disponible en la sección 1 del presente documento.

Las bases de datos de ciclo de vida más usadas para estudios de huella de agua en la región son: Ecoinvent 3.3 y Quantis water database. En menor medida se emplean otras bases de datos como ELCD, USLCI, Agrifootprint, Input-Output y Water Footprint Data Base. Una descripción de las bases de datos de ciclo de vida que pueden ser empleadas se muestra en la Tabla 2.

La base de datos de la FAO no tiene enfoque de ciclo de vida; sin embargo, es útil cuando se evalúa la huella de agua de cultivos y se aborda con mayor detalle en la sección 3.1.3 del presente documento.

Tabla 2. Bases de datos de ciclo de vida empleadas para estudios de huella de agua.

Base de datos	Desarrollada por	Disponible en software	Costo	Cantidad de data sets	Sector	Características	Liga o enlace
Ecoinvent 3.3 (2016)	Dirección Federal de Institutos de Tecnología en Suiza (ETH D) y otras oficinas de gobierno del mismo país	SimaPro OpenLCA Umberto GaBi EBalance EIME Quantis Suite Team IPoint Aveny Regis Air.e LCA	1 usuario 3,800 euros	10,000	Agrícola Química Alimentos Combustibles Cerámicos Vidrio Textiles Minerales Electrónicos Plásticos Metales Papel y cartón Agua Forestal Construcción Energía Transporte Tratamiento de agua y residuos	Balace de agua Proporciona indicadores de impacto ambiental	http://www.ecoinvent.org/
Quantis Water database (2014)	Quantis	No disponible, se descarga calculadora en el sitio de internet	Varía según cantidad de datos requeridos	10,000	Se basa en Ecoinvent, abarca los mismos sectores	Balace de agua Proporciona indicadores de impacto ambiental	http://www.quantis-intl.com/microsites/waterdatabase.php
ELCD 3.2 (2014)	Comisión Europea	SimaPro	Acceso libre	505	Química Combustibles Vidrio Minerales Plásticos Metales Papel y cartón Agua Forestal Construcción Electricidad Transporte Tratamiento de agua y residuos	Proporciona indicadores de impacto ambiental	http://eplca.jrc.ec.europa.eu/ELCD3/

Base de datos	Desarrollada por	Disponible en software	Costo	Cantidad de data sets	Sector	Características	Liga o enlace
USLCI	Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL, sigla en inglés)	SimaPro GaBi	Acceso libre	2,526	Agrícola Química Construcción Electrónicos Combustibles Metales Minerales Papel y cartón Plásticos Forestal Electricidad Transportes Tratamiento de agua y residuos	Extracción de agua, para algunos datos diferencia tipos de fuentes Salida de contaminantes	http://www.nrel.gov/lci/
Agri-footprint (2014)	Blonk Consultants	SimaPro	Se obtiene al comprar una licencia de SimaPro	3,500	Agrícola Química Alimentos Minerales Metales Energía en actividades agrícolas	Datos sobre consumo de agua regionalizados	http://www.agri-footprint.com/
OpenLCA	GreenDelta (2006)	No aplica	Acceso libre	No aplica	No aplica	Es un software de ACV de acceso libre en el que se pueden cargar bases de datos libres y comerciales	http://www.openlca.org/
ECObase	Fundación Chile	No aplica	Acceso libre	512	Alimentos Vinícola Construcción	Base de datos y calculadora ambiental de Chile basada en Excel, proporciona extracción de agua e indicadores de impacto ambiental	http://www.fch.cl/proyecto/sustentabilidad/calculadora-ecobase
Mexicanuih (2016)	CADIS	Compatible con formato Ecospold 1 En proceso de compatibilidad con formato ILCD No aplica	Algunos datasets son de acceso libre El costo varía de acuerdo con el perfil de usuario seleccionado	70	Construcción Combustibles Metales Minerales Papel y cartón Plásticos Forestal Electricidad Tratamiento de residuos	Es una plataforma web para datos de ciclo de vida en América Latina. Permite recopilar, validar y administrar inventarios de ciclo de vida en los formatos Ecospold e ILCD. El objetivo es disminuir la incertidumbre de los estudios de ACV en América Latina. Contiene conjuntos de datos de acceso libre	http://centroacv.mx/mexicanuih.html

Base de datos	Desarrollada por	Disponible en software	Costo	Cantidad de data sets	Sector	Características	Liga o enlace
WFn database	Red de Huella Hídrica	No disponible, se descargan bases de datos en Excel	Libre acceso	417 (adicionalmente valores por país y/o región)	Productos agrícolas Productos derivados de animales Biocombustibles	Base de datos que distingue 3 tipos: azul, verde y gris. El agua azul es el agua consumida en las bases de datos ACV	http://waterfootprint.org/en/resources/water-footprint-statistics/
Gabi database	Gabi software	Compatible con formato ILCD	Depende del número de datasets y tiempo de utilización requerido.	8,300	Agricultura Construcción Químicos Educación Electrónicos Energía y servicios públicos Alimentos y bebidas Salud Productos industriales Metales y minería Plásticos Retail Sector servicios Textiles	Balance de agua Proporciona indicadores de impacto ambiental	http://www.gabi-software.com/databases/gabi-databases/

A pesar de que las bases de datos cuentan con gran cantidad de inventarios de ciclo de vida, en muchos casos a estas les hace falta estar acondicionadas al contexto de AL. La falta de información a nivel local, o la poca claridad acerca de la precisión o método de medición de algunos inventarios disponibles en las bases de datos, constituyen obstáculos de la fase de análisis de inventario de huella de agua. Por esta razón se identificaron los datos primordiales a adaptar en los conjuntos de datos (datasets) al contexto regional para incrementar la representatividad de los estudios de huella de agua:

- Extracción de agua de acuerdo con la fuente: subterránea, superficial, etc.
- En el caso de productos agrícolas, el tipo de riego y de ser posible la eficiencia del mismo.
- Matriz energética para producción de electricidad.
- Evaporación en represas para países que cuentan con producción de energía hidroeléctrica.
- Porcentaje de tratamiento de agua residual de acuerdo con la región.
- Datos de porcentaje de alcantarillado sanitario.
- Porcentaje de agua que se descarga a los distintos cuerpos de agua.
- El flujo del efluente y del cuerpo de agua receptor.
- Cobertura de acueducto (agua potable).
- Caudal de los ríos proveedores de agua potable.
- Pérdidas de agua entre la producción de agua potable y el agua efectivamente utilizada (facturada).
- Calidad de agua en los ríos de la cuenca evaluada.
- Información del caudal ecológico y el método sugerido para su estimación.
- Codificación transparente y estandarizada para identificación de cuencas y subcuencas en la región, basada en criterios técnicos.

3.1.3 Otras fuentes de información

Información sobre cultivos

La FAO cuenta con una división de estadísticas conocida como FAOSTAT², la cual contiene datos de producción de cultivos, de consumo de fertilizantes, de exportaciones, entre otros. Esta fuente de información es recomendable al desarrollar estudios de agua relacionados con productos agrícolas y ganaderos. Además, la FAO ha desarrollado CROPWAT³, el cual es un software que permite calcular los requerimientos de agua de un cultivo, basándose en información del suelo, clima y tipo de cultivo de manera sencilla.

Es importante comentar que el software CROPWAT 8.0, basado en las ecuaciones sugeridas por la FAO en su reporte #56 (Allen et al. 2006), utiliza ecuaciones simplificadas y para algunos países puede generar coeficientes de variación altos. Por lo cual se sugiere usar estos resultados con precaución para la estimación de los volúmenes de aguas evapotranspiradas o de riego. A esto se

² <http://faostat.fao.org/>

³ http://www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html

agrega que el software CROPWAT necesita datos de infiltración del agua en el suelo, los cuales no siempre se encuentran disponibles.

Adicionalmente, es posible usar la base de datos CLIMWAT también desarrollada por la FAO, para obtener información complementaria con respecto al clima de la región.

Información sobre descargas de agua y tratamiento

Las características de las descargas de las aguas residuales en la región están relacionadas principalmente con la normatividad y el tipo de actividades económicas. De acuerdo con los decretos y normas vigentes, los parámetros de calidad del agua que se deben cumplir en la descarga hacia alcantarillado y cuerpos de agua varían. Por lo anterior, en la Tabla 3 se muestra un resumen del marco jurídico existente en diferentes países de la región con respecto a parámetros de descargas de agua. Es importante tener en cuenta estos documentos al realizar un estudio de huella de agua.

Tabla 3. Marco jurídico relacionado con parámetros de descargas de agua en diferentes países de América Latina.

País	Normatividad	Descripción
 Argentina	Ley Nacional 26.221 Anexo B	Describe las normas aplicables relativas a la calidad, concentración de sustancias y volumen de efluentes industriales vertidos a la red cloacal operada por Agua y Saneamiento Argentinos (AySA).
	Resolución 336/03 – Provincia de Buenos Aires.	Indica los parámetros que debe cumplir el efluente si es vertido a curso hídrico o conducto pluvial.
 Bolivia	Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, de la Ley de Medio Ambiente 1333	Define el sistema de control de la contaminación hídrica y los límites permisibles de contaminantes, así como las características físico-químicas que debe cumplir un efluente para ser vertido en uno de los cuatro tipos de cuerpos receptores definidos.
 Brasil	Resolución no. 357 de 17 de marzo de 2005, CONAMA	Define la clasificación de los cuerpos de agua y directrices ambientales para su delimitación. Además, establece las condiciones y normas de descarga de efluentes y otras medidas.
	Resolución no. 430; 13 de mayo de 2011, CONAMA	Regula las condiciones y normas de descarga de efluentes y modifica la Resolución N° 357 de 2005 CONAMA
 Chile	Resolución N°425 del Ministerio de Obras Públicas	Indica las características de la exploración de aguas subterráneas en inmuebles de dominio privado y en bienes nacionales.
	Decreto Supremo N°143 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Establece las normas de calidad primaria para las aguas continentales superficiales aptas para actividades de recreación con contacto directo.
	Decreto Supremo N°144 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Establece las normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo.
	Resolución Exenta N°135 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Regula los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales.
	Resolución N°138 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia	Regula la emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas.
 Colombia	Decreto-Ley 2811 Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables	Regula lo relacionado con el uso y aprovechamiento del recurso hídrico: captación, vertimiento, ocupación de cauces, ordenamiento de cuencas, entre otros.
	Decreto 1594/84 actualizado con Resolución 631/2015	Establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público, entre otras disposiciones. Adicionalmente, las

País	Normatividad	Descripción
		Corporaciones Autónomas Regionales pueden establecer parámetros de cumplimiento según uso de agua en las fuentes hídricas bajo su jurisdicción.
	Decreto 39887-S-Minae	Reglamento de aprobación de sistemas de tratamiento de Aguas Residuales.
	Decreto N° 39.316/S	Reglamento para el manejo y disposición final de lodos y biosólidos.
	Decreto 33601	Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales.
	Decreto 34431-MINAE	Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos.
	Decreto 33903	Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales.
	Decreto 30480	Determina los principios que regirán la política nacional en materia de gestión de los recursos hídricos.
	Decreto 32868	Canon por concepto de aprovechamiento de aguas.
	Resolución N° R-355-MINAE	Requisitos, formulario y trámites que deben cumplir los administrados para la obtención del Permiso de Vertidos.
	Decreto 36304	Modificaciones, Adiciones y Derogaciones al Decreto 33601-S-MINAE "Reglamento de Vertido y reúso de Aguas Residuales" y Modificaciones al Decreto 34728-S "Reglamento General para Otorgamiento Permisos Funcionamiento Ministerio de Salud".
	NC 27: 2012	Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado — especificaciones. (Obligatoria)
	Ley de Aguas; Título VII de las Aguas para fines Energéticos, Industriales Y Mineros	Las aguas destinadas a la generación de energía y trabajos mineros deberán ser devueltas a un cauce público, obligándose el concesionario a tratarlas.
	Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes	Establece los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado; criterios de calidad de aguas, métodos y procedimientos para determinar presencia de contaminantes.
	Normas para el Manejo de las Descargas de Aguas Residuales Provenientes de la Generación de Energía	Prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas.
	Norma Para La Prevención y. Control De La Contaminación Ambiental Del Recurso Agua En Centrales Termoeléctricas	Establece los criterios técnicos ambientales para prevenir y controlar la contaminación del agua y los requisitos de las descargas vinculadas a los procesos de generación de energía eléctrica o cogeneración en centrales termoeléctricas durante la operación, mantenimiento y abandono o retiro.
	Norma Técnica Guatemalteca COGUANOR NTG 29001. Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones	Especifica los valores de las características que definen la calidad del agua apta para consumo humano.
	Norma Técnica para la Calidad del Agua Potable - acuerdo ejecutivo número 084-95	Establece parámetros en relación con el agua para consumo humano y doméstico.
	Norma Técnica de las Descargas de Aguas Residuales a Cuerpos Receptores y Alcantarillado - acuerdo ejecutivo N° 058-96	Establece parámetros para descargas a cuerpos receptores y descargas al alcantarillado sanitario.
	Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
	Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
	Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
	Reglamento Técnico DGNTI -COPANIT 35 – 2000	Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas.
	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000	Descarga de efluentes líquidos directamente a sistemas de recolección de aguas residuales.
	Resolución No 222/02 de Padrón de calidad de aguas	Criterios de calidad de agua en Paraguay.
	Resolución N° 255/06 - Clasificación de las aguas superficiales de la República del Paraguay.	Resolución de clasificación de los cursos de agua de Paraguay.

País	Normatividad	Descripción
 Perú	Decreto Supremo N° 002 – 2008 – MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua	Establece el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.
	Resolución Ministerial N° 011-96-EM (13/Ene/96)	Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos para las actividades minero-metalúrgicas.
	Resolución Directoral N° 008-97-EM/DGAA (17/Mar/97)	Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos producto de las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.
	Decreto Supremo N° 037-2008-PCM (14/May/08)	Límites Máximos Permisibles de efluentes Líquidos para el Subsector Hidrocarburos.
	Decreto Supremo N° 003-2002-PRODUCE (04/Oct/02)	Límites Máximos Permisibles y valores referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre, papel.
	Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE (30/Abr/08)	Límites Máximos Permisibles de Efluentes de la Industria de Harina y Aceite de Pescado.
	Decreto Supremo N° 021-2009-Vivienda y su Reglamento	Regulación mediante Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinaria, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales.
 Uruguay	Decreto 253/79	Mediante este decreto se aprueban normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas.
	Decreto N° 13.982	Ordenanza Municipal sobre Disposición de Aguas Residuales Industriales, del Decreto N° 13.982 – Junta Departamental de Montevideo.

Más información sobre marcos normativos ambientales de países de la región se encuentra en la página del Marco Normativo Ambiental de los Países de la Comisión Integral de Integración Energética Regional.⁴

En países federativos, una ley aplica a nivel nacional; sin embargo, cada provincia o estado puede posteriormente establecer su propia legislación, que puede ser más estricta, pero nunca viceversa. Además, pueden existir normativas locales que aplican a nivel municipal.

América Latina es una región rica en fuentes hídricas, por lo que en la mayoría del territorio la escasez no es un problema permanente. Sin embargo, la contaminación afecta una parte significativa de los ríos más importantes, y ha venido empeorando en los últimos años (UNEP, 2016). Comúnmente, en AL el agua residual se descarga con un tratamiento parcial o sin tratamiento alguno a cuerpos de agua, lo que genera impactos ambientales y problemas de salud. Además, el establecimiento de normativa regulatoria para el vertido de agua residual no sigue los mismos criterios entre países. Las variaciones entre normativas se diferencian entre sí con valores entre 1 y 6 veces mayores, según el país, como se muestra en la Tabla 4 con el ejemplo de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).

Tabla 4. Ejemplo de variación de límites máximos permisible de DBO₅ entre países de la región.

País	Cuerpo receptor	Descripción cuerpo	Límite máximo
Honduras	No especificado	Cuerpo de agua dulce	50 mg/L
Uruguay	No especificado	Cursos de agua	60 mg/L
Bolivia	Clase D	Aguas de utilidad general	30 mg/L
México	Río tipo A	Río para uso en riego agrícola (promedio diario)	200 mg/L
Ecuador	No especificado	Cuerpo de agua dulce	100 mg/L
Chile	Estuario	Punto de encuentro entre un cuerpo de agua dulce y el mar	35 mg/L
Argentina	No especificado	Cuerpo de agua superficial	50 mg/L

⁴ <https://sites.google.com/site/marconormativoambiental/home>

Perú	No especificado	Cuerpo de agua dulce	100 mg/L
------	-----------------	----------------------	----------

Para cuantificar el impacto potencial al agua adecuadamente es relevante tomar en cuenta el tipo de tratamiento que se aplica al agua residual en cada caso, considerando tanto la eficiencia como el impacto ambiental que genera el proceso.

La guía titulada *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales* (Noyola et al., 2013) tiene el objetivo de coadyuvar al desarrollo en la región. Para ello, describe las tecnologías existentes, define criterios para su selección acorde con criterios sustentables y técnicos. Esta guía es una fuente de información recomendada para el tema de tratamiento de agua.

Otras fuentes de información

Otras fuentes de información útil para el desarrollo de estudios de cuantificación de huella de agua son:

- ✓ Google Earth
- ✓ Universidades
- ✓ Organismos de investigación gubernamentales
- ✓ Agencias ambientales estatales y locales
- ✓ Informes de cámaras empresariales
- ✓ Banco central
- ✓ Publicaciones técnicas y científicas indexadas

3.2 Confidencialidad de información y fuentes de información de acceso libre

La principal fuente de información para el desarrollo de los estudios de evaluación de huella de agua es la elaboración del inventario de puerta a puerta. Cuando estos datos son confidenciales, se podría ofrecer la divulgación únicamente del resultado final.

El problema de confidencialidad puede ser resuelto con la firma de convenios al iniciar el estudio de huella de agua; sin embargo, es importante que queden muy claros los términos para la publicación desde el inicio de la colaboración, con acuerdos escritos de la información para evitar contratiempos en fases posteriores del estudio.

Las acciones más recomendadas a realizar cuando la información no está disponible de manera libre para realizar los estudios son:

- 1) Consultar bases de datos de acceso libre (como las referenciadas en la Tabla 2)
- 2) Consultar estudios científicos sobre ACV

4. Análisis de la aplicación de los métodos de evaluación de la huella de agua

4.1 Métodos de evaluación y categorías de impacto: recomendaciones de aplicación

De manera general, las categorías de punto medio tienen un mayor uso en estudios de huella de agua de la región. Dentro de estas, las categorías de ecotoxicidad en agua dulce, escasez y disponibilidad son las más usadas. Las categorías de eutrofización en agua dulce, acidificación y radiación se emplean en menor grado. Las categorías de ecotoxicidad marina y eutrofización marina no se analizan en este documento; sin embargo, la norma ISO 14046 establece que los tipos de recursos de agua, incluyendo el agua de mar, deberían tenerse en cuenta según sea apropiado para la caracterización (ISO 14046, subcláusula 5.4.4.1). Por lo tanto, si se busca analizar el impacto en agua marina, podrá emplearse la metodología ISO 14046.

Es importante determinar en cada caso los indicadores de categoría de impacto que son relevantes para la región o país. Por ejemplo, para regiones de AL en las que existe una alta producción agrícola la eutrofización es relevante; o bien, en países cuya mezcla energética incluye altos porcentajes de fuentes hidroeléctricas es importante analizar un indicador que determine los impactos potenciales por infraestructura de este tipo (presas).

La elección de los indicadores depende del contexto del estudio, así como del objetivo y el alcance. Durante esta primera fase es necesario tener claro qué es lo que se quiere conocer acerca del producto bajo estudio, de esta manera se pueden establecer los indicadores más apropiados. Si el estudio tiene un carácter científico, se recomienda llegar hasta punto medio dado que muchas veces el objetivo y alcance del estudio no justifican un cálculo de ponderación para llegar a punto final.

A continuación, se enlistan algunas consideraciones sobre el uso de los indicadores de categoría de acuerdo al contexto:

- En una declaración ambiental Tipo III (DAP) de acuerdo con ISO 14025⁵, se deben evaluar los indicadores que establece un documento de Reglas de Categoría de Producto (RCP), los cuales generalmente solicitan indicadores de punto medio.
- En un estudio de diagnóstico (*screening*), ya sea de huella de agua o de análisis de ciclo de vida, podrían emplearse indicadores de punto final para identificar las categorías que tienen el mayor impacto y por lo tanto las que se deben considerar en el estudio. Sin embargo, los indicadores de punto final tienen asociada mayor incertidumbre dado que realizan una ponderación a la relevancia de los indicadores de acuerdo con el contexto de cada región.

⁵ La DAP es una declaración certificada que proporciona información relevante, verificada y comparable sobre el impacto ambiental de bienes y servicios dentro un programa voluntario. Dicho programa debe contar con un sistema de verificación y registro, así como una librería en línea de declaraciones ambientales y RCP. Las RCP son una serie de reglas, requisitos y guías para el desarrollo de declaraciones ambientales Tipo III, en ellas se definen aspectos relevantes de un ACV para una categoría de productos en específico, como la unidad funcional, los límites del sistema, los impactos ambientales a evaluar, entre otros.

- En un estudio de huella de agua de acuerdo con ISO 14046, la huella puede ser un perfil integral con indicadores de punto medio y/o varios indicadores o un indicador agregado de punto final. En la Tabla 5 se resumen los tipos de huella de agua que conforman un “perfil integral de huella de agua”, especificando para cuáles existen métodos de punto final bien establecidos. El detalle de estos métodos, tanto para punto medio como punto final, se presenta en el Anexo 3.

Tabla 5. Tipos de huella de agua

Debido a:	Categoría de impacto ambiental potencial: Huella de agua por ...	Áreas de protección (categorías de punto final) Se marcan con X si hay método(s) de punto final disponible(s) a la fecha		
		Salud humana	Ecosistemas	Recursos de las futuras generaciones
Consumo del agua	Escasez <i>(afecta a los humanos causando desnutrición y enfermedades)</i>	X	X	X
	Disminución del nivel freático <i>(no disponible para punto medio)</i>		X	
	Disponibilidad	X		
Degradación del agua	Eutrofización de agua dulce		X	
	Toxicidad en humanos <i>(se puede presentar como cancerígena y no cancerígena o sumada en un solo indicador)</i>	X		
	Ecotoxicidad de agua dulce		X	
	Acidificación de agua dulce		X	
	Radiación ionizante en agua dulce	X		
	Termo-contaminación <i>(no disponible para punto medio)</i>		X	
Sin métodos reconocidos para punto medio ni final	Ecotoxicidad marina			
	Eutrofización marina			
	Radiación ionizante en ecosistemas marinos			
Otros indicadores disponibles	Por alteración de flujos <i>(asociada a represas)</i> <i>(no disponible para punto medio)</i>		X	

Usualmente se asume que la huella de agua es para agua dulce, cuando no se menciona si es marina o dulce.

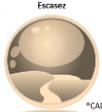
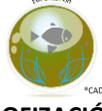
Ahora bien, en la Tabla 6 se presentan las categorías de impacto de punto medio y los métodos de evaluación recomendados cuando se desea evaluar la huella de agua de un producto de la región y al mismo tiempo se desea llevar a cabo un proceso de verificación.

La recomendación surge de un proceso de análisis multicriterio para una toma de decisiones grupal, el cual utiliza el método analítico jerárquico (AHP por sus siglas en inglés). Para este análisis se contó con la participación de 26 expertos de la región de manera presencial. En el Anexo 4 se presentan los detalles acerca de la metodología del análisis multicriterio empleada.

Los métodos de evaluación de impactos de huella de agua son un campo activo de investigación que está en constante evolución, por lo que la recomendación aquí indicada corresponde a las condiciones actuales de desarrollo de los métodos existentes y está enfocada a la creación de un esquema de acreditación y verificación que permita incrementar la competitividad de las compañías de la región. En años próximos estas recomendaciones podrían modificarse de acuerdo a adaptaciones o bien a la creación de nuevos métodos de evaluación del impacto ambiental potencial.

En algunas ocasiones las partes interesadas podrían jugar un papel fundamental en la especificación de estas recomendaciones, debido a que podrían definir el método de evaluación que se debe usar al solicitar la medición de una categoría de impacto por encima de otras. Además, se debe considerar que la selección durante el desarrollo de esquemas de acreditación y verificación no debe constituir una barrera comercial frente a mercados internacionales; es decir, los indicadores de categoría elegidos deben corresponder a esquemas reconocidos internacionalmente, para promover una competitividad internacional de las empresas que realicen evaluaciones de huella de agua en AL.

Tabla 6. Categorías de impacto y métodos de evaluación de punto medio recomendados para AL.

Categoría	Método	Indicador	Descripción
 <p>ESCASEZ</p>	<p>Agua disponible remanente -AWARE (Boulay et al. 2016)</p>	<p>m³-eq</p>	<p>El factor de caracterización se basa en la relación entre la extracción de agua dulce para usos humanos y su disponibilidad total de agua en cierta región. Escasez = Consumo*AWARE <i>Consenso de 50.1% frente a 30.8% para Pfister et al. (2009) y 19.1% para Hoekstra et al. (2011).</i></p>
 <p>DISPONIBILIDAD</p>	<p>Huella de disponibilidad de agua (Boulay et al. 2011)</p>	<p>m³-eq</p>	<p>Cuantifica en un número el consumo y contaminación del proceso. Varía entre el valor positivo de la extracción (se consume toda el agua que se extrae o se devuelve en malas condiciones) y el valor negativo del vertimiento (cuando la calidad del agua de la extracción es mala y se devuelve toda el agua en óptimas condiciones). <i>Consenso de 59.2% frente a Bayart et al. (2014).</i></p>
 <p>ECOTOXICIDAD EN AGUA DULCE</p>	<p>USEtox (Rosenbaum et al. 2008)</p>	<p>CTUe</p>	<p>Estima disminución de biodiversidad acuática por emisiones al aire, agua y suelo. <i>Consenso de 74.9% frente a 25.1% por Goedkoop et al. (2008).</i></p>
 <p>EUTROFIZACIÓN EN AGUA DULCE</p>	<p>ReCiPe (Goedkoop et al. 2008)</p>	<p>kg P-eq</p>	<p>Evalúa impacto en biodiversidad acuática por el incremento de nutrientes debido a emisiones en el aire, agua y suelo usando el fósforo como sustancia de referencia. También emplea como referencia condiciones de macrofauna de fuentes superficiales holandesas y datos de fuentes de agua europeas. <i>Consenso de 54.7% frente a 45.3% por parte de CML baseline 2000.</i></p>

Con respecto a las categorías de punto final, los indicadores de mayor uso en la región son: daño a ecosistemas por escasez, daño a ecosistemas por eutrofización, daño a salud humana por toxicidad y daño a ecosistemas por toxicidad. Las categorías de punto final son difíciles de adaptar al contexto local, por lo que se recomienda emplearlas con reserva considerando esta limitante.

En la Tabla 7 se presentan las categorías de punto final y los métodos de evaluación más usados identificados según respuestas de 17 de los expertos participantes, que pueden usarse como punto de partida. Para profundizar más sobre los métodos y categorías se sugiere consultar el Anexo 3.

Tener una definición clara del objetivo y alcance del estudio, la información recopilada, el tipo de recursos hídricos utilizados y afectados y los cambios asociados al agua (de manera cuantitativa y / o cualitativa), ayudará a determinar las categorías de impacto apropiadas y métodos de evaluación de impacto para el estudio y, por tanto, la elección de un tipo de huella de agua.

Es importante tener en cuenta que para que una cuantificación de huella de agua sea integral debe considerar todos los aspectos relevantes relativos a los ecosistemas, la salud humana y los recursos relacionados con el uso del agua, incluyendo la disponibilidad y degradación (subcláusula 3.3.3, ISO 14046:2014). La selección de las categorías de impacto a evaluar debe considerar la relevancia con respecto al producto bajo estudio, así como el cumplimiento de los principios establecidos en la sección 4 de la norma ISO 14046.

Tabla 7. Categorías de daño y métodos de evaluación de punto final más usados en AL.

Área de protección (Daño)	Categoría	Método	Indicador	Descripción
 <p>Salud humana</p> <p>SALUD HUMANA</p>	Enfermedades causadas por agua contaminada (Toxicidad humana)	USEtox (Rosenbaum et al. 2008)	DALY	Determina efectos en la salud humana, basado en USEtox y los efectos cancerígenos de las sustancias.
 <p>Ecosistemas</p> <p>CALIDAD DE ECOSISTEMAS</p>	Disminución de agua para ecosistemas terrestres (Escasez)	Pfister et al. 2009	PDF m ² .año	Agua consumida*WSI*Factor relacionado con limitación al crecimiento de plantas vasculares debido a escasez de agua azul.
	Eutrofización en agua dulce	ReCiPe (Goedkoop et al. 2008)	Especies/año	Obtiene un factor de daño de las especies a partir de la concentración de nutrientes (empleando el fósforo como sustancia de referencia).
	Ecotoxicidad en agua dulce	USEtox (Rosenbaum et al. 2008)	PDF m ² .día	Estima disminución de biodiversidad acuática por emisiones al aire, agua y suelo.

4.2 Experiencias de regionalización de métodos de evaluación de impacto de huella de agua

Como se comentó anteriormente, un indicador de punto medio tiene mayor sustento científico en comparación a los indicadores de punto final; sin embargo, es importante continuar con el esfuerzo de mejorar la representatividad de los estudios de huella de agua, adaptando los métodos en general.

En AL la práctica de regionalizar métodos de evaluación ha sido realizada principalmente sobre la metodología de escasez en agua dulce elaborado por Pfister et al. (2009), adecuando el factor del Water Stress Index (WSI) para zonas hidrográficas específicas.

A continuación, se proporciona una breve explicación de experiencias en la regionalización de métodos de evaluación de impacto en diversos países de AL.

Brasil

En Brasil se llevó a cabo una adaptación para la medición de la ecotoxicidad en agua dulce, a través de la definición de una unidad funcional local, dado que los impactos al agua tienen necesariamente este carácter. El método sugiere un sistema de control de inventarios bajo el principio de que los impactos pueden ser controlados de manera independiente del volumen producido (Marzullo, 2014). Este nuevo enfoque metodológico (en el punto medio), emplea la metodología de evaluación de impacto sugerida por la CETESB (agencia del gobierno estatal responsable de las actividades de control de la contaminación, para preservar y restaurar la calidad del agua).

Trabajo realizado por:

Rita Monteiro Marzullo
Instituto de Energia e Ambiente, USP - Universidade de São Paulo.
rita.monteiro@USP.br

México

Se adaptó el WSI de Pfister a las 13 regiones hidrológico-administrativas de México, a través de la actualización de datos del grado de presión hídrica en cada región con información de CONAGUA (Farell, 2013).

Trabajo realizado por:

Carole Farell Baril
Asesor externo - CONAGUA
carole.farell@conagua.gob.mx

Chile

En Chile se regionalizó el valor del factor WSI para la zona minera norte obteniendo valores similares a los reportados globalmente (Peña & Huijbregts, 2013).

Trabajo realizado por:

Claudia Peña Urrutia
Addere R&T
cpena@addere.cl

Argentina

Se adaptaron los factores WSI de Pfister et al. (2009) para Argentina, validando con la provincia de Mendoza, y se encontraron idénticos resultados (estudio no publicado).

Trabajo realizado por:

Bárbara Civit
Facultad Regional Mendoza - Universidad Tecnológica Nacional
barbara.civit@gmail.com

Colombia

Se adaptó el factor de caracterización de AWARE a nivel de subcuenca empleando datos anuales disponibles en el Estudio Nacional del Agua 2014 del IDEAM (COSUDE, estudio no publicado).

Trabajo realizado por:

Maly Puerto López
Embajada de Suiza en Colombia – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE.
maly.puerto@eda.admin.ch

Guatemala

Se está aplicando el método AWARE con los factores de caracterización publicados a escala global para evaluar la huella de agua de la matriz de energía eléctrica.

Trabajo realizado por:

Eduardo Sacayón Madrigal
Universidad Rafael Landívar
edsacayon@ambientesostenible.org

De manera general, al regionalizar métodos y factores de caracterización específicos, es prioritario considerar:

- El grado de presión hídrica específico de la cuenca o región y datos climáticos, sobre todo si se evalúan productos agrícolas.
- Considerar el estado natural de los cuerpos de agua dependiendo de la región. Por ejemplo, en ríos oligotróficos en montaña y ríos de llanura en cuencas atlánticas, la misma emisión de nitrógeno o fósforo causará impactos diferentes.
- La no regeneración de acuíferos.

Finalmente, es importante mencionar que a pesar de que es importante cuantificar el impacto potencial al agua mediante un indicador, no hay que perder de vista que el enfoque de ciclo de vida que se encuentra detrás de la metodología tiene la finalidad de encontrar oportunidades de mejora. De modo que la precisión del indicador resultante del análisis no es necesariamente indispensable para la implementación de estrategias encaminadas a la disminución de la huella de agua.

5. Buenas prácticas para la comunicación de la huella de agua

5.1 Estrategias de comunicación de la huella de agua

La comunicación de la huella de agua representa un aspecto de importancia para dar a conocer los resultados de un estudio, así como el esfuerzo de las organizaciones por evaluar su impacto ambiental. A pesar de que la ISO 14046 no define los requisitos para la comunicación, existen otros documentos que pueden ser usados como referencia para abordar este tema enfocado a la huella de agua en AL. En primer lugar, se encuentra la ISO 14025:2006 Environmental labels and declarations -- Type III environmental declarations -- Principles and procedures, que detalla principios y procedimientos para el desarrollo de declaraciones ambientales basadas en ACV.

Las Declaraciones Ambientales de Producto (DAP) son formas de comunicación principalmente enfocadas a las partes interesadas externas, están sujetas de manera obligatoria a la gestión por parte de un programa de comunicación y se deben apegar a un documento de reglas de categoría de producto (RCP), el cual define los elementos que debe considerar la evaluación dentro de una familia de productos, así como información adicional de relevancia para ser comunicada a las partes interesadas.

Las DAP son un mecanismo de comunicación de desempeño ambiental de productos, consistente con ACV, con la huella de agua. Su base en RCP y ACV permite a la región establecer modelos adecuados y guiar el uso de bases de datos para el control y comparación de uso de recursos en los productos, tanto los que se usan internamente como los que se comercializan al exterior y por tanto se hace una transferencia transfronteriza o muchas veces, como en el caso de la agricultura y la minería, transregional. Adicionalmente, las DAP contribuyen a los principios de comercio justo y al consumo eficiente de recursos y su transferencia global. Estos son consistentes con los objetivos ODS y la iniciativa de crecimiento verde que, entre otros, promueve la medición del consumo de recursos (incluyendo al agua) en el ciclo de vida y de los requerimientos de materias primas de los países de manera interna y externa.

Algunas organizaciones reconocidas que al momento desarrollan RCP son:

The International EPD System	Organización no gubernamental que cuenta con RCP para 14 categorías de producto, cuenta con un Hub para América Latina.
NFS International National Center for Sustainability Standards EPD	Organización de verificación con RCP para muebles y para productos de construcción.
Product Environmental Footprint (PEF)	Proyecto piloto de la Comisión Europea JCR, cuenta con RCP en 8 categorías.

Otras iniciativas sobre RCP se encuentran descritas en la página del proyecto de armonización global de RCP.⁶

⁶ <http://environdec.com/en/PCR/Global-PCR-harmonization/>

Por otro lado, la especificación técnica ISO/TS 14067 (ISO/TS 14067, 2013) define los requisitos y directrices para la cuantificación de la huella de carbono de productos, así como su comunicación. Los requisitos establecidos en la ISO/TS 14067 también pueden ser empleados como un antecedente de relevancia y adaptados a la comunicación de la huella de agua en AL.

En la Tabla 8 se muestra un resumen de los requisitos de la comunicación de acuerdo con ISO/TS 14067 dependiendo de si se planea divulgar a las partes interesadas o si se desea mantener una comunicación interna de los resultados.

Tabla 8. Requisitos para la comunicación de acuerdo con ISO/TS 14067.

Tipo de comunicación	Requisito	Informe detallado de acuerdo con ISO	Informe de comunicación	Etiqueta	Declaración
Disponible a las partes interesadas	Programa de comunicación	Opcional	Opcional	Obligatorio	Obligatorio
	RCP	Opcional	Opcional	Obligatorio	Obligatorio
	Verificación por tercera parte	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio	Obligatorio
No disponible a las partes interesadas	Programa de comunicación	Opcional	Opcional	No aplica	
	RCP	Opcional	Opcional		
	Verificación por tercera parte (puede ser interna)	Opcional	Opcional		

Según la ISO/TS 14067, cuando una organización decide poner a disposición de las partes interesadas los resultados de su estudio, la comunicación debe:

- a) ser verificada por una tercera parte de conformidad con la norma ISO 14025, sección 8. Además de que el valor a comunicar debe basarse en una cuantificación que se haya sometido a un proceso de revisión crítica de acuerdo con la ISO 14044 (sección 6) e ISO 14071⁷ (ISO 14071, 2014).
- b) basarse en un informe de divulgación cumpliendo con los requisitos de la ISO/TS 14067 sección 8.2

Como es posible observar, cuando la comunicación está disponible a las partes interesadas, la ISO/TS 14067 plantea como requisito obligatorio contar con una verificación por tercera parte y una revisión crítica, de tal forma que los resultados tengan un aval independiente acerca del cumplimiento de la metodología.

Un informe de divulgación es otra opción de comunicación establecida por la ISO/TS 14067 en la cual la compañía no necesariamente ha pasado por un proceso de verificación por tercera parte. A pesar de esto, se considera válida si los resultados, datos, métodos, suposiciones y limitaciones

⁷ ISO 14071: Environmental management -- Life cycle assessment -- Critical review processes and reviewer competencies: Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006

son publicados de forma transparente y en suficiente detalle para permitir que el lector comprenda las complejidades inherentes a la huella reportada. Este informe de divulgación también deberá realizarse de tal forma que los resultados y la interpretación puedan ser usados en una manera consistente con el objetivo y el alcance del estudio.

Un informe de divulgación deberá contener, además del informe detallado, los siguientes aspectos:

- a. Información de contacto.
- b. El nombre del producto bajo estudio y su descripción.
- c. El tipo de huella (integral o no integral).
- d. Indicar si se empleó un documento de reglas de categoría de producto y cuál.
- e. La fecha de recopilación del inventario y las fuentes.
- f. Una declaración que establezca las limitaciones de posibles usos del estudio.
- g. Un mapa de proceso que establezca de manera clara los límites del sistema.
- h. Justificación de la exclusión de procesos unitarios de los límites del sistema.
- i. Justificación de la elección de los métodos usados para evitar o realizar asignaciones.
- j. La fuente de los factores de caracterización usados.
- k. Resultados de revisiones previas (por ejemplo, de alguna revisión crítica).

Algunas de las opciones con las que se cuenta cuando se desea comunicar los resultados de una evaluación de la huella de agua, así como una descripción breve, se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Tipos de comunicación identificados para los estudios de huella de agua.

Tipo de comunicación	Descripción
Informe detallado de acuerdo con ISO 14046	Informe que cumple los requisitos de la cláusula 6 de la norma ISO 14046, incluyendo aspectos generales, definición del objetivo y el alcance, análisis del inventario de la huella de agua, evaluación del impacto de la huella de agua, interpretación y aspectos de la revisión crítica. Comúnmente son informes extensos (más de 50 páginas).
Informe de comunicación	Informe que está basado en un informe de un estudio de huella de agua detallado y tiene la intención de comunicar de manera concisa (alrededor de 10 páginas). Comúnmente estos informes cuentan con gráficas, tablas y diagramas que permiten fácilmente identificar puntos de relevancia en la evaluación para la toma de decisiones.
Etiqueta o sello ambiental	Marca en un producto al identificar su huella de agua dentro de una categoría de producto particular de acuerdo con los requisitos de un programa de comunicación y siguiendo un documento de reglas de categoría de producto, los anteriores definen los límites máximos permisibles para el otorgamiento de la etiqueta o sello de un producto dentro de una familia de productos particular. De esta forma es posible la comparación entre productos con la misma función.
Declaración ambiental de producto	Declaración de huella de agua realizada conforme a reglas de categorías de producto y con base en los principios de un ACV. Informes de mediana extensión (alrededor de 20 páginas) que conllevan un proceso de revisión crítica y verificación. Al seguir un documento de RCP es posible la comparación de indicadores de categoría entre productos con la misma función.
Dictamen de verificación	Es una carta o conjunto de documentos que demuestra que el estudio de

Tipo de comunicación	Descripción
	huella de agua ha pasado por un proceso de revisión crítica y verificación por una tercera parte independiente, estableciendo los lineamientos que fueron verificados, el alcance de la verificación y el resultado de la evaluación de la conformidad de la misma.

Existen distintas partes interesadas hacia las cuales podría estar dirigida la comunicación de la huella de agua en AL, las cuales definen la manera en que esta se llevará a cabo. En la Tabla 10 se sintetizan las diferentes partes interesadas en la huella de agua, la información requerida para cada parte interesada, así como el tipo de comunicación recomendada en cada caso.

Tabla 10. Tipo de comunicación recomendada para cada parte interesada en América Latina.

Parte interesada	Tipo de información requerida	Tipo de comunicación recomendada
Sociedad civil	<ul style="list-style-type: none"> Fácil de entender 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Etiquetas y sellos ambientales
Consumidores	<ul style="list-style-type: none"> Se identifican con ella 	<p>Se requiere promover la educación de los consumidores sobre el significado de un producto con distintivo ambiental y la importancia de tomar decisiones de compra informadas. Esta forma de comunicación requiere mayor desarrollo en la región, de tal forma que los resultados de la huella de agua de acuerdo con ISO 14046 se puedan expresar de manera sencilla a los consumidores finales.</p> <p>Se recomienda, además, complementar esta comunicación con el informe completo de acuerdo con la ISO 14046. Se recomienda que este informe esté disponible a las partes interesadas para garantizar transparencia. Este debe contar con una declaración de revisión crítica y verificación para brindar mayor credibilidad y reconocimiento.</p> <p><i>Ejemplo:</i> Piloto francés de etiquetas con huellas ambientales (Vergez, 2013)</p>
ONG	<ul style="list-style-type: none"> De concientización 	
Directivos de organizaciones	<ul style="list-style-type: none"> Resumida y directa Números y gráficas concretos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Informe ejecutivo o de comunicación <p>Los informes deben contener información concreta en forma de cifras, gráficas, tendencias, escenarios para la toma de decisiones.</p> <p>Los directivos tienen la responsabilidad de generar capacidades dentro de la organización para interpretar los resultados.</p> <p><i>Ejemplo:</i> Fichas de resultados del proyecto SuizAgua Colombia (Embajada Suiza – COSUDE, CNPMLTA, Quantis (revisor), Empresas socias; 2015)</p>
Ingenieros Técnicos	<ul style="list-style-type: none"> Información con detalle Que permita identificar asuntos significativos Que permita generar propuestas para disminuir impacto 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Informe detallado de acuerdo con ISO 14046 <p>La información ambiental resultante de la evaluación de huella de agua también puede incluirse en las fichas técnicas de los productos, mediante declaraciones ambientales de producto.</p> <p><i>Ejemplo:</i> Informes ISO 14046 públicos para 5 empresas dentro del proyecto SuizAgua Perú y Chile (Embajada de Suiza – COSUDE, Agualimpia, Fundación Chile, Quantis (revisor), empresas socias, 2015)</p>
Organismo de verificación	<ul style="list-style-type: none"> Documentos que avalen que se llevó a cabo la evaluación 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Informe detallado de acuerdo con ISO 14046 <p>Además de la verificación de documentación de soporte, se incluye visita de verificación de datos <i>in situ</i>.</p>
Entidades de gobierno encargadas de la gestión del recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> Resumen con los resultados y conclusiones clave sobre la gestión del agua 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Informe de comunicación externa (resumen, infografía) ✓ Declaración ambiental de producto ✓ Informe detallado de acuerdo con ISO 14046 <p>Se sugiere incluir una sesión presencial donde se expliquen los detalles.</p> <p><i>Ejemplo:</i> EPD de aislantes minerales (Alvarado et. Al, 2014), incluye indicadores de huella de agua.</p>
Ministerios o secretarías del medio ambiente		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Informe de comunicación externa (resumen, infografía – 1 hoja) <p>El Informe detallado ISO 14046 también es una opción de comunicación altamente recomendada para este público.</p>
Autoridades encargadas de las compras públicas sustentables		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Etiquetas y sellos ambientales <p>El informe de comunicación externa y las declaraciones ambientales de producto también tienen una alta recomendación cuando se desea comunicar a este público.</p>

Finalmente, se recomienda conservar una estructura similar en los informes detallados de los estudios de cuantificación de huella de agua de acuerdo con ISO 14046. Lograr la uniformidad en

cuanto a la estructura del informe es de utilidad para mejorar la comunicación de la huella de agua al facilitar la comprensión de aspectos relevantes como los límites del sistema, requisitos de calidad de datos o los resultados y la interpretación del estudio, entre otros, al analizar diferentes informes. Con tal finalidad, en el Anexo 5 se muestra una propuesta de estructura de informe detallado para los estudios de huella de agua desarrollados en AL.

5.2 Experiencia de revisión crítica y verificación de la huella de agua en América Latina

En AL se cuenta con un caso de éxito desarrollado por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), el cual, fruto de la inquietud de diversas empresas por verificar por una tercera parte sus estudios de huella de agua, comenzó con el desarrollo del mecanismo de verificación con base en una combinación de requisitos provenientes principalmente de la norma ISO 14065⁸ (ISO 14065:2013), en combinación con una revisión crítica de acuerdo con ISO 14044 e ISO 14071.

El esquema del sistema de acreditación, revisión crítica y verificación se muestra en la Figura 5.

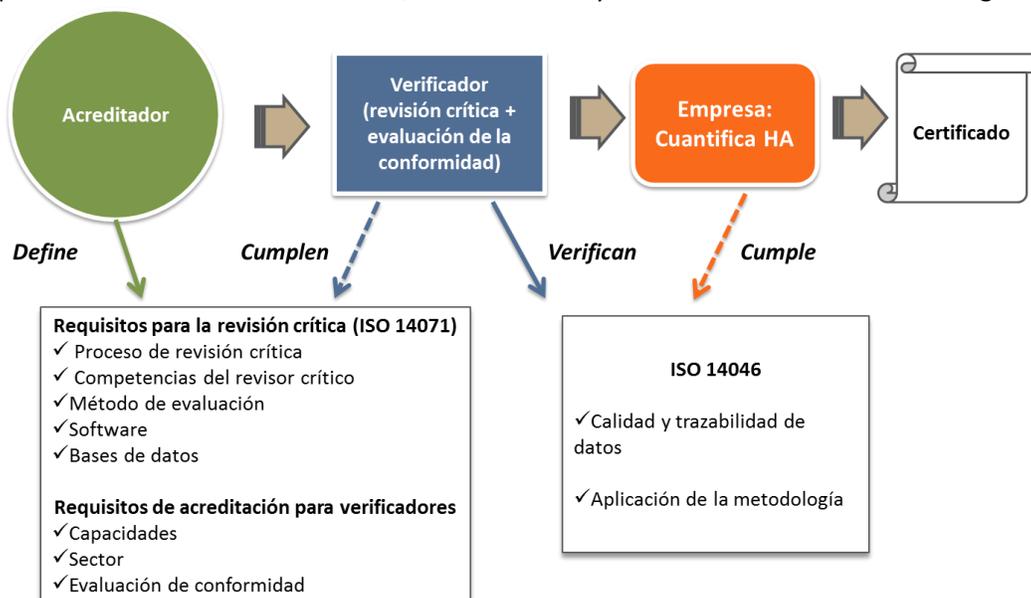


Figura 5. Esquema general del sistema de acreditación y verificación (incluye revisión crítica) de la huella de agua.

Las actividades desarrolladas bajo el esquema de INTECO se muestran en la Figura 6.

⁸ ISO 14065: 2013 Gases de efecto invernadero — Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de gases de efecto invernadero, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento.

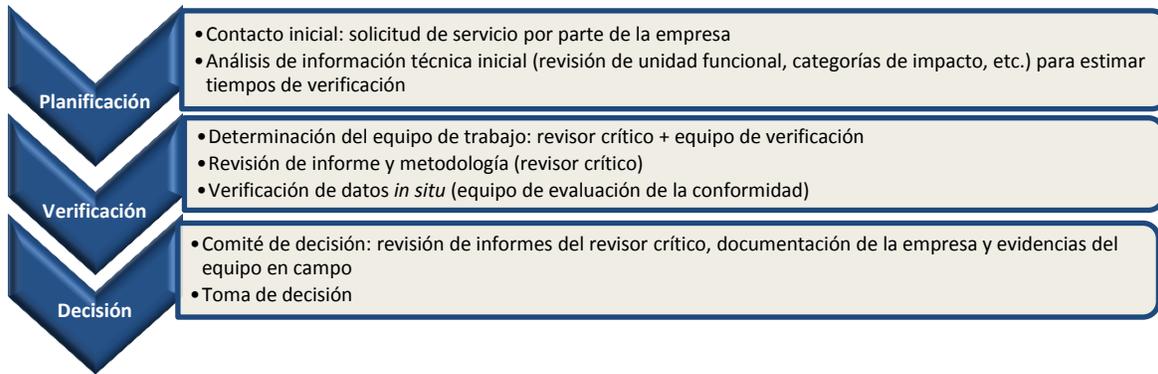


Figura 6. Actividades de la revisión crítica y evaluación de la conformidad de la huella de agua.

Bajo el esquema comentado se realiza una revisión crítica conforme a ISO 14071 por parte de un experto técnico, quien se encarga de analizar el cumplimiento con los principios y requisitos de la ISO 14046. Esta debe complementarse con una evaluación de la conformidad en sitio realizada por el equipo de evaluación de la conformidad, tal como se muestra en la Figura 7.

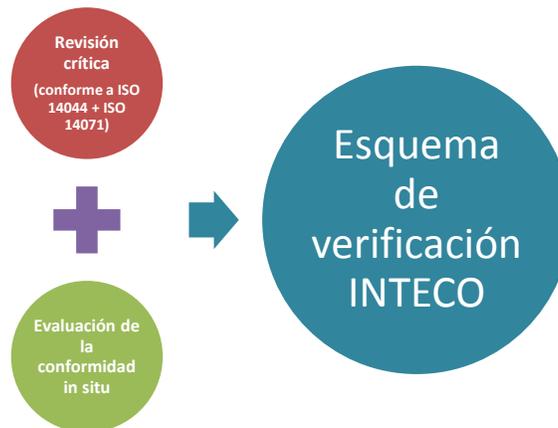


Figura 7. Esquema de verificación (incluye revisión crítica) desarrollado por INTECO.

La revisión crítica incluye las consideraciones de calidad de datos, las bases de datos y el software utilizado, las asignaciones realizadas, la selección de las categorías de impacto potencial, así como la cuantificación de los indicadores de categoría y la revisión final del informe, entre otros aspectos.

Por su parte, la evaluación de la conformidad in situ permite verificar los datos primarios, también conocidos como inventario directo de la huella de agua; verificar los equipos y los sistemas de medición, así como del sistema de registro (manual, semi-automático, automático). Para esto se evalúan la documentación y controles desarrollados por la organización con el fin de brindar consistencia futura a las declaraciones.

Una vez verificadas las fuentes de datos, se realiza un balance de agua con información proveniente de controles de la empresa y se hace un proceso de re-cálculo de asignaciones. El proceso de verificación permite obtener certeza de que el inventario directo de la huella de agua está bien fundamentado.

Posteriormente pasa a un comité de evaluación que revisa la documentación de la empresa, las evidencias del trabajo de verificación en campo y los informes del experto técnico; este comité toma una decisión y emite el dictamen correspondiente al otorgamiento del certificado.

Se identificaron una serie de características que se deben tomar en cuenta al desarrollar sistemas de verificación, las cuales se muestran en la Figura 8.

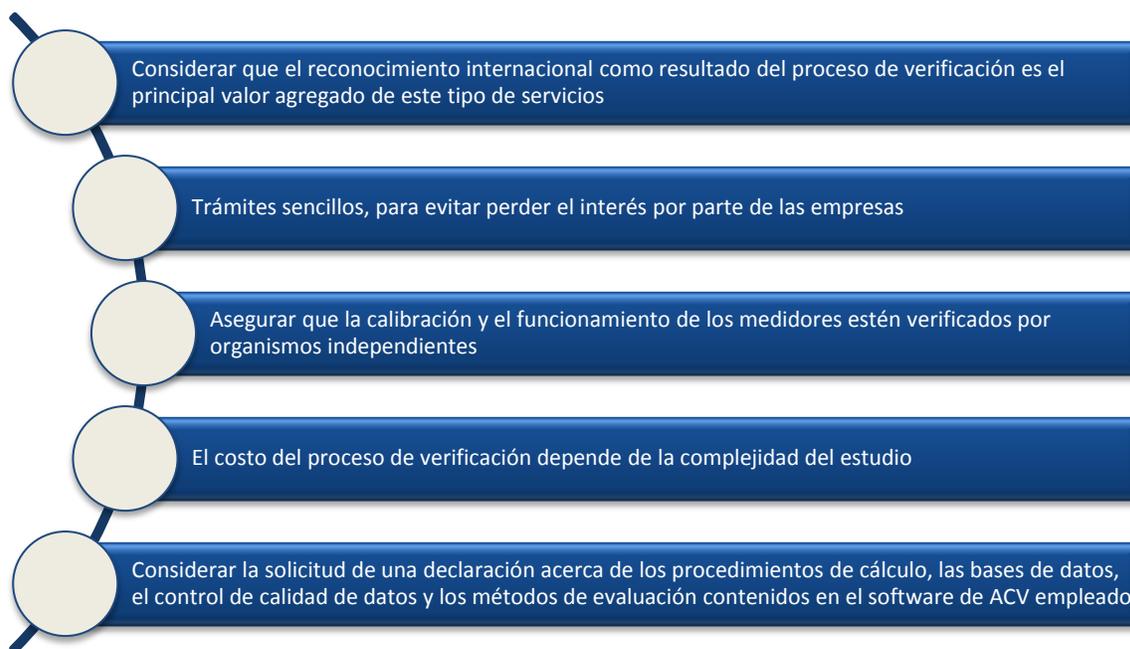


Figura 8. Características a considerar de los servicios de verificación de la huella de agua en AL

Con respecto a la calibración de los medidores, en el Anexo 6 se presenta información sobre procedimientos en algunos de los países de América Latina para su certificación.

Con respecto al costo, este depende de diferentes aspectos como el alcance, el levantamiento de información o el tipo de actividad. Para tener una idea de cómo se identifica el diferente grado de complejidad de un estudio a continuación se muestra la siguiente clasificación:

- a) Estudio preliminar: estudio de diagnóstico (tipo “screening”), en el cual se emplean principalmente datos de estudios científicos y bases de datos. Tiene una duración de tres a seis meses.
- b) Estudio detallado empleando datos secundarios: estudio que emplea valores de flujos de materiales propios de la empresa, pero utiliza bases de datos para representar cada entrada y salida. Duración aproximada de siete meses a un año.
- c) Estudio detallado empleando datos medidos directamente: se realiza un esfuerzo por conseguir la mayor información de manera directa en la empresa y con proveedores para representar los conjuntos de datos con información representativa. Duración mayor a un año y medio.

Usualmente la fase del estudio que más demora es la recopilación del inventario, y puede durar hasta tres años, dependiendo de las condiciones internas de la empresa para la generación de la información útil para el estudio.

Por otro lado, se recomienda que una declaración ambiental tenga una validez de tres años con opción de renovación al finalizar el plazo. Durante este periodo se proponen verificaciones anuales a manera de seguimiento, para determinar que los valores continúan encontrándose dentro del intervalo manejado en la declaración. Por su parte, la revisión crítica se debería realizar cada dos años.

5.3 Acreditación de organismos para la verificación de la huella de agua

Debido al carácter incipiente del mercado de la verificación de la huella de agua en América Latina, existen pocos ejemplos de organismos de acreditación en el tema.

El Ente Costarricense de Acreditación (ECA) está desarrollando un esquema de acreditación para proporcionar a sus clientes el servicio acreditado para verificar declaraciones de huella de agua.

La Entidad Mexicana de Acreditación (ema) desarrolló un programa de acreditación para verificadores de huella de agua. Este programa es uno de los primeros esfuerzos a nivel internacional para fijar los requisitos de acreditación en este tema.

A continuación, se presentan los requisitos que debe cumplir el organismo interesado en ser ente verificador de acuerdo con la ema.

1. **Situación legal.**
2. **Asuntos legales y contractuales.** Se refiere a aspectos relacionados con la constitución de la empresa y a la necesidad de establecer contratos con cada cliente.
3. **Gobernabilidad y alta dirección.** Se refiere a la necesidad de identificar a los miembros de la alta dirección, quienes deben desarrollar y supervisar políticas operacionales.
4. **Imparcialidad.** Lineamientos que demuestren la imparcialidad de sus actividades evitando cualquier conflicto de interés.
5. **Responsabilidad legal y financiamiento.** El organismo debe demostrar que ha analizado el riesgo financiero inherente a sus actividades y que tiene consideradas estrategias de financiamiento para afrontarlos.
6. **Confidencialidad.** Se refiere a los aspectos relativos a la seguridad de la información confidencial proporcionada por los clientes.
7. **Información sobre su servicio.** Se refiere a las gestiones necesarias para hacer del conocimiento del cliente aspectos como el calendario de actividades de verificación, el equipo de trabajo, cuotas, etc.
8. **Comunicación de responsabilidades.** Se refiere a que el organismo de verificación debe hacer del conocimiento del cliente todas sus responsabilidades para facilitar el proceso de verificación.
9. **Información accesible a partes interesadas.** Se refiere a información que estará permanentemente disponible.
10. **Etapas I del proceso: Acuerdo previo.** Se refiere a la existencia de un plan acerca de las actividades previas al inicio del contrato con el cliente, tales como imparcialidad y acuerdo de tiempo y responsabilidades.

11. **Etapa II: Enfoque.** El organismo debe tener un procedimiento para asignar al equipo auditor competente, definir aspectos como cantidad y tipo de evidencia que se requerirá, metodologías para que el muestreo sea representativo, etc.
12. **Etapa III: Verificación.** Se refiere a que el organismo debe contar con procedimientos que aseguren que la metodología cumple con los requisitos establecidos en normas como la ISO 14065 y una norma adicional que aún no se ha definido.
13. **Etapa IV: Informe de resultados.** Se refiere a los requisitos que debe asegurar el cumplimiento del organismo con respecto al informe detallado.
14. **Declaración de verificación.** Establece el mecanismo de emisión de la decisión acerca del otorgamiento del certificado, incluyendo procedimientos para asegurar una decisión objetiva.
15. **Mantenimiento de declaración.** Establece bajo qué criterios un organismo de verificación puede mantener la declaración de huella de agua.
16. **Competencias del personal y directivos.** Se refiere a que los organismos de verificación deben documentar el proceso a través del cual determinaron la competencia de su personal, cómo son asignados y sus responsabilidades en las distintas actividades de verificación.
17. **Competencia del personal.** Establece el requerimiento de procedimientos para elección de personal a manera de que el equipo auditor cumpla de manera conjunta con las características necesarias para desempeñar la labor de verificación. También establece los métodos de evaluación de capacidades, se basa en ISO 14066.
18. **Distribución del personal.** Se refiere a todos aquellos procesos necesarios cuando el organismo requiera de la contratación de un personal externo, incluyendo la determinación de capacidades, los términos del servicio, y el aseguramiento de compromiso por parte del personal externo contratado.
19. **Registros del personal.** Se refiere al registro que el organismo debe mantener acerca de su personal, tales como educación, capacitación, experiencia, monitoreo de desempeño, afiliaciones y estatus profesional.
20. **Quejas y apelaciones.** Se refiere a la necesidad de que el organismo cuente con un procedimiento documentado para gestionar, evaluar, tomar acciones correctivas y decisiones sobre quejas y apelaciones y que estos procesos sean transparentes y estén disponibles para la consulta de las partes interesadas.
21. **Sistema de gestión.** Se refiere a que los organismos de verificación deben contar con un sistema de gestión que permita establecer el cumplimiento de los puntos descritos. Además, se establece la necesidad de un sistema de auditorías internas para la identificación de áreas de mejora en el organismo.
22. **Registros.** Se refiere a que los organismos de verificación deben mantener registro de obligaciones contractuales, legales y otros del sistema de gestión, incluidos quejas y apelaciones, así como cualquier acción de corrección correspondiente.

Alrededor de la mitad de estos requisitos estarían adelantados en entidades que ya realizan verificaciones en otras normas ISO ambientales.

Con respecto a la evaluación de capacidades del equipo de revisión crítica y verificación, se pueden mencionar con mayor detalle los siguientes aspectos:

Obligación del organismo de verificación:

- Emplear personal suficiente con la competencia necesaria para gestionar las actividades asignadas y explicarles claramente sus responsabilidades
- Contar con procesos para monitorear el desempeño, identificar necesidades de capacitación, asegurar acceso a información actualizada

El equipo de revisión crítica y verificación:

- Cumplir con los requisitos de la ISO/TS 14071
- Tener experiencia y competencias necesarias en los temas de modelos de caracterización, análisis de sensibilidad e incertidumbre, identificación de categorías de impacto ambiental, procesos de verificación, criterios de selección de límites del sistema y límites operacionales

Además, el equipo de revisión crítica y verificación debe demostrar conocimientos sobre:

- Requisitos aplicables al marco ISO 14046 sección 5, ISO 14040 e ISO 14044
- Requisitos legales aplicables
- Procedimientos de calibración y efecto en la calidad de datos
- Manejo de la incertidumbre
- Técnicas de muestreo de datos
- Metodologías de auditorías de dato
- Gestión de proyectos, recursos y equipo (el líder de proyecto)

La demostración de conocimiento se puede realizar mediante:

- Educación o capacitación
- Experiencia laboral
- Tutoría a través de personal con experiencia
- Testificación de actividades asignadas
- La descripción de estos métodos se encuentra en el Anexo B en ISO 14066* (ISO 14066, 2011)
- El organismo de verificación debe promover el desarrollo continuo del personal incluyendo tendencias de gestión del agua

De acuerdo con ISO 14046, la revisión crítica juega un papel fundamental cuando se tiene la intención de comunicar los resultados de una evaluación de huella de agua a partes interesadas.

La norma ISO 14046 (subcláusula 7.2) establece que cuando se planea reportar los resultados a terceras partes se debe:

- Llevar a cabo un proceso de revisión crítica
- Poner a disposición de las partes interesadas el informe de la revisión crítica.

* ISO 14066:2011 - Gases de efecto invernadero — Requisitos de competencia para los equipos de validación y de verificación de gases de efecto invernadero

6. Una mirada al futuro de la Huella de Agua en América Latina

Los grandes desafíos a los que se enfrentan los esfuerzos de cuantificación y verificación de la huella de agua en América Latina se concentran en cinco temas principales:

- i. La disponibilidad de datos representativos para la región, necesarios para la generación de los inventarios de la huella de agua.
- ii. La adaptación de los métodos de evaluación del impacto de tal forma que integren suposiciones y mecanismos ambientales más representativos para los países de América Latina.
- iii. Acceso a bases de datos y software que permita reducir costos.
- iv. El incremento de la demanda de verificación de la norma.
- v. Incremento en las capacidades técnicas de empresas, consultoras y verificadoras para este tipo de análisis.

Con respecto a la disponibilidad de datos, existe una visión común con respecto a que debe existir intervención por parte de los actores involucrados, principalmente el gobierno, para favorecer el desarrollo de estas bases de datos. Algunos ejemplos de estos esfuerzos en la región los constituyen las bases de datos OpenLCA cloud, Mexicaniuh y ECObase, las cuales integran valores específicos para la región al aumentar la robustez de los estudios.



Una iniciativa que también contribuye a la disponibilidad de datos regionales es el proyecto SRI (Sustainable Recycling Industries), en el cual participa la organización de la base de datos Ecoinvent. Esta entidad coordina la recolección de datos de inventario de ciclo de vida para actividades industriales, agrícolas y otras actividades en diferentes países incluyendo algunos de AL. Actualmente se trabaja en mejorar bases de datos de:

- Electricidad: Brasil, Perú y Colombia
- Cemento, concreto e industrias relacionadas: Brasil, Colombia y Perú
- Agricultura, ganadería y silvicultura: Brasil

Con respecto a la generación de datos de inventario de ciclo de vida, una propuesta para la región consiste en promover proyectos financiados por instituciones interesadas en el desarrollo e implementación de la metodología para obtener mayor difusión y compromiso en la creación de bases de datos a nivel regional.

En el tema concerniente a la regionalización de los métodos de evaluación del impacto ambiental, se requiere que estos reflejen en mayor medida los mecanismos ambientales de los diversos países de la región. Ante esta necesidad, se recomienda que el esfuerzo provenga principalmente del sector académico y de investigación, el cual tiene un mayor acercamiento con la construcción interna de los factores y modelos de caracterización empleados para cuantificar los impactos ambientales potenciales.



Otro desafío importante es la reducción de costos. Actualmente existen limitaciones para la demanda de servicios de verificación asociadas a los costos del software y de las bases de datos requeridas para elaborar los estudios. Si se pudieran implementar programas computacionales de más fácil acceso, se podría facilitar este tipo de análisis tanto para practicantes como para verificadores.

Por otro lado, al reflexionar sobre las formas para incrementar la demanda de verificación de la norma, se considera necesaria una mayor divulgación de esta, sus resultados y beneficios para las organizaciones. Desde el sector público, esto podría vincularse a programas nacionales e internacionales, políticas gubernamentales y sistemas de eco-etiquetado, que permitan dar a conocer el beneficio que adquieren las empresas al apostar por un esquema como este. Una propuesta es el desarrollo de un esquema híbrido que incluya características de una DAP y una etiqueta ambiental, de tal forma que pueda divulgarse al mayor público posible.

Actualmente existen algunas iniciativas en este sentido, por ejemplo:

- En Perú, la Autoridad Nacional del Agua solicita el informe detallado de acuerdo a ISO 14046 como uno de los requisitos para obtener el certificado azul (Resolución Jefatural N° 051-2016-ANA, Autoridad Nacional del Agua Perú). Este certificado es un diferenciador para la empresa beneficiaria, una oportunidad laboral para auditores y un estímulo para las empresas que trabajan en huella de agua, ya sean certificadoras o consultoras, de Perú y de la región.

- Se encuentra en proceso el desarrollo de un sistema de eco-etiquetado para estudios de huella de agua por parte de países de la región (Costa Rica, Colombia y México).

- Las categorías de impacto relacionadas con la huella de agua están incluidas en el proyecto de “mercado único verde” que pretende otorgar un sello ambiental diferenciador y oficial en el mercado de la Unión Europea (UE), y está basado en análisis de ciclo de vida. Una evaluación de huella de agua ISO 14046 es una parte del análisis de ciclo de vida. Es de notar que los métodos de evaluación deben ser los que sean especificados por la UE (Eur-Lex, 2013).

- Desde el sector privado, la divulgación de los casos de éxito de empresas que ya hayan evaluado y verificado su huella de agua es crucial para convencer a nuevas empresas sobre las ventajas de realizar un estudio de huella de agua.

También es importante tener en cuenta que a pesar de que para algunas empresas el uso directo de agua podría no parecer significativo a primera vista, como es el caso de oficinas, el tema resulta de trascendencia dado que al unirse al esfuerzo de cuantificar sus impactos potenciales en el recurso hídrico, podrían encontrar oportunidades de mejora y disminuir la presión sobre el mismo, lo cual es un aspecto de riesgo real a mediano y largo plazo identificado por empresas a nivel mundial, ya que sin suficiente abastecimiento de este recurso, cualquier operación se ve en riesgo, por menor que sea el uso del agua. Sin agua, no hay ningún negocio.

El incremento en las capacidades técnicas de empresas, consultoras y verificadoras sobre huella de agua es un tema crucial. Debido al carácter técnico de los estudios de huella de agua y ACV en general, un agente importante para la formación de capacidades son las entidades que realizan jornadas o cursos de capacitación presencial o virtual, o las organizaciones que se encargan de la realización de foros o congresos en ACV. Una lista de consultoras, entidades de formación y eventos de este tipo identificadas para América Latina se describe en la lista de proveedores compilada durante el desarrollo de este documento⁹, pero pueden encontrarse otros en plataformas profesionales relacionadas con ACV y gestión del agua.

Finalmente, se recomienda alinear los estudios de cuantificación de la huella de agua dentro de un marco de mayor alcance de estrategia Corporativa para la Gestión del Agua. Este último debería tener en cuenta los objetivos locales de gestión del recurso en la cuenca, y el enfoque del país para implementar los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el objetivo 6 sobre Agua.

⁹ Shareweb SuizAgua, Directorio de proveedores.
En: www.shareweb.ch/site/Suiz-Agua-Colombia/Latinoamerica

7. Bibliografía

Allan, J.A. (1998). Virtual water: a strategic resource, global solutions to regional deficits. *Ground Water* 1998, 36, 545–546.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. (2006). Crop evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage paper N°56, 174 pp.

Alvarado Díaz, E. G., Chargoy Amador, J. P., Sojo Benítez, A., Suppen Reynaga, N. (2014), Environmental Product Declaration: Rolan rockwool insulation board. En. http://gryphon.environdec.com/data/files/6/9953/epd532_Rolan_Rockwool.pdf

Boulay A.-M., Bulle C., Bayart J.-B., Deschênes L., and Margni M., (2011). Regional Characterization of Freshwater Use in LCA: Modeling Direct Impacts on Human Health. *Environmental Science & Technology*, 45(20), 8948-8957. American Chemical Society (<http://dx.doi.org/10.1021/es1030883>).

Boulay A., Bare J., Benini L., Berger M., Bulle C., Klemmayer I., Lathuilliere M., Manzardo A., Margni M., Motoshita M., Núñez M., Oki T., Ridoutt B., Worbe S., Pfister S. (2015). New scarcity indicator from WULCA: consensus to assess potential user deprivation. bLCA XV Conference, Vancouver, 7 October 2015.

CEPAL, FAO, IICA (2015). *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2015-2016*. San José, Costa Rica.C.R.: IICA, 2015.

CML 2 baseline 2000 (1992). Descrito en : Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. de; Oers, L. van; Wegener Sleeswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J. 2002. *Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. Part III: Scientific background*. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 692 pp.

Chapagain, A.K., Hoekstra A.Y., Savenije H.H.G., Gautam, R. (2005). The water footprint of cotton consumption. *Value of Water Research Report Series No. 18*. UNESCO-IHE Institute for Water Education.

Embajada Suiza – COSUDE, CNPMLTA, Quantis (revisor), Empresas socias (Agrícola Sara Palma S.A., Argos, Clariant, Familia, Griffith Laboratories, Haceb, Holcim, Mineros, Nestlé, Syngenta, Uniban; 2015). Disponible en: <http://www.suizagua.org/content/media/files/6e3f35e9f767b87b5ab5371577fa588b.pdf>

Embajada de Suiza – COSUDE, Fundación Chile, Agualimpia – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE (2016). *Manual de aplicación para evaluación de huella hídrica acorde a la norma ISO 14046*. Elaborado con la colaboración de Quantis, en el marco del proyecto Suizagua Andina Chile y Perú para la Embajada de Suiza, Agencia para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Chile.

Embajada de Suiza – COSUDE, Agualimpia, Fundación Chile, empresas socias (2015). *Informes ISO 14046 para 5 empresas dentro del proyecto Suizagua Peru y Chile*. En Perú (Unacem, Nestlé, Pavco, Duke Energy y Camposol): <http://www.suizagua.org/b/peru/#/publicaciones> y en <http://www.suizagua.org/b/chile/#/publicaciones> (Clariant)

European Union Law (2013). *Comission recommendation on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations*. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32013H0179>

Ercin, A.E., Aldaya, M.M., Hoekstra, A.Y. (2009). A pilot in corporate water footprint accounting and impact assessment: the water footprint of a sugar-containing carbonated beverage. Value of Water Research Report Series No. 39. UNESCO-IHE Institute for Water Education.

Farell, C. (2013). Diseño de una metodología para reportar la huella de agua. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Gerbens-Leenes, P.W., Hoekstra, A.Y. (2009). The water footprint of sweeteners and bio-ethanol from sugar cane, sugar beet and maize. Value of Water Research Report Series No. 38. UNESCO-IHE Institute for Water Education.

Goedkoop M.J., Heijungs R, Huijbregts M., De Schryver A.; Struijs J., Van Zelm R (2008). ReCiPe 2008, A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. First edition Report I: Characterisation; 6 January 2009, <http://www.lcia-recipe.net>

Hoekstra, A.Y. (2003). Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Delft, The Netherlands, 12-13 December 2002, Value of Water Research Report Series No.12, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands, www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf.

Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, Mekonnen MM (2011). The water footprint assessment manual: setting the global standard. Water Footprint Network. Enschede, The Netherlands

ISO 14040:2006 Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework.

ISO 14044:2006 Environmental management -- Life cycle assessment -- Requirements and guidelines.

ISO 14046:2014 Environmental management -- Water footprint -- Principles, requirements and guidelines.

ISO/TS 14067:2013 Greenhouse gases -- Carbon footprint of products -- Requirements and guidelines for quantification and communication.

ISO 14025:2006 Environmental labels and declarations -- Type III environmental declarations -- Principles and procedures.

ISO/TR 14073:2016 Environmental management -- Water footprint -- Illustrative examples on how to apply ISO 14046.

ISO 14065:2013 Greenhouse gases -- Requirements for greenhouse gas validation and verification bodies for use in accreditation or other forms of recognition.

ISO/TS 14071:2014 Environmental management -- Life cycle assessment -- Critical review processes and reviewer competencies: Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006

ISO 14066:2011 Greenhouse gases — Competence requirements for greenhouse gas validation teams and verification teams.

ISO 9001:2015 Quality Management Systems.

ISO/IEC 17000:2004 Conformity assessment — Vocabulary and general principles.

Marzullo, R.C.M (2014) Metodologia para o calculo da pegada hidrica ecotoxicologica de produtos; Tesis de doctorado; Universidad de Sao Paulo. Disponible en: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-20062016->

151922/publico/TESE_DOUTORADO_RITA_DE_CASSIA_MONTEIRO_MARZULLO_IEE_LABACV_USP_VERSAO_DIGITAL_CORRIGIDA.pdf

Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y. (2010). A global and high-resolution assessment of the green, blue and grey water footprint of wheat. Value of Water Research Report Series No. 42. UNESCO-IHE Institute for Water Education.

Noyola A, Morgan-Sagastume JM, Güereca LP (2013). Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. Guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ingeniería. México.

ONU (2015). Objetivos de desarrollo sostenible. Consultado en línea en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Peña C.A., Huijbregts M. A. J. (2013). The Blue Water Footprint of Primary Copper Production in Northern Chile. *Journal of Industrial Ecology*. (18) Issue 1, 49–58.

Pfister S, Koehler A, Hellweg S (2009). Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. *Environ Sci Technol* 43(11):4098–4104

Rees, W.E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization* 4 (2), 121–130.

Resolución Jefatural N° 051-2016-ANA, Autoridad Nacional del Agua Perú. Disponible en: http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._051-2016-ana.pdf

Rosenbaum R.K., Bachmann T.K., Gold L.S., Huijbregts M.A.J., Jolliet O., Juraske R., Koehler A., Larsen H.F., MacLeod M., Margni M., McKone T.E., Payet J., Schuhmacher M., Van de Meent D., Hauschild M.Z., (2008). USEtox-The UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in Life Cycle Impact Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment* 13(7) 532-546 (<http://dx.doi.org/10.1007/s11367-008-0038-4>).

UNESCO (2015). WWAP - United Nations World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World. Paris, France.

UNESCO (2009). WWAP - United Nations World Water Assessment Programme. The United Nations World Water Development Report 3—Water in a Changing World; UNESCO: Paris, France.

UNEP (2016). A snapshot of the World's Water Quality: Towards a global assessment. Executive Summaries. Disponible en: http://www.wwqa-documentation.info/assets/sum_spanish_unep_wwqa_report_web2.pdf

Vergez, D. (2012) Display of the environmental footprint of products: French developments in the food sector. Department of the Commissioner General for Sustainable Development (CGDD) <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED64EN.pdf>. Consultado en octubre de 2016.

World Economic Forum (2016). The Global Risks Report 2016 (No. 11th). The Global Competitiveness and Risk Team. Geneva, Switzerland. Disponible en: <http://www3.weforum.org/docs/Media/TheGlobalRisksReport2016.pdf>

Anexo 1. Resumen de estudios de huella hídrica y huella de agua en América Latina

Título: Huella hídrica de producción de soya en Argentina (Water footprint of soybean production in Argentina)				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Alejandro Pablo Arena, Roxana Piastrellini y Bárbara Civit (2011)</i></p> <p>Autores institucionales:</p> <p><i>Grupo CLIOPE – Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza</i></p> <p><i>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)</i></p>	Argentina	1 tonelada de soya	<p>Frijol soya producido mediante dos sistemas de riego:</p> <p>+ Agua de lluvia</p> <p>+ Irrigación</p>	Consumo de agua en m ³ , así como los componentes azul, verde y gris.
Resultados				
La irrigación produce un aumento en la productividad del cultivo de soya bajo las condiciones estudiadas. El riego aumenta la huella hídrica total, pero la diferencia entre los dos casos no es significativa. Este aspecto debe ser discutido con mayor profundidad considerando zonas de cultivo con diferentes características del suelo y las condiciones climáticas específicas para determinar si los sistemas de riego en el cultivo de soya son una práctica sustentable en Argentina.				
Título: Análisis técnico de la huella hídrica como indicador de la sustentabilidad del uso del agua en la producción del concentrado de cobre en división el teniente codelco				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Manuel Antonio Garcés Valenzuela (2011)</i></p> <p>Autor institucional:</p> <p><i>Universidad de Chile</i></p>	Chile	Una tonelada de concentrado de cobre	Concentrado de cobre fabricado en 2008, 2009 y 2010	<p>HH azul</p> <p>HH gris</p>
Resultados				
Se encontró que cada año la huella hídrica azul y gris de la producción del concentrado de cobre disminuyó con respecto al año anterior. La huella hídrica azul en 2010 fue igual a 26.5 m ³ /t y la HH gris fue igual a 22.8 m ³ /t. La huella hídrica total disminuyó de 69.5 a 49.3 m ³ /t al comparar los años 2008 y 2010, respectivamente, aunque estos resultados dependen de los límites geográficos elegidos para la evaluación. Se concluye que la metodología WFP es muy general y que requiere adaptaciones para ser aplicada a la minería.				
Título: Estudio nacional de Huella Hídrica. Colombia Sector Agrícola				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Diego Arévalo, Juan Lozano y Javier Sabogal (2011)</i></p> <p>Autores institucionales:</p> <p><i>WWF Colombia</i></p>	Colombia	Producción agrícola nacional a nivel anual	Sector agrícola en Colombia	Componentes azul, verde y gris de la huella de agua.
Resultados				
El estudio proporciona conclusiones y recomendaciones para la sociedad civil, empresas y gobierno, respecto a los impactos asociados al desarrollo de las actividades agrícolas y sus implicaciones frente a la sustentabilidad y disponibilidad del recurso hídrico. Se presenta un análisis individual de cada componente de la huella hídrica: Verde, Azul y Gris; todo fuertemente orientado al carácter geográfico explícito del indicador.				

Título: Inventario de Ciclo de Vida de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales en América Latina y el Caribe (Life Cycle Inventory of the most representative municipal wastewater treatment technologies of Latin-America and the Caribbean)

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Leonor Patricia Güereca, Adba Musharrafie, Edgar Martínez, Flor Hernández, Alejandro Padilla, Liliana Romero Casallas, Margarita Cisneros-Ortiz, J. M. Morgan-Sagastume, Adalberto Noyola. (2011)</i></p> <p>Autores institucionales: <i>Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM)</i> <i>Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)</i></p>	América Latina y Caribe	Agua residual tratada en 20 años	Lodos activados Laguna de estabilización Tratamiento primario	Análisis de Inventario de Ciclo de Vida de acuerdo con ISO 14040. Entradas y salidas requeridas para la construcción y operación; así como las características de los efluentes obtenidos en cada sistema de tratamiento analizado.

Resultados

Las lagunas de estabilización requieren mayor cantidad de materias primas que los otros sistemas en la etapa de construcción. Para todos los sistemas analizados, la operación tiene los requerimientos más altos de electricidad. El sistema de lodo activado es el que tiene mayor consumo de electricidad y los mayores rendimientos de remoción. La laguna de estabilización es el sistema que elimina la mayor cantidad de DBO₅ y tiene el consumo de electricidad más bajo, sin embargo, es el único sistema con emisiones de metano.

Título: Evaluación de la huella de agua del trigo en México (Assessment of the Water Footprint of Wheat in Mexico)

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p>Farell C., Turpin S., Suppen N. (2011)</p> <p>Autores institucionales: <i>Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco</i> <i>Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable</i></p>	México	1 tonelada	Trigo cultivado en México	Análisis de Ciclo de Vida de acuerdo con ISO 14040 e incorporando el WSI.

Resultados

Los resultados muestran no sólo el volumen de agua utilizada, sino también el impacto en la ecotoxicidad y el agotamiento del recurso asociado a la actividad agrícola. Los resultados también se comparan con la huella hídrica de trigo en México evaluado con diferentes metodologías.

Título: Evaluación de la huella de agua del maíz en México (Assessment of the Water Footprint of Maize in Mexico)

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p>Farell C., Turpin S., Suppen N. (2011)</p> <p>Autores institucionales: <i>Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco</i> <i>Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable</i></p>	México	1 tonelada	Maíz cultivado en México	Análisis de Ciclo de Vida de acuerdo con ISO 14040 e incorporando el WSI.

Resultados

Los resultados muestran no sólo el volumen de agua utilizada, sino también el impacto en la ecotoxicidad y el agotamiento del recurso asociado a la actividad agraria. Los resultados también se comparan con la huella hídrica de trigo en México evaluado con diferentes metodologías.

Título: Huella hídrica en México en el contexto de Norteamérica

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p>Autor institucional: <i>AgroDer, SABMiller</i> (2011)</p>	México	NA	Consumo per cápita	Se usó la metodología de la Water Footprint Network (WFN). Se calculó el consumo de agua en Hm ³ , así como los componentes azul, verde y gris.

Resultados

México es el 11º país en el mundo con mayor Huella Hídrica (HH) en el sector de producción y el 8º en el de consumo. El consumo per cápita es relativamente moderado (lugar 49, con 1,978 m³ per cápita al año), se encuentra por encima de la media mundial. La mayor parte de la HH, tanto interna como externa, la originan productos agropecuarios. Respecto del promedio mundial, los rendimientos de los cultivos en México son inferiores y la HH por tonelada es superior. Las exportaciones agropecuarias han crecido de manera importante los últimos años. Aunque se destinan importantes volúmenes de agua y superficie a la producción primaria, los rendimientos son insuficientes para abastecer al total de la población nacional, y la demanda de agua compromete la sostenibilidad de los ecosistemas.

Título: Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Diego Arévalo Uribe (2012)</i></p> <p>Autor institucional: <i>WWF Colombia</i></p>	Colombia	Productos agrícolas más relevantes en Colombia en 2008	Agrícola	<p>Se usó la metodología de la Water Footprint Network (WFN).</p> <p>Se calculó el consumo de agua en Mm³, así como los componentes azul y verde.</p>

Resultados

Se dan las siguientes recomendaciones a tres grupos objetivo:

Público

- + Fortalecer las instancias de gobierno cuyo objetivo esté orientado a la gestión sustentable del medio ambiente y el agua.
- + Mejorar, ampliar y difundir la información ambiental de Colombia.
- + Apoyar estudios nacionales que aumenten el nivel de detalle del presente estudio.

Privado

- + Se debe fortalecer la difusión técnica del concepto de Huella Hídrica, así como enfatizar su importancia dentro del sector empresarial.

Sociedad civil

- + Fortalecer la difusión pública del concepto de Huella Hídrica asociándolo a los hábitos cotidianos de consumo y buscando crear conciencia.

Título: Huella Hídrica de América Latina: retos y oportunidades

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Rita Vázquez del Mercado Arribas</i> <i>Mario Óscar Buenfil Rodríguez</i> <i>(2012)</i></p> <p>Autor institucional: <i>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua</i></p>	América Latina	NA	<p>Agrícola Ganadero Industrial Consumo nacional Consumo per cápita</p>	<p>Análisis Comparativo de los flujos de agua virtual y de la huella hídrica del consumo nacional (total y per cápita), empleando datos de la Red de la Huella Hídrica: The waterfootprint of humanity (Hoekstra y Mekonnen, 2012) y los Apéndices II, VIII y IX de National waterfootprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption (Mekonnen y Hoekstra, 2011).</p>

Resultados

En el periodo 1996-2005, América Latina presentó grandes contrastes. Argentina y Brasil fueron los grandes exportadores de agua virtual de la región, ocupando el segundo y quinto lugar en el mundo respectivamente. México fue el principal importador de agua virtual de la región, ocupando el segundo lugar en el mundo. Otros países de la región que tienen una dependencia hídrica superior al promedio global son: Chile, Costa Rica, El Salvador, Panamá, Perú, República Dominicana y Venezuela. En cuanto a la huella hídrica del consumo nacional, la región concentró el 10.5% de la huella hídrica global con el 8.2% de la población mundial. El volumen correspondiente a Brasil y a México equivalió al 6.5% de la huella hídrica global. Por lo que respecta a la huella hídrica del consumo nacional per cápita, la huella hídrica de la región fue 29% superior a la global.

Título: Aplicando la metodología de la huella hídrica en una compañía de cosméticos: lecciones de Natura Cosméticos, Brasil (Applying the water footprint methodology in a cosmetic company: lessons from Natura Cosméticos, Brazil)

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>I.C.M. Francke, J.F.W. Castro (2012)</i></p> <p>Autor institucional <i>Natura</i></p>	Brasil	Volumen de producción en 2010	Productos cosméticos (shampoo, jabón, humectantes)	Se calculó el consumo de agua en Mm ³ , así como los componentes azul, verde y gris.

Resultados

Se determinó que el consumo directo de agua durante la producción puede ser considerado no significativo y la huella de agua relacionada con el consumo de energía es más relevante. La huella de agua gris es el componente más grande del estudio y se relaciona con la disposición final de los productos cosméticos, en lo cual también influye la ubicación geográfica. La huella de agua verde es el componente más representativo del consumo indirecto debido a los ingredientes de origen agrícola.

Título: Inventario de la huella de agua en sistemas lecheros diferenciados por el uso de la tierra y el nivel de suplementación

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Alvarez, H.J., Larripa, M.J., Galli, J.R. y Civit, B.M. (2013)</i></p> <p>Autor institucional <i>Instituto de ciencias humanas, sociales y ambientales. – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas INCIHUSA - CONICET</i></p>	Argentina	NA	<p>Sistema Pastoril (SP), 100% de la superficie con pasturas artificiales; Sistema Base Pastoril (SBP), 80% de la superficie con pasturas artificiales y 20% con maíz; Sistema Base Pastoril Intensivo (SBPI), 60% con pasturas y 40% con maíz</p>	<p>Se usó la metodología de la Water Footprint Network (WFN).</p> <p>Se calculó el consumo y eficiencia en el uso de agua para los diferentes sistemas.</p>

Resultados

Se concluye que para las precipitaciones anuales normales en el Sur de la Provincia de Santa Fe el consumo de agua necesario para la producción de leche difiere con el nivel de intensificación de los sistemas, característica que debería tenerse en cuenta en la planificación de los sistemas lecheros.

Título: Huella de agua de uso público-urbano en México

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Carole Farell Baril, Sylvie Turpin Marion y Nydia Suppen Reynaga (2013)</i></p> <p>Autores institucionales:</p> <p><i>Universidad Autónoma Metropolitana Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable</i></p>	México	El volumen de agua utilizado (en metros cúbicos) por cada persona durante un año en una determinada región hidrológico-administrativa	Agua de uso público urbano por región hidrológico-administrativa en México	Categoría de impacto de ecotoxicidad acuática crónica del método USEtox. El impacto se integra con el de escasez empleando el WSIMEX, calculado previamente. Se obtiene la huella de agua de productos y servicios con unidades de metros cúbicos de agua impactada por unidad funcional. La metodología propuesta se considera como perfil de huella de agua conforme a la ISO 14046.

Resultados

Análisis de Ciclo de Vida de acuerdo con ISO 14040, ISO 14044. Se observa que 72.7% de la población vive en zonas de fuerte estrés hídrico, donde se encuentra 25.6% del agua renovable y es responsable de 98.6% de la huella de agua de México, lo cual repercute de manera importante en la disponibilidad del recurso. Se observa que en la RHA XIII, 19.8% de los habitantes deben cubrir sus necesidades con 0.76% del agua renovable de México y son responsables de 10.9% de la huella de agua del país. Por otro lado, en la RHA II se localiza sólo 2.5% de la población, donde esta es responsable de 40.8% de la huella de agua de México; lo anterior se debe a que se distribuyen, en promedio, 379 m³/hab/año cuando la media nacional es de 104 m³/hab/año.

Título: Diseño de una metodología para reportar huella de agua

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Carole Farell Baril (2013)</i></p> <p>Autor institucional</p> <p><i>Universidad Autónoma Metropolitana</i></p>	México	<p>Producción de una tonelada de alimento en un año agrícola definido (octubre-septiembre).</p> <p>El volumen de agua utilizado (en metros cúbicos) por cada persona durante un año en una determinada región hidrológico-administrativa.</p> <p>Producción de un litro de cerveza.</p> <p>Producción de una tonelada de cemento.</p> <p>Satisfacer las necesidades de los clientes respecto al tratamiento de aguas durante el año 2010.</p>	<p>Sector agrícola</p> <p>Agua de consumo urbano</p> <p>Sector cervecero</p> <p>Sector cemento</p> <p>Servicio de asesoría para el tratamiento de agua</p>	Categoría de impacto de ecotoxicidad acuática crónica del método USEtox. El impacto se integra con el de escasez empleando el WSIMEX, calculado previamente. Se obtiene la huella de agua de productos y servicios con unidades de metros cúbicos de agua impactada por unidad funcional. La metodología propuesta se considera como perfil de huella de agua conforme a la ISO 14046.

Resultados

Análisis de Ciclo de Vida de acuerdo con ISO 14040, ISO 14044 e ISO /DIS 14046. La huella de agua reportada en una sola métrica, que integra los impactos en ecotoxicidad acuática y escasez, facilita la toma de decisiones a niveles gubernamental, empresarial y académico pudiendo, incluso, ser utilizada en ecoetiquetas para reportar la huella de agua de productos, procesos y servicios. Cuando se reportan volúmenes de agua, esto no es posible.

Título: Análisis de la huella de carbono y de agua de una barra de jabón producida en Brasil por Natura Cosméticos (Carbon and water footprint analysis of a soap bar produced in Brazil by Natura Cosmetics)

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
I.C.M. Francke y J.F.W. Castro (2013) Autor institucional Natura	Brasil	1 paquete de jabón (450 g jabón, 26 g empaque de cartón)	Jabón Todo día Macadamia	Huella de carbono. Para la huella hídrica, se usó la metodología de la Water Footprint Network (WFN). Se calculó el consumo de agua en litros, así como los componentes azul, verde y gris.

Resultados

El uso de biocombustibles en el ciclo de vida del jabón puede ser una elección sustentable, siempre y cuando la demanda de agua no represente un impacto en escasez, esto depende del sitio donde el agua es extraída. Sin embargo, al analizar ambos indicadores (huella carbono y agua) otras fuentes de energía, como la eólica tienen beneficios en ambos. Se observa una contribución significativa a la huella de agua por el uso de fertilizantes debido al escurrimiento de sustancias a los cuerpos de agua, por lo que técnicas alternativas, como la agricultura orgánica, podría reducir la huella. Se observa un indicador elevado en el final de vida del jabón, lo cual queda fuera del control de la empresa, a pesar de que es posible implementar ecodiseño del producto, el gobierno tiene un papel importante en el saneamiento de las aguas residuales urbanas

Título: Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<i>Alberto Noyola</i> <i>Juan Manuel Morgan-Sagastuma</i> <i>Leonor Patricia Güereca (2013)</i> Autor institucional: <i>Instituto de Ingeniería – Universidad Nacional Autónoma de México</i>	México	NA	NA	NA

Resultados

Esta guía se ha escrito con el objetivo de coadyuvar al desarrollo y adecuada gestión de los servicios de tratamiento de aguas residuales municipales en la región Latinoamericana y caribeña. Para ello, se consideró necesario describir las tecnologías existentes (Fase I), definir criterios para su selección acorde con criterios sustentables (Fase II) y por último, en la Fase III, presentar una técnica de evaluación objetiva con base en factores ponderados.

Título: Guía metodológica de la aplicación de huella hídrica en cuenca

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
Autor institucional: <i>Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia – CTA</i> <i>SuizAgua Colombia Cosude (2013)</i>	Colombia	NA	NA	Se usó la metodología de la Water Footprint Network (WFN)

Resultados

El documento se divide en dos partes: 1) Metodología general para evaluar la huella hídrica en cuenca, en donde se describen las cuatro fases: Definición del alcance de la evaluación, cuantificación de la huella, análisis de la sostenibilidad y formulación de estrategias de respuesta; y 2) Ejemplo de aplicación en la cuenca Río Porce.

Título: Cálculo y Análisis de la Huella Hídrica de la Provincia de San Luis. Sectores Agrícola y Pecuario

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p>Autor institucional:</p> <p>San Luis Agua Gobierno de la provincia de San Luis (2013)</p>	Argentina	Producción agrícola y pecuaria mensual y anual en la provincia de San Luis, Argentina	Sector agrícola y pecuario de la provincia de San Luis	<ul style="list-style-type: none"> • Huella hídrica verde • Huella hídrica azul • Huella hídrica gris

Resultados

De manera general para la provincia la huella hídrica resultó de: 6097 millones de m³/año (verde), 786 millones de m³/año (azul), 118 millones de m³/año (gris). El sector que más contribuye a la HH verde es el pecuario (84%), mientras que a la HH azul contribuye en mayor medida el sector agrícola (62%). Los cultivos de mayor contribución son la soya, el maíz, el girasol, el sorgo, la papa, la alfalfa, los olivos y el arándano. La producción de bovinos de carne y de bovinos de tambo son los procesos que tienen la mayor contribución a la huella hídrica en el sector pecuario.

Algunas recomendaciones del estudio son:

- Mejorar obtención y sistematización de los datos de riego canales y diques.
- Aforar ríos.
- Sistematizar y racionalizar los datos vinculados con consumo de agua.
- Continuar con estudios de cantidad y calidad de agua subterránea.
- Analizar y cuantificar la HH de otros sectores en la provincia (industrial, doméstico, energético).

Título: Resumen de resultados. Evaluación de la huella hídrica en la cuenca del Río Porce. Mayo 2016

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p>Autores institucionales (líderes)</p> <p><i>Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia -CTA</i> <i>Embajada de Suiza en Colombia – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE</i></p>	Colombia	Huella hídrica por unidad productiva, huella hídrica total por sector y región y huella hídrica total de la cuenca.	Sectores: agropecuario, industrial, doméstico, generación de energía hidroeléctrica y minero	Huella hídrica verde Huella hídrica azul Huella hídrica gris Empleando la metodología de la WFN

Resultados

El cacao es el cultivo con mayor huella hídrica por unidad productiva (t); sin embargo, no es un cultivo priorizado de la cuenca y el resultado está más relacionado con el rendimiento del cultivo. El ganado bovino presenta la mayor huella hídrica verde por tonelada y las aves la mayor huella hídrica gris. En el sector doméstico el municipio de Gómez Plata presentó la mayor huella hídrica azul debido a pérdidas reportadas por parte del organismo gestor de agua potable con un consumo cercano a los 400 L/hab/d, superior al doble del recomendado por la norma vigente en Colombia (150 a 170 l/hab/d). Se encontró que el municipio del Valle de Aburrá es el que contribuye en mayor medida a la huella hídrica gris tanto por el sector industrial como por el doméstico. En el sector hidroeléctrico el embalse Riogrande es el que presenta la mayor huella hídrica azul por evaporación del espejo de agua.

Título: Uso directo e indirecto del agua en un sistema lechero

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>MP, Pece M, Charlon V, Comerón E, Civit B. (2013)</i></p> <p>Autor institucional INTA EEA Rafaela, Santa fe, Argentina UTN Mendoza.</p>	Argentina	Producción de leche en un sistema lechero	Leche	Consumo de agua directa e indirecta

Resultados				
<p>El agua indirecta representa más de 99% del agua requerida para la producción de leche. Para el consumo directo se consideró el agua que se requiere para limpieza de la máquina de ordeño, el equipo de frío, la placa de refrescado y el agua que beben los animales. El agua indirecta es la que se requiere para producir los alimentos.</p>				
<p>Título: Producción de ganado bovino intensificada rápidamente en Uruguay: impactos en servicios de ecosistemas relacionados con el agua (Rapidly Intensified Beef Production in Uruguay: Impacts on Water-related Ecosystem Services)</p>				
<p>Año y Autor</p> <p><i>Y. Ran, L. Deutsch, M. Lannerstad, J. Heinke (2013)</i></p> <p>Institucional</p> <p><i>Stockholm Resilience Centre, Stockholm University, International Livestock Research Institute, The Stockholm Environment Institute, International Livestock Research Institute, Kenya and Postdam Institute for Climate Impact Research.</i></p>	<p>Lugar</p> <p>Uruguay</p>	<p>Base de cálculo o unidad funcional</p> <p>Producción total de ganado en las Pampas, Uruguay</p>	<p>Productos o sectores analizados</p> <p>Ganado en tres sistemas: intensivo, extensivo y mixto</p>	<p>Indicadores evaluados</p> <p>Consumo de agua azul y verde</p> <p>Rendimiento de producción de ganado</p>
Resultados				
<p>Los sistemas mixtos de producción demostraron ser los más efectivos en el uso del agua. El cambio de pastizales a cultivos para alimentación continua produce una disminución en el contenido de materia orgánica del suelo, con lo cual se reduce la capacidad de captura de agua por parte del suelo. Lo anterior se traduce en bajos rendimientos agrícolas y reducción de resistencia a las sequías.</p>				
<p>Título: Estado de la gestión de los recursos naturales en América Latina y el Caribe</p>				
<p>Año y Autor</p> <p><i>Valdivia S, Suh S, Aldaya M, Sandoval C, Tonda E (2014)</i></p> <p>Autor institucional</p> <p><i>Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)</i></p>	<p>Lugar</p> <p>NA</p>	<p>Base de cálculo o unidad funcional</p> <p>NA</p>	<p>Productos o sectores analizados</p> <p>Estado actual de seis recursos en la región: agua, suelo fértil, bosques, recursos pesqueros, paisajes naturales, minerales y metales.</p>	<p>Indicadores evaluados</p> <p>Consumo hídrico por sector y total en países de la región</p>
Resultados				
<p>El consumo hídrico total en diversos países de la región oscila entre 950 y 1875 m³/per cápita/año, comparable al promedio mundial 1240m³/cap/a. El sector que demanda la mayor cantidad de agua en la región es la agricultura (73%). En las grandes ciudades, más del 50% del suministro de agua se pierde por fugas en la infraestructura. Como recomendación para la mejora de la gestión se propone establecer tarifas basadas en el tipo de uso y volumen o que se establezcan cargos por contaminación, así como el desarrollo de planes de contabilización y gestión por parte de las organizaciones. El gobierno debe mejorar el monitoreo de los recursos hídricos y su productividad.</p>				
<p>Título: Huella hídrica azul de la producción primaria de cobre en el norte de Chile (The Blue Water Footprint of Primary Copper Production in Northern Chile)</p>				
<p>Año y Autor</p> <p><i>Claudia A. Peña, Mark A. J. Huijbregts (2013)</i></p> <p>Autor institucional:</p> <p><i>Universidad Andrés Bello, Chile</i> <i>Radboud University, Holanda</i></p>	<p>Lugar</p> <p>Chile</p>	<p>Base de cálculo o unidad funcional</p> <p>1 tonelada</p>	<p>Productos o sectores analizados</p> <p>Mineral de óxido de cobre y mineral de sulfuro de cobre</p>	<p>Indicadores evaluados</p> <p>Huella de agua azul</p>

Resultados				
<p>Los procesos de extracción de cobre de los dos tipos de mineral son muy diferentes entre sí y la huella de agua del proceso de refinación de mineral de sulfuro de cobre es 2.4 veces mayor que la del proceso de refinación de mineral de óxido de cobre (96 metros cúbicos por tonelada métrica de cobre frente a 40 metros cúbicos, respectivamente). La mayor parte del consumo de agua (59% de WF) en el proceso de mineral de sulfuro ocurrió en la planta concentradora, por filtración, acumulación y también por evaporación. En el proceso de mineral de óxido, el principal usuario del agua es el proceso de lixiviación en pilas, con un 45% de huella de agua.</p>				
Título: Evaluación de la Huella Hídrica del Lirio Japonés (Hemerocallis)				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Yuri S. Vanegas Rojas, Lorena M. Vera Ramírez, Jesús A. Torres Ortega (2013)</i></p> <p>Autor institucional</p> <p><i>Universidad de La Salle, Bogotá</i></p>	Colombia	Producción de Lirio Japonés en un predio del municipio de Rondón-Boyacá	Lirio Japonés (Hemerocallis)	<p>Huella hídrica verde</p> <p>Huella hídrica azul</p> <p>Huella hídrica gris</p>
Resultados				
<p>Huella hídrica azul: 1.76×10^{-4} L/tallo Huella hídrica verde: 1×10^{-8} l/tallo Huella hídrica gris: 2.06×10^{-4} L/tallo. La Huella hídrica total es de 3.82×10^{-4} L/tallo. La huella hídrica por tonelada de Lirio japonés es 7.64×10^{-3} m³/ton, en comparación con la huella hídrica por producción de flores (900m³/ton), aportando el 0.00085% del total, por lo cual se puede afirmar que este cultivo es uno de los que tiene un menor aporte en dicha huella total para la producción de flores en Colombia</p>				
Título: Evaluación de la Huella Hídrica (HH) The Tesalia Springs Company – Planta Machachi -				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p>Autor institucional</p> <p><i>Servicios Ambientales S.A. -(2013)</i></p>	Quito- Ecuador	Actividades operativas en el embotellado de bebidas	6 líneas de producción: Agua TESALIA, Gaseosas, isotónicas y energizantes y Agua GÜITIG	<p>Huella Hídrica directa: Azul y Gris</p>
Resultados				
<p>Los resultados coinciden con los indicadores por producto y por envase. La línea 4 envasa en botellas de vidrio y vidrio ow agua GÜTIG y gaseosas. Esto refleja la HH por L producido de las gaseosas y agua Gütig. Se debe trabajar en la mejora de la línea 4, línea 2 y línea 3 tanto en la reducción de la HH Azul como en la reducción de la HH Gris, sobre todo en la línea 4. Es importante el tratamiento y reducción de efluentes con el fin de reducir la HH Gris de esta línea y por lo tanto la HH relacionada con estos productos en estos envases.</p>				
Título: Huella hídrica de los individuos con diferentes hábitos alimenticios				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Silva, v. P. R.; Maracajá, k. F. B.; Araújo, l. E.; Dantas Neto, j.; Aleixo, d. O.; Campos, j. H. B. C. (2013)</i></p> <p>Autores institucionales</p> <p><i>Universidade de Taubaté, SP, Brasil</i></p>	Brasil	Consumo anual de alimentos de una persona	Se incluyen los principales cultivos y animales de consumo	<p>Huella hídrica directa e indirecta</p>
Resultados				
<p>Los resultados indican que, en promedio, la huella hídrica del consumidor de vegetales es el 58% de los consumidores de carne. La huella hídrica de mujeres que comen carne es 10-13% menor que la de hombres con ese régimen alimenticio. En cambio, cuando son vegetarianos, la huella hídrica de las mujeres es solo 5.8% menor que la de los hombres. La huella hídrica del consumidor aumenta linealmente con sus ingresos familiares, con un coeficiente de determinación de 0,95 en el caso del grupo con menores ingresos familiares. La huella hídrica de la población aumenta con los ingresos del hogar y disminuye de acuerdo a los hábitos alimenticios.</p>				

Título: Evaluación de Huella Hídrica de banana para pequeños productores en Perú y Ecuador				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
Zarate E & Kuiper D (2013) Autor institucional Good Stuff International	Departamento de Piura, Perú y Provincia del Oro, Ecuador	Producción y empaque de banana por diversos productores, tomando en cuenta varias fincas por productor	Banana	Huella hídrica verde Huella hídrica azul Huella hídrica gris De acuerdo con la metodología de WFN
Resultados				
<p>Huella hídrica de banana en Ecuador: Azul: 6238 m³/ha/año Verde: 4880 m³/ha/año Gris: 3000 m³/ha/año Huella hídrica de banana en Perú: Azul: 797 m³/ha/año Verde: 15228 m³/ha/año Gris: 0 m³/ha/año. La HH Gris para Perú se asumió como cero dado que se trata de un cultivo orgánico. Se analizó la huella hídrica por tipo de práctica agrícola comparando la convencional, la orgánica y la agroforestal y se determinó que esta última tiene la menor HH azul, mientras que la orgánica tiene el mayor valor. Al momento en que se realizó el estudio la estrategia de riego consistía en inundación del cultivo. Como recomendación a los productores se propuso considerar y evaluar otras formas de riego con mejor dosificación para disminuir la huella hídrica y no afectar el cultivo</p>				
Título: Evaluación multisectorial de la huella hídrica en Colombia				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
Campuzano CP, González JE, Guzmán AC, Rodríguez CM, Arévalo D, Parada G, Zárate E, Kuiper D. (2014) Autor institucional Embajada Suiza - Agencia para la Cooperación y el Desarrollo- COSUDE- Good Stuff International Latinoamérica y el Caribe - GSI-LAC y Cooperación Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA	Colombia	Consumo de agua por los sectores agropecuario, doméstico, industrial, eléctrico y petrolero en Colombia	Sector agropecuario, doméstico, industrial, eléctrico y petrolero	Huella hídrica verde Huella hídrica azul
Resultados				
<p>El sector agropecuario es el mayor usuario del agua en el territorio en términos de huella hídrica azul y verde. Para el componente doméstico las dos ciudades con mayor población (Bogotá y Medellín) concentran entre ambas aproximadamente el 24% de la huella hídrica azul. El resultado del análisis a nivel nacional permitió estimar una disponibilidad de agua azul aproximadamente 100 veces superior a la huella hídrica azul. No obstante, se encontraron cuatro subzonas hidrográficas que presentan una huella hídrica azul superior a la oferta de agua disponible, por lo que se identifican como cuencas de alta competencia hídrica y potencial conflicto por uso multisectorial del recurso.</p>				
Título: Huella hídrica de hidrogenación de energía en Brasil - estudio de caso aes tietê sa				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
Fernanda França Ferreira (2014) Autor institucional: Universidade Federal do Rio de Janeiro	Brasil	Producción de 1 kWh de electricidad	Producción de electricidad en planta hidroeléctrica	Huella hídrica azul Huella hídrica verde Huella hídrica gris
Resultados				
<p>La huella hídrica total de 1 kWh es 0.068 m³. Teniendo en cuenta el valor de consumo de Brasil promedio de 161,3 kWh / mes, una persona consume indirectamente el equivalente de 11 metros cúbicos por mes, lo que corresponde a 130 metros cúbicos por año. Mientras que el agua directa del consumidor medio por persona es de 200 litros por día (0,2 m³ / día), el volumen de agua consumida en el consumo de electricidad sería equivalente a la misma persona por 1 año y 10 meses. La evaporación de los embalses es un tema importante desde un punto de vista operativo de una planta. El proceso de toma de decisiones de la generación de energía se realiza con base en la demanda y las previsiones hidrológicas de la cuenca.</p>				

Título: Estimación de la huella hídrica en la extracción de caliza a cielo abierto y propuesta de una política de integración sostenible del recurso hídrico – caso planta Rioclaro, Argos

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Ximena Vanessa Echeverri Bedoya (2014)</i></p> <p>Autor institucional</p> <p><i>Universidad Nacional de Colombia</i></p>	<p>Corregimiento La Danta, Municipio de Sonsón, Antioquia. Colombia</p>	<p>Extracción de caliza a cielo abierto incluyendo el procesamiento de la cantera, la producción de cemento, la autogeneración de energía y servicios auxiliares</p>	<p>Piedra caliza</p>	<p>Huella hídrica verde Huella hídrica azul Huella hídrica gris</p>

Resultados

La producción de cemento es el proceso con la mayor huella hídrica azul (89.7%). La extracción de materias primas naturales al interior de las minas propias posee la mayor huella hídrica verde. El aporte más importante a la huella gris corresponde a las descargas de las aguas residuales industriales del enfriamiento de equipos. La huella hídrica azul es la más relevante con el 96,74% del total, seguida por la verde con el 1,71% y la gris con el 1,55%. Así mismo, se tiene una huella hídrica por tonelada de producto de 3,39 m³/ton para el año de estudio.

Título: La Huella Hídrica y el Agua Virtual de las Rosas: cómo el uso, consumo y aprovechamiento del agua tiene impacto dentro de la cadena de suministro de la industria florícola

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Elisa Vernaza Espinoza (2014)</i></p> <p>Autor institucional</p> <p><i>Universidad San Francisco de Quito</i></p>	<p>Ecuador</p>	<p>Producción anual de rosas en 2013</p>	<p>Rosas producidas en un invernadero</p>	<p>Huella hídrica azul Huella hídrica gris</p>

Resultados

La HH total de la producción de las rosas en la empresa es de 910.75 m³/ton, y el agua virtual de las exportaciones de la empresa es de 7.97 Mm³. El agua virtual del país es de 157 Mm³. Adicionalmente, se calculó la productividad aparente del agua para cuantificar el valor económico del agua para el cultivo que fue de 2.53\$/m³.

Título: Huella hídrica de cuencas hidrográficas (Pegada Hídrica das Bacias Hidrográficas)

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p>Autor institucional:</p> <p><i>Água Brasil (2014)</i></p>	<p>Brasil</p>	<p>Actividades productivas en siete cuencas</p>	<p>Siete cuencas hidrográficas: Canca-Moinho/SP, Guariroba/MS, Pipiripau/DF e GO, Peruaçu/MG, Lençóis/SP, Igarapé Santa Rosa/AC e Longá/PI. Tomando en cuenta los sectores: pecuario, agrícola, reforestación, abastecimiento y saneamiento</p>	<p>Componentes azul, verde y gris de la huella hídrica</p>

Resultados				
<p>El componente principal de la huella hídrica es verde en las cuencas analizadas debido principalmente a los requerimientos de agua para la obtención de alimento del ganado. La huella hídrica gris resulta ser mayor en las cuencas del río Longá y el río Dos Matos debido principalmente a las aguas residuales resultantes del sector pecuario durante la crianza de animales.</p>				
<p>Título: Comparación de dos metodologías de cálculo de huella Hídrica en un sistema de producción de leche de Argentina</p>				
<p>Año y Autor</p> <p><i>Charlon, V.; Tieri, M.P.; Manazza, F.; Engler, P., Pece, M.A. Frank, F. (2014)</i></p> <p>Autor institucional <i>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA</i></p>	<p>Lugar</p> <p>Argentina</p>	<p>Base de cálculo o unidad funcional</p> <p>Litro de leche corregido por grasa y proteína (LCGP)</p>	<p>Productos o sectores analizados</p> <p>Producción lechera</p>	<p>Indicadores evaluados</p> <p>Agua verde y azul Escasez de agua</p>
<p>Resultados</p> <p>La producción total del sistema fue de 1.542,7 toneladas de LCGP. El valor obtenido por WFN fue de 833,9 L H₂O/L leche, del cual, 99,4% de HH es agua verde. Siguiendo ISO/DIS 14046:2013 el valor de inventario de huella azul obtenido fue 4,69 L H₂O/LCGP, el 84% debido a la bebida animal. El WSc fue de 0,1191 L H₂O_{eq}/LCGP. La convergencia entre las metodologías WFN y WULCA se da hasta la fase de construcción de inventario de huella azul. Luego se requiere análisis particular para cada metodología utilizada.</p>				
<p>Título: Metodología para el cálculo de la huella hídrica ecotoxicológica de productos dentro de una perspectiva de ACV con el uso de los SIG: Estudio piloto de etanol hidratado</p>				
<p>Año y Autor</p> <p><i>MARZULLO, Rita de Cássia Monteiro (2014)</i></p> <p>Autor institucional: <i>Universidad de São Paulo</i></p>	<p>Lugar</p> <p>Brasil</p>	<p>Base de cálculo o unidad funcional</p> <p>Unidad funcional local: producción anual de etanol</p>	<p>Productos o sectores analizados</p> <p>Etanol hidratado</p>	<p>Indicadores evaluados</p> <p>Ecotoxicidad en agua dulce con mediciones de laboratorio a nivel local</p>
<p>Resultados</p> <p>Desde la perspectiva de la LCA, se estudiaron e incluyeron formas de evaluación de impacto, en el punto medio, a nivel local y regional con el uso de herramientas de georreferenciación. Se desarrolló un método de evaluación PHE / IEE / POLI / USP / BR (Pegada Hídrica ecotoxicológica, desarrollado en el Instituto de Energía y Medio Ambiente y la Escuela Politécnica de la Universidad de Sao Paulo, Brasil). Con el fin de resolver la dificultad de relacionar el producto y el impacto local de su producción, la premisa de un " volumen de control de la producción anual" fue considerado y aquí se llama "unidad funcional local", para el cálculo del flujo de referencia total. Este nuevo método sugiere un sistema de control de inventarios en tiempo y espacio a partir del principio de que, dentro de un sistema de gestión, los impactos pueden ser controlados de forma independiente del volumen producido.</p>				
<p>Título: Taller huella hídrica y de carbono en la agricultura colombiana Avances componente 4</p>				
<p>Año y Autor</p> <p><i>Fredy Monserrate, Miguel Romero, Marcela Quintero, Jefferson Valencia, Tatiana Carabali, Felix Ospina, Laura Hincapie, Piedad Pareja, Mayra Orrego (2014)</i></p> <p>Autor Institucional: <i>Ministerio de Agricultura, CIAT, CGIAR, CCAFS, Fenalce</i></p>	<p>Lugar</p> <p>Colombia</p>	<p>Base de cálculo o unidad funcional</p> <p>Un kilogramo de papa, de maíz y de arroz</p>	<p>Productos o sectores analizados</p> <p>Maíz, papa y arroz</p>	<p>Indicadores evaluados</p> <p>HH azul HH verde HH gris</p>

Resultados				
<p>La implementación de agricultura de conservación permitió aumentar el rendimiento de papa y disminuir su huella hídrica de 228 a 178 L/kg y el deterioro del suelo. Una estrategia de riego eficiente permitió disminuir la huella hídrica del maíz con respecto a lo reportado en otras regiones. La huella hídrica del arroz es de 525 L/kg. Se logró disminuir la huella hídrica gris gracias a un sistema que permite estimar el caudal de entrada y salida del lote con mayor precisión</p>				
Título: Estimación de la huella hídrica en papa: comparación entre agricultura de conservación y agricultura tradicional en Cundinamarca				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Wilson Otero, Rosalbina Solanilla, Alfonso Cifuentes, Jorge García, Fredy Monserrate, Miguel Romero, Marcela Quintero, Jefferson Valencia, Tatiana Carabalí (2014)</i></p> <p>Autor institucional: Ministerio de Agricultura, CIAT, CGIAR, CCAFS, Fenalce</p>	Colombia	1 kg de papa	Papa cultivada a partir de un sistema tradicional y uno de conservación	HH verde HH gris
Resultados				
<p>Huella hídrica tradicional: HH verde: 228 L/kg, HH gris: 60 L/kg. Huella hídrica de conservación: HH verde: 178 L/kg, HH gris: 33 L/kg. La implementación de la agricultura de conservación mejora el indicador de huella hídrica debido al mejoramiento de la capacidad productiva de los suelos.</p>				
Título: Huella hídrica del maíz				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Miguel Romero, Marcela Quintero, Carlos Molina, Natalia Roman (2014)</i></p> <p>Autor institucional: Ministerio de Agricultura, CIAT, CGIAR, CCAFS, Fenalce</p>	Colombia	1 t de maíz	Maíz	HH azul HH verde HH gris
Resultados				
<p>La HH total de una tonelada de maíz es de 1360 m³/t, de los cuales el 60% corresponde a HH verde, 34% a HH gris y 6% a HH azul. Se concluye que es necesario un uso más racional de agroquímicos para disminuir la HH gris.</p>				
Título: Estimaciones comparativas de huella hídrica en Arroz				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Henry Morales, Liliana Quevedo, John Jairo Ospina, Elkin Flórez, Patricia Guzmán, Fredy Monserrate, Felix Ospina, Mayra Orrego, Miguel Romero, Tatiana Carabali, Marcela Quintero (2014)</i></p> <p>Autor institucional: Ministerio de Agricultura, CIAT, CGIAR, CCAFS, fenalce</p>	Colombia	Producción mensual de arroz	Arroz	Huella hídrica verde Huella hídrica gris Emisiones de NH ₄ , NO ₃ y PO ₄ al agua
Resultados				
<p>Se generó una metodología de cultivo de arroz innovadora y se comparó su rendimiento y huella hídrica verde y gris con respecto a la técnica tradicional. Gracias a la estrategia utilizada se encontró una disminución de 14% de la huella hídrica verde y se redujo la frecuencia de riego en 35%. Esta práctica podría reducir la huella hídrica de Colombia debido a la importancia del cultivo en dicho país.</p>				

Título: Huella hídrica en el sector floricultor colombiano				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Carmen Parrado (2014)</i></p> <p>Autor institucional: <i>Ministerio de Agricultura, CIAT, CGIAR, CCAFS, fenalce</i></p>	Colombia	1 flor	Rosas cultivadas en Bogotá	HH azul HH verde HH gris Balance de nitrógeno y emisiones debido a los cultivos
Resultados				
La huella hídrica total es de 6 a 12 litros por rosa. De los cuales 48% corresponde a HH azul, 16.5% a HH verde y 35.5% a HH gris.				
Título: Huella hídrica en establecimientos lecheros de Buenos Aires, Argentina				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Moyano Salcedo A, Tieri, M. P y Herrero, M. A. (2015)</i></p> <p>Autor institucional: <i>Universidad Buenos Aires - UBA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA</i></p>	Argentina	Kilogramo de leche producida corregida por porcentaje de grasa y proteína (ECM)	Leche	Huella hídrica verde Huella hídrica azul
Resultados				
Se excluyó del análisis la Huella Gris por ausencia de información fehaciente en la región que permitiera su cálculo. Para huella hídrica virtual y verde se estimó el uso de agua mediante los programas CLIMWAT® 2.0 y CROPWAT® 8.0 de la FAO, adaptados con datos propios de los predios y regionales. La huella hídrica verde osciló entre 323 y 1711, con promedio de 844 litros /kg de leche. ECM. La huella hídrica azul osciló entre 6.1 y 23.1 con promedio de 13.7 (L/kg ECM) La HH total tuvo un promedio de 858 L/kg ECM, encontrándose dentro de los valores estimados por estudios internacionales (813 a 1804 L/kgECM).				
Título: Huella hídrica en tambos según diferentes sistemas de producción				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Charlon, Verónica Manazza, Jorge Francisco, Tieri, María Paz; Longo-Rodríguez, Candela; Engler, Patricia Laura. (2015)</i></p> <p>Autor institucional <i>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA</i></p>	Provincias de Santa Fe y San Luis, Argentina	Un kilogramo de leche corregido por grasa y proteína (LC)	Leche	Huella hídrica verde Huella hídrica azul Huella hídrica gris Consumo de agua dulce de bebida animal, producción de fertilizantes, energía eléctrica, combustibles, transportes y limpieza de equipos Huella hídrica sobre disponibilidad (WSI)
Resultados				
El agua verde representa el mayor componente de la huella hídrica total, explicada mayoritariamente por la producción de alimentos en el predio. La Huella Gris representó entre el 1,5% y el 4% de la huella hídrica total. El mayor consumo de agua azul resultó de bebida animal. La existencia de tecnologías de reutilización de agua en procesos de ordeña reduce en promedio un 32% el inventario total de agua azul y su impacto. El impacto sobre disponibilidad se encontró entre 0.1335 y 0.1802 LH ₂ Oeq/kgLC, excepto por el caso de San Luis, en donde el impacto resultó de 1.591 LH ₂ Oeq/kg LC debido a que se encuentra en una región de alta escasez hídrica.				

Título: Huella hídrica de la cadena de maní en Argentina				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Anschau, R.A., Bongiovanni, R., Tuninetti, L. y Manazza, F. (2015)</i></p> <p>Autor institucional</p> <p><i>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA</i></p>	Córdoba, Argentina	Una tonelada (1 t) de maní en caja que sale del campo e ingresa a la industria	Maní	Huella hídrica verde Huella hídrica azul Huella hídrica gris
Resultados				
<p>La industria manisera argentina presenta valores muy competitivos de Huella Hídrica. Al tratarse de un cultivo realizado a secano y sin fertilización resulta en una ventaja competitiva, ya que la casi totalidad de su huella hídrica verde (más del 95% de la huella total se puede explicar por la producción primaria a secano). La huella hídrica en la etapa industrial no es significativa, ya que se trata de procesos que no usan agua.</p>				
Título: Medida del impacto sobre la calidad de agua en la etapa de producción de productos				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Bárbara Civit, Roxana Piastrellini, Silvia Curadelli y Pablo Arena (2015)</i></p> <p>Autores institucionales:</p> <p><i>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas- CONICET</i> <i>Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza Grupo CLIOPE-UTN FRM</i></p>	Departamento de Junín, Mendoza	Producción de 1 kg de uva Cabernet Sauvignon en el departamento de Junín, Mendoza	Uva para vino	Huella hídrica gris Escasez Eutrofización acuática, Ecotoxicidad acuática y Radiaciones ionizantes
Resultados				
<p>El volumen de agua dulce necesario para asimilar los agroquímicos aplicados en la etapa de cultivo de la uva para vinificar (huella hídrica gris) por unidad de producto resultó en 0,251 L/kg. Valor pequeño si se considera que la suma de huella hídrica verde y azul alcanza los 684 L/kg de uva. Esto es consecuencia de que en el sitio estudiado no es necesario aplicar fertilizantes. En el caso del perfil de escasez de huella de agua se encontró un valor total de 0,002036 m³/kg. Las sub-etapas que más contribuyen a la eutrofización acuática son: insumos de cosecha y agroquímicos. El riego y el consumo de energía asociado son los mayores contribuyentes a la ecotoxicidad acuática y a las radiaciones ionizantes.</p>				
Título: Huella hídrica de la producción de cacao colombiano (Water footprint Assessment of the Colombian cocoa production)				
Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<p><i>Oscar O. Ortiz-Rodriguez, Carlos A. Naranjo, Rafael G. García-Caceres & Raquel A. Villamizar-Gallardo (2015)</i></p> <p>Autor institucional</p> <p><i>Universidad de Pamplona. Colombia</i> <i>GAIA Servicios Ambientales</i> <i>Universitaria Agustiniiana</i></p>	Municipalidades de Santander, Huila, Nariño, Tolima, Antioquia y Arauca, Colombia	Producción total de cacao en seis municipalidades representativas de Colombia	Cacao	Huella hídrica verde Huella hídrica azul Evapotranspiración total
Resultados				
<p>El potencial de contribución de la producción de cacao a la escasez de agua es bajo. El valor del rendimiento de uso de agua por unidad de cultivo puede ser influido no sólo por las condiciones agrometeorológicas, sino también por el nivel de producción. Hay regiones en las cuales un cierto cultivo presenta un valor de huella de agua bajo y esto comúnmente se puede deber a condiciones climáticas favorables en esa región. La evapotranspiración es relativamente baja y los más altos rendimientos se obtuvieron con los niveles más altos de producción.</p>				

Título: Resultados del proyecto SuizAgua Colombia

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
Autores institucionales: <i>Embajada Suiza en Colombia- Agencia para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Centro de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales (CNPMLTA), Quantis (revisor) (2015)</i>	Colombia	Banana: 1 caja Cemento: 1 t Concreto: 1 m ³ Papel tisú: 1 t Productos de higiene femenina: 106 unidades Productos alimenticios: 1 t Productos para calefacción y refrigeración: 1 t Metales preciosos: 1 kg Cajas de cartón: 1 caja Snacks de banano: 1 kg Productos químicos: 1 año de operación Lácteos: 1 t Agroquímicos: 1 año	Fincas de cultivo y beneficio de banano, cemento, concreto, papel tisú (higiénico, servilletas, toallas de cocina, pañuelos faciales y productos húmedos), productos de higiene femenina, productos alimenticios, productos para calefacción y refrigeración, metales preciosos (oro), cajas de cartón, snacks de banano operación de una planta de productos químicos, operación de una fábrica de productos lácteos, y operación de planta de producción de agroquímicos.	Agua consumida Huella de la disponibilidad hídrica (Índice de impacto hídrico WIIX) Impactos potenciales de daño: salud humana, calidad de los ecosistemas

Resultados

El proyecto SuizAgua Colombia es una alianza público-privada del Gobierno de Suiza, a través del Programa Global del Agua de la Embajada de Suiza en Colombia – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE, con un grupo de 11 empresas multinacionales suizas y colombianas. En la mayoría de las empresas, los impactos potenciales se concentran en sus materias primas. En el caso de la producción de cemento, esta se concentra en los combustibles (carbón) y la electricidad. Como resultado de las acciones de monitoreo y reducción de HH, se identificó una reducción promedio de 12% en el agua consumida anual directa en 6 plantas (aproximadamente 77000 m³/año) y del 9% del agua consumida anual directa e indirecta asociada al consumo de energía en 4 plantas de las empresas suizas (aproximadamente 12000 m³/año).

Título: Sustentabilidad, eficiencia y equidad del consume y la contaminación del agua en ALyC Sustainability, Efficiency and Equitability of Water Consumption and Pollution in Latin America and the Caribbean

Año y Autor	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<i>Mesfin M. Mekonnen, Markus Pahlow, Maite M. Aldaya, Erika Zarate and Arjen Y. Hoekstra (2015)</i>	América Latina	Uso total del agua por país	Uso de agua en sector industrial, doméstico y agropecuario en América Latina	HH azul HH verde HH gris Consumo de agua

Resultados

El sector doméstico ocasiona la mayor fuente de emisiones de nitrógeno en la región. La soya y la pastura son cultivos que causan deforestación y el trigo, los cultivos de forraje y la caña de azúcar son prioritarios con respecto a la HH azul. Se estima que el uso consuntivo del agua en cultivos se puede reducir hasta un 37% y la contaminación del agua por nitrógeno se podría reducir 44%. El consumo per cápita de agua en la región es 28% mayor al promedio mundial y se identificó que este valor varía dependiendo del país que se analice, por ejemplo: 912 m³/año/persona para Nicaragua y 3468 m³/año/persona para Bolivia.

Título: Un proyecto de huella de agua para Perú y Chile (A Water Footprint Project for Peru and Chile)				
Autores institucionales:	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<i>Agualimpia Perú, Fundación Chile, WWF Perú, Autoridades nacionales del Agua de Perú y Chile, Quantis, Water Footprint Network (2015)</i>	Chile y Perú	NA	NA	Huella de agua de la disponibilidad y de la degradación de acuerdo con ISO 14046
Resultados				
<p>Diez compañías han medido y reducido su huella de agua y ejecutado actividades de reducción beneficiando a las diversas partes interesadas de sus procesos. Alrededor de 10 millones de dólares han sido invertidos en proyectos de eficiencia en uso de agua e iniciativas de responsabilidad social corporativa con más de 14000 beneficiarios directos. Creación de campañas innovadoras de cultura del agua. Informes nacionales de huella de agua en Perú (sector agrícola) y Chile (Cuenca Rapel).</p> <p>Se ha extendido el concepto de huella de agua en ambos países, siendo un motor en la elaboración de políticas, así como un modelo efectivo para el sector privado y una fuente de conocimiento e influencia para el desarrollo de estudios de huella de agua en el mundo.</p>				
Título: Análisis de huella hídrica en la planta de fabricación de tuberías en el Agustino				
Autores institucionales:	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<i>Agualimpia, Embajada de Suiza en Colombia – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE, Quantis (2015)</i>	Perú	1 tubería PVC de desagüe SAL 4" de diámetro, 3 metros de longitud y 2.591 kg de peso	Tubería de PVC	Agua consumida Se consideró el índice de impacto hídrico (WIIX) Impactos potenciales en la salud humana Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas
Resultados				
<p>Los consumos totales de agua se encuentran en la cadena de suministros (91.99%), específicamente en el uso de resina de PVC, insumo elemental para la producción de la tubería. El análisis de sensibilidad mostró que la evaluación varía relativamente cuando se sustituye la resina en suspensión polimerizada por la resina granulada, que en lugar de usar agua dulce para enfriamiento usa agua de mar. Pero usando otros procesos relacionados al carbonato de calcio no hay mucha diferencia y no varía mucho en sus conclusiones. Se pudo identificar la importancia de la gestión del recurso hídrico, ya que el hecho de no tener medidores en las diferentes áreas no permite tener un análisis más específico de los recursos hídricos en la planta. El uso indirecto de agua como energía eléctrica, va tomando importancia en el WIIX e impacto a los ecosistemas, a partir de esto se pueden proponer mejoras, para una mayor eficiencia energética.</p>				
Título: Análisis de huella hídrica en la central termoeléctrica "Aguaytia" acorde a la norma ISO 14046				
Autores institucionales:	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<i>Agualimpia, Embajada de Suiza en Perú – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE, Quantis (2015)</i>	Perú	1 kilowatt-hora generado a base de gas natural y en ciclo simple	Electricidad de termoeléctrica	Agua consumida Se consideró el índice de impacto hídrico (WIIX) Impactos potenciales en la salud humana Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas

Resultados

Según el análisis de huella hídrica efectuado, 1 kWh producido durante el 2013 en la CTA ha consumido 0.16 litros de agua. El 86.4% del agua consumida proviene del uso indirecto en la cadena de suministro, representado principalmente por el uso del gas natural (producción, transporte y emisiones). El 21% del WIIX está asociado al uso directo de agua; el uso directo de agua adquiere mayor importancia en el WIIX debido a que el stress hídrico de la zona de producción del gas natural es bajo (0.0104) y por lo tanto su impacto disminuye. 1 kWh producido durante el 2013 en la CTA tiene un impacto en la salud humana de 5.8×10^{-8} DALY/kWh. Casi la totalidad del impacto (99.99%) se relaciona a potenciales impactos en la salud humana. El 92.0% de todo el impacto en ecosistemas se atribuye a perturbaciones físicas o químicas, principalmente afectación por eutrofización (64%). El 64.5% se produce en la cadena de suministros (gas natural) y el 32.7% del impacto en ecosistemas es producido por el consumo directo de agua en la CTA.

Título: Evaluación de huella hídrica al Site Maipú de Clariant acorde a la norma ISO 14046

Autores institucionales:	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<i>Embajada de Suiza en Chile – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE, Fundación Chile, Quantis (2015)</i>	Chile	Una tonelada total de productos fabricados	Operación de una planta de emulsiones, una planta multipropósito, una planta de preparaciones pigmentarias y una planta masterbatch.	Agua consumida Índice de impacto hídrico (WIIX) Impactos potenciales en la salud humana Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas

Resultados

El volumen de agua consumida por tonelada total de productos fabricados en el site de Clariant es de $38,7 \text{ m}^3$, de este total un 6% es directo y un 94% indirecto. El mayor consumo de agua directo se debe a la evapotranspiración del agua de riego de las áreas verdes, al agua que queda incorporada en los productos que se fabrican en las plantas productivas y a la evaporación que ocurre en las torres de enfriamiento. Los consumos indirectos de agua se deben principalmente al hostaflo x 23 y al ácido graso de coco usados en la planta multipropósito; y al acetato de vinilo, el acrilato de butilo y el estireno usados en la planta de emulsiones. El WIIX total calculado por unidad funcional del estudio es de $25,4 \text{ m}^3$ equivalentes, compuesto en un 14% por los usos directos de agua del Site Maipú, y en un 86% por los usos indirectos de agua. En los impactos potenciales por toxicidad, el hostaflo x 23 y el ácido fosfórico usados en la planta multipropósito, así como el acetato de vinilo, estireno y acrilato de butilo usados en la planta de emulsiones son los que tienen la mayor contribución. Las plantas multipropósito y de emulsiones fueron las que produjeron los mayores impactos en cuanto a la reducción de la disponibilidad de agua para ecosistemas y a las perturbaciones físicas o químicas por eutrofización.

Título: Análisis de huella hídrica en los campos de cultivo de espárrago de camposol acorde a la norma ISO 14046

Autores institucionales:	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<i>Agualimpia, Embajada de Suiza en Perú – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE Quantis (2015)</i>	Perú	Un kilogramo de espárrago producido en 2013	Espárrago	<ul style="list-style-type: none"> • Agua consumida • Se consideró el índice de impacto hídrico (WIIX) • Impactos potenciales en la salud humana • Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas

Resultados

1 kilogramo de espárrago requirió de 1,319 litros de agua. El 99.15% del agua consumida proviene del uso directo. El 0.68% proviene de la cadena de suministros principalmente la Urea, utilizada como fertilizante. El 0.17% representa el uso indirecto (electricidad). Se determinó un WIIX de $1.18 \times 10^{-1} \text{ m}^3 \text{ eqWIIX/Kg}$ de espárrago. El 89.81% del impacto está asociado al consumo de agua para riego. El 2.36% está representado por el uso indirecto de agua (electricidad y combustibles) y 7.83% a la cadena de suministros. El 31.83% del impacto se produce por el consumo directo y el 2.23% se produce por el consumo indirecto. El impacto potencial en el ecosistema es $6.22 \text{ PDF} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{año/Kg}$ de espárrago. El 99.41% de este valor corresponde al impacto producido por el consumo directo, el 0.12% corresponde al consumo indirecto y el 0.47% a la cadena de suministros. El sistema de riego por goteo utiliza menor cantidad de agua (eficiencia 90%) e impacta menos que los otros dos sistemas evaluados: sistemas de riego por surcos y riego por aspersión.

Título: Análisis de huella hídrica en la producción de cemento acorde a la norma ISO 14046				
Autores institucionales:	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<i>Agualimpia, Embajada de Suiza en Perú – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE, Quantis (2015)</i>	Perú	Una bolsa de cemento de 42.5 kg	Cemento	Agua consumida Se consideró el índice de impacto hídrico (WIIX) Impactos potenciales en la salud humana Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas
Resultados				
Para producir 1 bolsa de cemento se requieren 84 litros de agua. 29% de la huella de agua se debe a la cadena de suministro, mientras que 67% se debe al consumo indirecto. El consumo directo contribuye con el 4% de la huella de agua. Con respecto a los impactos, el 70% proviene de la cadena de suministro, el 15% se debe al consumo indirecto y 15% al consumo directo. Con base en el estudio, la empresa decidió iniciar un proyecto para reducir pérdidas de agua en su sistema de abastecimiento y mejorar su eficiencia.				
Título: Informe de evaluación de huella hídrica del helado Donito de lúcuma y vainilla en la fábrica Donofrio				
Autores institucionales:	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<i>Agualimpia, Embajada de Suiza en Perú – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE, Quantis (2015)</i>	Perú	1 Helado Donito de Lúcuma y Vainilla de 50ml y 34.46g incluido el empaque y caja en la fábrica de Donofrio, tomando como año base el 2013	Helado	Agua consumida Se consideró el índice de impacto hídrico (WIIX) Impactos potenciales en la salud humana Impactos potenciales en la calidad de los ecosistemas
Resultados				
Un helado Donito de Lúcuma ha consumido 4 litros de agua. El 94.38% del agua consumida proviene del uso indirecto en la cadena de suministro, representado principalmente por el uso de azúcar blanca, leche descremada en polvo y harina de lúcuma, el 4.02% proviene del uso indirecto de agua en energía y transporte y el 1.6 % está representado por el consumo directo. Tiene un WIIX de 2.89 litros eq/helado donito de lúcuma y vainilla. El 86.20% del WIIX corresponde al impacto producido por la cadena de suministros. El 8.75% del WIIX está asociado al uso directo de agua; el 5.05% del WIIX se atribuye al uso indirecto de agua en energía y transporte de suministros. Tiene un impacto en la salud humana de 1.22×10^{-8} DALY/UF. El 91.4 % de este valor se relaciona con impactos potenciales por polución. En términos de origen la mayor incidencia corresponde a la leche descremada en polvo 36% y azúcar blanca 28%. Tiene un impacto en el ecosistema de 5.85×10^{-3} PDF·m ² ·año/helado donito. El 96.48% de todo el impacto en ecosistemas se atribuye a perturbaciones por disminución de disponibilidad de agua, principalmente en Ecosistemas (96.43%). El 92.6% del impacto total en el ecosistema se produce en la cadena de suministros y el 5.7% es producido por el consumo directo en la fabricación del helado Donito.				
Título: Proyecto Huella de Ciudades: evaluación de resultados de Huella de Carbono y Huella Hídrica en 11 ciudades de Latinoamérica				
Autor institucional:	Lugar	Base de cálculo o unidad funcional	Productos o sectores analizados	Indicadores evaluados
<i>Servicios Ambientales S.A. (Ejecutado desde 2012)</i>	Bolivia	Gobiernos Municipales y Ciudades	Ciudades: La Paz - Bolivia Quito - Ecuador Lima - Perú Santa Cruz de la Sierra - Bolivia Guayaquil – Ecuador Fortaleza – Brasil Tarija – Bolivia	Tipos de HH evaluadas: HH Azul HH Gris HH Verde HH Indirecta

			Loja – Ecuador Santa Cruz de Galápagos – Ecuador Recife – Brasil Cali – Colombia	
<p>Considerando los sectores: Residencial Comercial Industrial Público y Servicios Municipales.</p> <p>Niveles en los Gobiernos Municipales: Actividades administrativas Actividades de servicio Actividades operativas.</p>				
Resultados				
<p>El análisis por tipo de Huella muestra que la Huella Hídrica Gris representa un mayor porcentaje en todos los gobiernos municipales de las ciudades evaluadas, con un 93% del total, y la HH Azul aportando 7%. El análisis en las ciudades por sector refleja que el sector residencial representa en promedio 89% de la Huella Hídrica total de las ciudades, seguido de industrial con 5%, comercial con 4% y público 2%. Al mismo tiempo, en promedio 96% de la Huella por tipo es Gris, seguida de 3% Azul y 1% Verde.</p>				
Título: Manual de aplicación para evaluación de huella hídrica acorde a la norma ISO 14046				
Autores institucionales: <i>Fundación Chile, Embajada de Suiza en Chile – Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE (2015)</i>	Lugar Perú y Chile	Base de cálculo o unidad funcional NA	Productos o sectores analizados NA	Indicadores evaluados En la evaluación de impacto describe la aplicación del índice de Impacto Hídrico (WIIX) e indicadores de Salud Humana y Calidad de los ecosistemas.
Resultados				
<p>Tiene como objetivo promover la evaluación y reducción de la huella de agua. Fue elaborado sobre la base de experiencias prácticas de Fundación Chile y Agualimpia con 10 empresas en distintos sectores. Está dirigido a personal técnico de empresas, consultores y estudiantes. Describe las cuatro fases de la metodología ISO 14046 y los aspectos que se deben abordar en cada una. Incluye ejemplos prácticos mostrando la aplicación de cada fase.</p>				
Título: Uso consuntivo de agua en la producción primaria de leche				
Año y Autor <i>Verónica Charlon, María Paz Tieri, Federico Frank y Candela Longo-Rodriguez (2016)</i> Autor institucional: <i>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA</i>	Lugar Argentina	Base de cálculo o unidad funcional Un kg de leche corregida por grasa y proteína (LCGP)	Productos o sectores analizados Leche	Indicadores evaluados Uso consuntivo de agua
Resultados				
<p>El valor de consumo de agua azul promedio fue de 5,04 L/kg LCGP, con un mínimo de 3,83 (BA) y un máximo de 6,98 (SL), con riego. El consumo de agua de bebida resultó ser el componente de mayor impacto, encontrándose una participación entre 49-86%, seguido por el agua usada en el proceso debido al consumo de agua para la rutina de ordeño y limpieza de las instalaciones.</p>				

Anexo 2. Instituciones relacionadas con la gestión del agua y oficinas de estadística en América Latina

A continuación, se presentan las instituciones encargadas de la gestión del agua y oficinas de estadística en los países de la región. Estas instituciones son una fuente de información importante cuando se realizan estudios de huella de agua de productos y organizaciones.

Argentina		Departamento General de Irrigación Secretaría de Recursos Hídricos		
		Organismo provincial (específico de la provincia de Mendoza), no tiene alcance nacional, aporta datos de caudales de los ríos, balances hídricos anuales, estados de las cotas de los diques, número de pozos de agua autorizados, calidad de agua subterránea, entre otros.		http://www.agua.gob.ar/dgi/
		Instituto Nacional del Agua (INA)		
		Organismo científico tecnológico. Realiza estudios, investigación, desarrollo y prestación de servicios especializados en el campo del aprovechamiento y preservación del agua. Depende de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.		http://www.ina.gov.ar/
		Ministerio de Agroindustria de Argentina		
		Proporciona información sobre stock ganadero, pesos vivos, categorías animales, zonas productivas.		http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/
		Servicio Meteorológico Nacional Instituto Clima y Agua - Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria (INTA)		
		Información de clima y zonas agroecológicas. Descripciones zonas productivas.		http://climayagua.inta.gob.ar/
	Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación			
	Interviene en la elaboración y ejecución de la política hídrica nacional y de la política relativa a los servicios públicos de abastecimiento de agua potable y saneamiento.		http://www.mininterior.gov.ar/obras-publicas/subsecretaria-rh.php	
	Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC)			
	Datos de producción, de consumo de fertilizantes, de exportaciones.		http://www.indec.mecon.ar/	

Bolivia		Empresas de agua y saneamiento a nivel municipal: EPSAS en La Paz		
		Datos de consumo de agua por sector, % de saneamiento básico, % de tratamiento de agua residual.		http://www.epsas.com.bo/epsas
		Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento – AAPS		
		Datos estadísticos de consumo de agua por ciudad, saneamiento básico y tratamiento de agua residual.		www.aaps.gob.bo
	Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (INE)			
	Datos de consumo de agua por sector, % de saneamiento básico, % de tratamiento de agua residual.		http://www.ine.gob.bo/	

 Brasil	Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento (SNIS)		
	Información sobre consumo de agua y tratamiento de agua residual por ciudad.		www.snis.gov.br
	Agência Nacional de Águas (ANA)		
	Datos sobre disponibilidad de agua.		www.ana.gov.br
	Compañía Ambiental del Estado de Sao Paulo – CETESB		
Agencia del gobierno estatal responsable de las actividades de control de la contaminación, supervisión, control y generación de licencias, la preocupación fundamental para preservar y restaurar la calidad del agua, el aire y el suelo.		http://www.cetesb.sp.gov.br/	
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)			
Estadísticas socioambientales por región.		www.ibge.gov.br	

 Chile	Dirección General de Aguas (DGA)		
	Estaciones de medición en las distintas cuencas.		www.dga.cl
	Superintendencia de servicios sanitarios (SISS)		
	Datos de caudales de ríos, nivel freático de pozos.		www.siss.gob.cl
Instituto Nacional de Estadística (INE)			
Áreas (hectáreas) cultivadas y tipos de cultivo.		www.ine.cl	

 Colombia	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)		
	Datos estaciones hidrometeorológicas. Mapas, tablas y texto de diferentes parámetros climáticos, por diferentes periodos de tiempo.		www.ideam.gov.co http://bart.ideam.gov.co/portal/pron_o_fin_semana/meteorologia/
	Ministerio de Medio Ambiente de Colombia		
Consulta de normativas.		www.minambiente.gov.co	

 Costa Rica	Ministerio de Ambiente y Energía – Dirección de aguas		
	Información sobre concesiones, caudales concesionados, pozos permitidos, usos de las concesiones.		www.minae.go.cr
	Instituto de Acueductos y Alcantarillados		
	Datos sobre caudales servidos de agua potable, calidad del agua potable, porcentaje de la población con cobertura del servicio de agua potable, caudal de fuentes captadas para uso potable.		https://www.aya.go.cr/SitePages/Principal.aspx
	Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica		
	Series de datos hidrometeorológicos. Fuentes de información consultadas para estudios de HH de Café, Banano y Arroz.		https://www.imn.ac.cr/
	Ministerio de Agricultura y Ganadería		
	Boletín estadístico 22. Fuentes de información consultadas para estudios de HH de Café, Banano y Arroz.		http://www.mag.go.cr/
	Instituto del Café de Costa Rica.		
	Fuentes de información consultadas para estudios de HH de Café.		http://www.icafe.cr/
	Instituto Regional para el Estudio de Sustancias Tóxicas.		
	Base de datos: aplicación de Nitrógeno por hectárea en cultivos. Fuente de información consultadas para estudios de HH de Café, Banano y Arroz		http://www.iret.una.ac.cr/
	Ministerio de Salud		
	Entidad encargada legalmente de que se realicen tratamientos para las aguas residuales en el país.		http://www.ministeriodosalud.go.cr/
FONAFIFO			
Encargado de realizar los pagos por servicios ambientales relacionados con el recurso hídrico.		http://www.fonafifo.go.cr/	
Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento			
Información de Aguas Subterráneas y Riego encargado de identificar los acuíferos y su vulnerabilidad.	SENARA	http://www.senara.or.cr/	
Instituto Nacional de estadística y Censos			
Información sobre la población con acceso al agua potable, información que actualiza con cada censo nacional.		http://www.inec.go.cr/	

 Cuba	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos		
	<p>Este organismo se encarga de organizar y dirigir en coordinación con los organismos competentes, la protección de las aguas terrestres, las cuencas, los cauces naturales, las obras e instalaciones hidráulicas contra peligros de contaminación, azolvamiento y otras formas de degradación y deterioro, así como el control sistemático de la calidad de las aguas.</p>		http://www.hidro.cu/
Oficina Nacional de Estadística			
<p>Estadísticas en temas como medio ambiente, población, territorio, agricultura, ganadería silvicultura, pesca, minería, industria, energía.</p>		http://www.one.cu/	

 Ecuador	Municipios y empresas de agua potable		
	<p>Descargas industriales, consumo de agua potable l/hab/día, % de cobertura de servicio de agua potable y saneamiento, descargas de aguas residuales, métodos de tratamiento de aguas servidas.</p>		http://www.aguaquito.gob.ec/
	Secretaría del Agua SENAGUA		
	<p>Caudal autorizado para los diferentes usos de agua a nivel nacional (riego, doméstico, abrevadero, mesa, termal, hidroelectricidad, industria, etc.) Esta información se puede relacionar por ejemplo con el número de hectáreas a regar o lo requerido por cada municipio para abastecer de agua potable (uso doméstico) a los habitantes de los cantones (jurisdicción por municipio), o la cantidad de energía generada por el caudal autorizado.</p>		http://www.agua.gob.ec/
	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)		
	<p>Datos de los indicadores básicos socioeconómicos.</p>		http://www.ecuadorencifras.gob.ec/home/
	Instituto Nacional de meteorología e Hidrología INAMHI		
	<p>Información hidrometeorológica.</p>		http://www.serviciometeorologico.gob.ec/
Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP			
<p>Información sobre el sector agrícola y agropecuario.</p>		http://www.agricultura.gob.ec/	
Ministerio del Ambiente y las Secretarías de Ambiente Municipales			
<p>Proporcionan información sobre las regulaciones ambientales para cuerpos hídricos.</p>		http://www.ambiente.gob.ec/	

 Guatemala	Instituto Nacional de Estadística (INE)		
	Información estadística a nivel nacional.	 Instituto Nacional de Estadística Guatemala	www.ine.gob.gt
Instituto de Ambiente y Recursos Naturales (IARNA) de la Universidad Rafael Landívar			
Ha levantado el inventario de cuentas ambientales. En estas tiene una cuenta sobre recursos hídricos.	 Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR	http://www.infoiarna.org.gt/	

 Honduras	Dirección General de recursos Hídricos		
	Cuenta con información descriptiva y espacial relacionada con el sector hídrico en Honduras.		http://hidro.sinia.gob.hn/
	Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA)		
	Realiza funciones de formulación y aprobación de la política nacional del sector, desarrollo de estrategias, planes nacionales, coordinación y concertación de las actividades de las distintas instituciones públicas o privadas vinculadas al tema agua potable y saneamiento.	 Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento	http://www.conasa.hn/
	Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra (IHCIT)		
	Información relacionada a investigaciones en temas de geofísica, hidrología, hidrogeología, el suelo como recurso natural, y la Meteorología vista esta como ciencia que abarca la climatología y el cambio climático.	 IHCIT-UNAH Instituto Hondureño de Ciencias de la Tierra UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE HONDURAS	https://ihcit.unah.edu.hn/
	Comisión Permanente de Contingencias (COPECO)		
	Estaciones meteorológicas y radar meteorológico.	 GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE HONDURAS COPECO HONDURAS	http://copeco.gob.hn/
Instituto de Conservación Forestal (ICF)			
Administración y manejo sustentable de los ecosistemas, propiciando la participación de la sociedad. Cuenta con información sobre servicios ambientales relacionados con los bosques entre ellos la función regulatoria de recursos hídricos.	 INSTITUTO DE CONSERVACIÓN FORESTAL ICF	http://icf.gob.hn/	
Servicio Nacional Autónoma de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)			
Entidad autónoma creada para garantizar la provisión de servicios de agua potable y saneamiento en el país, posee siete departamentos operativos y cinco divisiones técnicas encargadas de la ejecución de proyectos y el uso eficiente de los recursos hídricos nacionales.	 SERVICIO AUTÓNOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS	http://www.sanaa.hn/	

 México	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)		
	Disponibilidad de agua, volumen de agua concesionada, cantidad destinada a cada uso (agrícola, industrial, etc.), volumen de agua residual tratada y no tratada.		www.gob.mx/conagua
	Servicio Meteorológico Nacional (SMN)		
	Información estadística en cuestiones de precipitación pluvial.		http://smn.cna.gob.mx/es/emas
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)			
Datos de población, cobertura de agua potable y saneamiento, uso de suelo.		http://www.inegi.org.mx/	

 Paraguay	Secretaría del Ambiente (SEAM)		
	La SEAM de Paraguay es el órgano ejecutor de la Política Ambiental Nacional, regula la protección y la conservación del agua como uno de los recursos ambientales.		http://www.seam.gov.py/
	Dirección de Meteorología e Hidrología		
	La Dirección de Meteorología e Hidrología depende de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil y posee información sobre: monitoreo atmosférico y climático, redes meteorológicas, información meteorológica, climática e hidrológica de Paraguay		http://www.meteorologia.gov.py/index.php
Unidad de Gestión de Riesgos (UGR) del Ministerio de Agricultura y Ganadería			
La Unidad de Gestión de Riesgos (UGR) del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Paraguay posee y genera información para el sector agropecuario sobre datos meteorológicos actuales e históricos, disponibles en planillas electrónicas asociadas a un Sistema de Información Geográfica (GIS) de la Red de Estaciones Agrometeorológicas del Ministerio de Agricultura y Ganadería		http://www.mag.gov.py/index-b-nuevo.php?pag=lista-servicios.html	

 Perú	Autoridad Nacional del Agua		
	Es un organismo constitucional autónomo del Perú. Está adscrito al Ministerio de Agricultura y se encarga de realizar las acciones necesarias para el aprovechamiento multisectorial y sustentable de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas. Información de balance hídrico de las cuencas nacionales.		www.ana.gob.pe
	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)		
	El INEI es el órgano rector de los Sistemas Nacionales de Estadística e Informática en el Perú. Norma, planea, dirige, coordina, evalúa y supervisa las actividades estadísticas e informáticas oficiales del país.		https://www.inei.gob.pe/
Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS)			
La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) es la institución encargada de la regulación y supervisión del suministro y distribución de agua potable. Garantiza la provisión de los servicios de saneamiento, que incluyen agua potable y alcantarillado, entre otros, en las mejores condiciones de calidad. Propone políticas y la normativa respecto de la provisión de servicios de saneamiento, controla su suministro y establece las sanciones de acuerdo con la legislación sobre saneamiento. Por último, se encarga de evaluar y controlar los servicios que proveen las compañías de servicio de saneamiento.		http://www.sunass.gob.pe/	

Anexo 3. Categorías de impacto y métodos de evaluación

A continuación, se presentan los métodos más reconocidos para cada categoría de impacto y sus características más importantes. La tabla fue adaptada y complementada de Quantis (2011) provista al proyecto SuizAgua Colombia. Puede encontrar más información de otros métodos en la referencia “Guidance to ISO 14046” (Vionnet, Lessard y Humbert, en proceso de publicación) o el artículo “Review of methods addressing freshwater use in life cycle inventory and impact assessment” (Kounnina A. et al., 2013). No se incluyen métodos para agua marina porque a la fecha están poco consolidados.



Método	Indicador		Descripción	Fortalezas	Debilidades
	Punto medio	Punto final			
Consumo equivalente - AWARE, Boulay et al. 2015	m ³ _{eq}	No aplica	<p>Agua consumida*AWARE</p> <ul style="list-style-type: none"> - AWARE es un factor de caracterización que se basa en la relación entre el consumo de agua dulce para usos humanos más el caudal ambiental y la disponibilidad total de agua en una unidad de área. - El indicador puede ser 100 veces el agua consumida. AWARE varía entre 0.1 y 100. Si el factor de caracterización de una región es 10, quiere decir que esa región tiene 10 veces menos agua remanente disponible que el promedio mundial. - Los datos de disponibilidad y consumo provienen del modelo global WaterGAP. 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponible en capa gratuita de Google Earth por cuenca y por país en tabla excel. Disponible por año y por mes, para uso agrícola y no agrícola. - Validado en consulta a expertos de diversos sectores (industria, consultoras, academia, gobierno; 48 instituciones). Recomendado por la Iniciativa de Ciclo de Vida UNEP-SETAC y validado por la Dirección General del Ambiental de la Comisión Europea (DG ENV). 	<ul style="list-style-type: none"> - Es discontinuo, por el rango del AWARE (0-100), que lo puede hacer más difícil de comunicar. - 7 estudios de caso al momento, publicación reciente (2016).



<p>Consumo equivalente - Índice de estrés hídrico WSI, Pfister et. al. 2009</p>	<p>m^3_{eq}</p>	<p>Salud humana </p> <p>Ecosistemas </p> <p>Recursos MJ</p>	<p>Punto medio: Agua consumida*WSI</p> <ul style="list-style-type: none"> - El WSI se basa en la relación entre la extracción de agua dulce para usos humanos y su disponibilidad total de agua en cierta región. - El indicador puede ser tan alto como el consumo de agua. WSI se encuentra entre 0.01 (representa efecto marginal) y 1, para lograr este rango utiliza una ecuación logística. - Considera la variabilidad de la precipitación mediante su desviación estándar en la zona. - Los datos de disponibilidad y consumo provienen de modelo global WaterGAP. <p>Punto final: <i>Salud humana:</i> Agua consumida*WSI*Factor relacionado con cantidad de agua requerida para prevenir desnutrición y vulnerabilidad a la desnutrición basada en el Índice de Desarrollo Humano.</p> <p><i>Ecosistemas terrestres:</i> Agua consumida*WSI*Factor relacionado con limitación al crecimiento de plantas vasculares debido a escasez de agua azul.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Disponible en capa gratuita Google Earth por cuenca y por país en tabla Excel. Disponible por año y por mes. - Recomendado por el Protocolo ENVIFOOD, una metodología desarrollada por la Mesa Redonda para la Producción y el Consumo Sustentable de la Comisión Europea. Actúa en colaboración con UNEP y la Agencia Ambiental Europea. - Existen estudios de regionalización del WSI en subcuencas de países iberoamericanos (México, España, Colombia). - Usado en decenas de evaluaciones en estudios independientes de huella de agua o como parte de estudios ACV. 	<ul style="list-style-type: none"> - El WSI se basa en extracción y no consumo. - Usa criterio de experto para determinar paso a estrés medio y alto. - Subestima estrés en zonas áridas. - El enlace de causa-efecto para punto final es genérico.
<p>Escasez de huella azul, Hoekstra et al. 2011</p>	<p>m^3_{eq}</p>	<p>No aplica</p>	<p>Agua consumida*Índice escasez agua azul (IEAA)</p> <ul style="list-style-type: none"> - IEAA= Agua consumida/ Disponibilidad de agua azul La disponibilidad se define como el agua total disponible en la cuenca menos el caudal ambiental. - Para algunas cuencas, el indicador puede ser hasta 675 veces el agua consumida (según datos calculados de la WFN). - Los datos para calcular el índice se obtienen de Mekonnen and Hoekstra (2011), que usa base de datos globales como la FAO (2010). 	<ul style="list-style-type: none"> - Disponible en capa GSI gratuita por cuenca (resolución 0.3°x0.3°) y en tabla por país. Disponible por año y por mes. -Recomendado por la Red de Huella Hídrica (diferente a Análisis de Ciclo de Vida). - Para algunas cuencas se han hecho estudios con datos locales. - Ampliamente usado. 	<ul style="list-style-type: none"> - No predice impactos potenciales.
<p>Método Suizo de Escasez Ecológica, Frischknecht et al. 2006</p>	<p>m^3_{eq}</p>	<p>No aplica</p>	<p>Se basa en un principio de distancia al objetivo político; relacionado con un flujo crítico asociado a concentraciones máximas según la normatividad y con el flujo actual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Regionalizado. - Propuesto en iniciativas regulatorias europeas (extensión de impuestos AVC biocombustibles, Mercado único para productos verdes). - Cientos de estudios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los objetivos de calidad establecidos políticamente no necesariamente coinciden con objetivos ambientales.



Consumo de agua que afecta ecosistemas de río, Hanafiah et al. 2011	No aplica	Ecosistemas PDF.m ² .año 	Basado en un modelo global que considera volúmenes de los ríos, descarga promedio, tiempo promedio de residencia, especies de peces en 214 cuencas del mundo.	Considera efecto de reducción del nivel del río.	Baja regionalización, sólo unas pocas cuencas disponibles.
Consumo de agua subterránea que afecta plantas, Van Zelm et al. 2010	No aplica	Ecosistemas PDF.m ² .año 	Estima desaparición de plantas terrestres. Considera sólo datos de países bajos y flujo horizontal de agua subterránea.	Considera efecto de reducción del nivel freático.	Basado sólo en datos de Holanda.
Enfermedades infecciosas por escasez de agua doméstica, Motoshita et al., 2010	No aplica	Salud humana DALY 	Basado en datos de escasez de agua, e indicadores socioeconómicos como el Índice de Desarrollo Humano y la conexión a agua segura y saneamiento en los hogares.	Disponible por país. Único estudio disponible a la fecha que modela enfermedades infecciosas (ascariasis, trichiriasis, enfermedad del gusano de hook, diarrea).	Alta incertidumbre.

Adicionalmente existen otros indicadores que presentan resultados a nivel geográfico y no tabulares: Los resultados se presentan en un mapa y se clasifican en diferentes grados de escasez hídrica. Estos indicadores no son utilizados en la metodología ACV, pero permiten una evaluación inicial del riesgo hídrico de un área geográfica (por ejemplo, en la cuenca de cierta fábrica de interés) dado que son indicadores que suelen encontrarse en estudios a menor escala y con datos de autoridades locales. Los datos usados para estos indicadores geográficos son usualmente los mismos que hacen falta para regionalizar los indicadores de ACV que sí están diseñados para evaluación de impacto potencial ambiental de productos y servicios.

Un ejemplo es el método de **Balance oferta y demanda (De Bievre y Coello, 2008)**. Se basa en la diferencia entre la oferta natural del agua y la demanda neta $Q_{disponible} = Q_{natural} - Q_{captado} + Q_{retorno}$. Se calculó para la Hoya de Quito (Ecuador), para sus 6 subcuencas.



*CADIS todos los derechos reservados

DISPONIBILIDAD

Método	Indicador		Descripción	Fortalezas	Debilidades
	Punto medio	Punto final			
Huella de disponibilidad de agua de Boulay (et. al. 2011)	m^3_{eq}	Salud humana  <small>*CADIS todos los derechos reservados</small>	<p>Punto medio: Consolida en un número el consumo, el estrés hídrico y la contaminación del proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establece un parámetro de escasez basado en una ecuación logística que depende de la relación consumo/disponibilidad de la zona. Luego lo ajusta basado en la clasificación de la calidad de agua de entrada y salida de acuerdo a ocho categorías pre-establecidas para diferentes usos (doméstico, recreacional, agricultura, etc.). - Varía entre el valor positivo de la extracción (se consume toda el agua que se extrae o se devuelve en malas condiciones) y el valor negativo del vertimiento (cuando la calidad del agua de la extracción es mala y se devuelve toda el agua en óptimas condiciones). - Utiliza datos del modelo global (WaterGAP). <p>Punto final: <i>Salud humana:</i> Evalúa impacto en salud humana asociado a estrés hídrico local, la capacidad de adaptación relacionada con el PIB, y agua requerida para nutrición e higiene y saneamiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Disponible en capa gratuita Google Earth por cuenca. Disponible por año. - Considera la fuente del agua: superficial o subterránea. - Fácil de comunicar porque el valor máximo de la huella de disponibilidad es la extracción de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - La resolución dificulta identificar índices de escasez apropiados, especialmente en algunos países de la región, por lo que la regionalización del factor se hace más preponderante. - El factor de caracterización considera tres elementos y dos de ellos están basados en juicios de valor. - En América Latina no hay información oficial disponible para el parámetro de calidad. - Pocas evaluaciones y retroalimentación acerca de su validez.
Índice de Impacto Hídrico WIIX (Bayart et al. 2014)	m^3_{eq}	No aplica	<p>Se basa en WSI de Pfister, por lo tanto, aplica sus mismas características.</p> <p>Consolida en un número el consumo, el estrés hídrico y la contaminación del proceso: $WIIX = E * Q_e * WSI_e - S * Q_s * WSI_s$ E es extracción de agua WSI es el índice de Pfister Q es un factor de calidad del agua que varía entre 0 y 1. $Q = \min(Cref/C; 1)$ $_e$ extracción, $_s$ vertimiento Cref es la concentración de referencia C es la concentración de la extracción o el vertimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Varía entre el valor positivo de extracción y el valor negativo del vertimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Fácil de comunicar porque el valor máximo de la huella de disponibilidad es la extracción de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pocas evaluaciones y retroalimentación acerca de su validez. - Para la concentración de referencia se debería usar la legislación local para uso eco sistémico pero esta no siempre está disponible. - Pocas evaluaciones y retroalimentación acerca de su validez.



*CADIS todos los derechos reservados

EUTROFIZACIÓN EN AGUA DULCE

Método	Indicador		Descripción	Fortalezas	Debilidades
	Punto medio	Punto final			
ReCiPe (Goedkoop et al. 2008)	kg P _{eq}	 <p>Ecosistemas PDF.m². año</p> <p>*CADIS todos los derechos reservados</p>	<p>Evalúa impacto en biodiversidad acuática debido a emisiones de fósforo (P) en el aire, agua y suelo usando modelo. Usa datos de P y macrofauna de fuentes superficiales holandesas, y datos de P de fuentes de agua europeas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Existen modelos bien establecidos que predicen el daño de las emisiones y la concentración de Fósforo (P) en las especies acuáticas. - Recomendado por el Protocolo ENVIFOOD, metodología científicamente armonizada para la evaluación ambiental de productos alimenticios y bebidas. Desarrollada por la Mesa Redonda para la Producción y el Consumo Sustentable de la Comisión Europea. Actúa en colaboración con UNEP y la Agencia Ambiental Europea. - El modelo incluye procesos de remoción. - Disponible para uso en software de ACV. 	<ul style="list-style-type: none"> - No regionalizado, a pesar de que impacto depende de ecosistema. - El modelo de caracterización no está fácilmente accesible. - La conversión de punto medio a punto final se hace asumiendo una profundidad de agua de 2.5 m. - No regionalizado.
CML baseline 2000 (1992)	PO ₄ ³⁻ eq	No aplica	<p>Cuantifica el enriquecimiento de ecosistemas acuáticos con macronutrientes (P) y lo expresa en términos de PO₄³⁻ eq. Para el cálculo del crecimiento de la biomasa se emplea la relación de Redfield (derivado de la composición promedio de las algas).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Los principios del método, así como los factores de caracterización están documentados y accesibles para usarlos de una manera reproducible. - Método que se recomienda usar para declaraciones ambientales de producto en el International EPD System. - Disponible para uso en software de ACV. 	<ul style="list-style-type: none"> - El modelo no incluye consideraciones del destino de los contaminantes. - Limitada aceptación de partes interesadas. - No regionalizado.
Helmes et al. 2012 (IMPACTWorld+)	kg P _{eq}		<p>Los factores de caracterización se obtienen a partir de multiplicar el factor de destino de Helmes et al. 2012 por los factores de efecto de otros autores (Struijs et al. 2011, Payet 2006)</p> <p>- Se basa en emisiones puntuales de fósforo, no incluye transferencia de fósforo desde suelo agrícola al agua por falta de datos a nivel global.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Regionalizado a escala 0.5°x0.5°. - El modelo incluye procesos de remoción. - Los principios del método, así como los factores de caracterización están documentados y accesibles. - Disponible para uso en software ACV. 	<ul style="list-style-type: none"> - Método reciente, poco usado. - La regionalización se basa en las emisiones, más que en sensibilidad de los ecosistemas. - Es difícil de adaptar con datos locales.



*CADIS todos los derechos reservados

ECOTOXICIDAD EN AGUA DULCE

Método	Indicador		Descripción	Fortalezas	Debilidades
	Punto medio	Punto final			
Rosenbaum et al. 2008 (USEtox Actualizado en 2015: Hace parte de IMPACTWorld+) www.usetox.org , requiere registro gratuito	CTUe	Ecosistemas PDF.m².año  *CADIS todos los derechos reservados	Estima disminución de biodiversidad acuática por emisiones al aire, agua y suelo. - Modelo de cadena causa-efecto, integra el destino, la respuesta a la concentración, la exposición y el efecto. - Modelo parametrizado para las circunstancias europeas y globales.	- Modelo disponible en Excel, complejo en modelo cadena causa-efecto. - Desarrollado con el apoyo de la Iniciativa de Ciclo de Vida UNEP/SETAC. Aprobados por conceso científico. UNEP recomienda su uso a empresas y gobierno. - Disponible para más de 3000 sustancias (la mayoría son orgánicas). Factores recientemente actualizados. - Disponible en software de ACV y en excel.	- No hay factores de caracterización para todas las sustancias (p.e. todos los metales pesados). - Los factores interinos tienen un alto coeficiente de variación. - No hay parametrización para circunstancias AL.
Goedkoop et al. 2008 (ReCiPe)	kg 1,4-DB eq	Ecosistemas PDF.m².año  *CADIS todos los derechos reservados	Se basa en un modelo completo que presenta el destino de la sustancia química, la exposición y el efecto de los mismos. - Utiliza el sistema EUSES (European Union System for the Evaluation of Substances) aplicado en la Unión Europea para evaluar sustancias existentes y nuevas. - Basado en concentración efectiva media (EC50). - Está parametrizado para las circunstancias europeas.	- Alta relevancia ambiental. - Disponible para cerca de 2000 sustancias. - Disponible en software de ACV y en excel.	- Los modelos para metales no están bien establecidos. - No hay parametrización para circunstancias AL.



*CADIS todos los derechos reservados

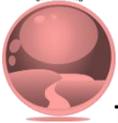
TOXICIDAD HUMANA

Método	Indicador		Descripción	Fortalezas	Debilidades
	Punto medio	Punto final			
Rosenbaum et al. 2008 (USEtox Actualizado en 2015: www.usetox.org)	CTUh	Salud humana  <small>*CADIS todos los derechos reservados</small>	Estima impactos de enfermedades carcinogénicas y no carcinogénicas. Aplicable a escala global y europea.	<ul style="list-style-type: none"> - Complejo modelo causa-efecto. Rutas ambientales bien descritas. - Basado en consenso, reconocido internacionalmente. - Disponible para más de 3000 sustancias (la mayoría son orgánicas). Factores recientemente actualizados. - Los factores de absorción son compatibles con factores de exposición en ambientes cerrados. - Modelo disponible en Excel gratuitamente. - Se puede usar en software de ACV. 	<ul style="list-style-type: none"> - La ruta ambiental para absorción por piel no está bien descrita. - Los factores interinos tienen un alto coeficiente de variación. - No hay factores de caracterización para todas las sustancias (p.e. todos los metales pesados). - No tiene mayor diferenciación más allá de la continental. - No válido para aplicación directa de pesticidas en cultivos. - Se debe modificar el Excel para que el factor de caracterización únicamente considere los impactos a la salud por consumo de agua (factor de exposición). - No hay parametrización para circunstancias AL.
Goedkoop et al. 2008 (ReCiPe, ImpactWorld+)	kg 1,4-DB eq	Salud humana  <small>*CADIS todos los derechos reservados</small>	Se basa en un modelo completo que representa el destino de la sustancia química, la exposición y el efecto de los mismos. Aplicable para contexto europeo.	<ul style="list-style-type: none"> - Base de datos con más de 1000 factores de caracterización de toxicidad humana - Modelos de sustancias con base científica aceptada Se puede usar en software de ACV. Bien documentado. 	<ul style="list-style-type: none"> - No válido para la absorción por piel. - Le faltan para metales y pesticidas, sus modelos requieren mejoras. - No hay parametrización para circunstancias AL.



Método	Indicador		Descripción	Fortalezas	Debilidades
	Punto medio	Punto final			
Goedkoop et al. 2008 (ReCiPe, actualizado en 2013)	kg SO ₂ -eq	 Ecosistemas PDF.m ² .año <small>*CADIS todos los derechos reservados</small>	Adopta el indicador del método de saturación base que calcula el destino atmosférico con base en modelos europeos.	<ul style="list-style-type: none"> - Cubre sustancias acidificantes más importantes: NO_x, NH₃, SO₂. - Se tiene disponible para uso en software de ACV. 	<ul style="list-style-type: none"> - Únicamente considera ecosistemas terrestres bajo las condiciones del continente europeo. - No se puede bajar de escala fácilmente.
Jolliet et al. 2003 (IMPACT 2002+)	kg SO ₂ -eq	 Ecosistemas PDF.m ² .año <small>*CADIS todos los derechos reservados</small>	<p>Basado en modelo de simulación que tiene en cuenta tipo de emisión (puntual o difusa), tiempo de residencia en el agua; puede refinarse con datos empíricos y locales.</p> <p>Considera acidificación de fuentes hídricas generada por emisiones al aire, agua y suelo.</p>	Muy usado.	<ul style="list-style-type: none"> - Sin actualización ni regionalización (hay áreas más sensibles a la acidificación que otras).
Roy, Deschenes y Margni 2013 (IMPACT World+)	No aplica	 Ecosistemas PDF.m ² .año <small>*CADIS todos los derechos reservados</small>	Basado en modelo de simulación que tiene en cuenta dispersión atmosférica, deposición por lluvia o seca, pérdidas de biodiversidad por peces. No se puede bajar de escala fácilmente	<ul style="list-style-type: none"> - Cubre sustancias acidificantes más importantes: NO_x, NH₃, HNO₃, SO₂, SO₄ - Está regionalizado por matriz de 2x2.5°, país y continente; a partir de datos para áreas de lagos, y riqueza de especies por región (Norteamérica, América tropical, Europa y Asia templada, África y Asia tropical). - Considera sistemas acuáticos y terrestres. - Se tiene disponible en software de ACV. 	<ul style="list-style-type: none"> - La regionalización sólo es continental. - Reciente, poco usado.
CML baseline 2000 (1992)	kg SO ₂ -eq	 Ecosistemas PDF.m ² .año <small>*CADIS todos los derechos reservados</small>	<p>Emplea el método de Índice de peligro (Hazard Index).</p> <p>El modelo de transporte y deposición atmosférica se basa en el modelo europeo RAINS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cubre sustancias acidificantes más importantes: NO_x, NH₃, HNO₃, SO₂, SO₄ - Se tiene disponible en software de ACV. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sólo provee factores de caracterización específicos geográficamente para la situación europea. - No se puede bajar de escala fácilmente.

 <small>*CADIS todos los derechos reservados</small> RADIACIÓN IONIZANTE					
Método	Indicador		Descripción	Fortalezas	Debilidades
	Punto medio	Punto final			
Frischknecht et al. (2000)	Kg Bq- eq	Salud humana  <small>*CADIS todos los derechos reservados</small>	Impacto potencial de liberación de sustancias radioactivas (p.e. plantas nucleares), basado en la modelación del ciclo de combustible nuclear francés.	Diferencia emisiones a ríos y lagos de emisiones a océano.	Los datos se refieren a la condición en Francia, de los cuales se derivan factores genéricos.
ReCiPe (Goedkoop et al. 2008)	kg Bq U235eq	Salud humana  <small>*CADIS todos los derechos reservados</small>	Se basa en un modelo que describe las emisiones a la atmósfera y descargas líquidas basadas en el ciclo nuclear francés.	Incluye descargas en sitios (desde la minería, la conversión, la producción de electricidad y el procesamiento).	Los datos se refieren a la condición en Francia.

 <small>*CADIS todos los derechos reservados</small> TERMOCONTAMINACIÓN					
Método	Indicador		Descripción	Fortalezas	Debilidades
	Punto medio	Punto final			
Termo-contaminación (Verones et al. 2010)	No aplica	Ecosistemas  <small>*CADIS todos los derechos reservados</small>	Basado en simulaciones de un sistema de río simplificado, requiere gran cantidad de datos.	Considera efecto de mayor temperatura del agua.	Sin regionalización.



*CADIS todos los derechos reservados

ALTERACIÓN DEL FLUJO

Método	Indicador		Descripción	Fortalezas	Debilidades
	Punto medio	Punto final			
Impacto de represas para hidroelectricidad, Maendly y Humbert (2010)	No aplica	 Ecosistemas PDF.m ² .año *CADIS todos los derechos reservados	Utiliza datos empíricos sobre reducción de biodiversidad antes y después de construidas represas.	Considera efecto de represas en biodiversidad.	Basado en datos empíricos no regionalizados.

INDICADORES QUE COMBINAN MÉTODOS EN UN SOLO NÚMERO

Método	Indicador		Descripción	Fortalezas	Debilidades
	Punto medio	Punto final			
Farell et. al 2013 (USETOX/WSI)	m ³ de agua impactada		Se basa en USEtox para la evaluación de ecotoxicidad acuática y el índice de estrés hídrico WSI para determinar el impacto por escasez.	Permite reportar la huella en una sola métrica.	Debido a que se basa en USEtox, no se recomienda el uso de los factores interinos, debido al alto coeficiente de variación de estos. La versión "recomendada" de USEtox no considera la mayoría de los factores de caracterización.
(Riddout y Pfister; 2013 (ReCiPe/WSI)	m ³ de agua impactada		Se basa en ReCiPe para la evaluación del impacto por degradación del agua (eutrofización, toxicidad humana y ecotoxicidad) y en el índice de estrés hídrico WSI para determinar el impacto por escasez.	Permite reportar la huella en una sola métrica.	Alta incertidumbre.

Referencias

- Bayart J., Worbe, S., Grimaud J., Aoustin E. (2014). The Water Impact Index : a simplified single-indicator approach for water footprinting. In J Life Cycle Assess DOI 10.1007/s11367-014-0732-3
- Boulay A., Bare, J. Benini, L., Berger, M., Manzardo, A., Margni, M., Motoshita, M., Nuñez, M., Lathuillière, M., Pastor, A., Ridoutt, B., Worbe, S., Pfister, S. The WULCA consensus for water scarcity footprints: Assessing impacts of water consumption based on the available water remaining (AWARE). *Presentada para publicación en 2016*.
- Boulay A., Bare J., Benini L., Berger M., Bulle C., Klemmayer I., Lathuilliere M., Manzardo A., Margni M., Motoshita M., Núñez M., Oki T., Ridoutt B., Worbe S., Pfister S. (2015). New scarcity indicator from WULCA: consensus to assess potential user deprivation. bLCA XV Conference, Vancouver, 7 October 2015
- Boulay A.-M., Bulle C., Bayart J.-B., Deschênes L., and Margni M., (2011). Regional Characterization of Freshwater Use in LCA: Modeling Direct Impacts on Human Health. *Environmental Science & Technology*, 45(20), 8948-8957. American Chemical Society (<http://dx.doi.org/10.1021/es1030883>).
- CML 2 baseline 2000 (1992). Descrito en : Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. de; Oers, L. van; Wegener Sleswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J. (2002). *Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. Part III: Scientific background*. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 692 pp.
- Frischknecht, R., Braunschweig, A., Hofstetter P., Suter P. (2000). Modelling human health effects of radioactive releases in Life Cycle Impact Assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, Volume 20, Number 2, April 2000, pp. 159-189.
- Frischknecht R, Steiner R, Braunschweig A, Egli N, Hildesheimer G (2006) Swiss ecological scarcity method: the new version 2006.
- Goedkoop M.J., Heijungs R, Huijbregts M., De Schryver A.;Struijs J., Van Zelm R (2008). ReCiPe 2008, A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. First edition Report I: Characterisation; 6 January 2009, <http://www.lcia-recipe.net>
- Hanafiah M, Xenopoulos M, Pfister S, Leuven RS, Huijbregts M (2011). Characterization factors for water consumption and greenhouse gas emissions based on freshwater fish species extinction. *Environ Sci Technol* 45(12):5272–5278.
- Helmes R., Huijbregts M.A.J., Henderson A.D., Jolliet O., (2012). Spatially explicit fate factors of freshwater phosphorous emissions at the global scale. *International Journal of Life Cycle Assessment*, on-line first (<http://dx.doi.org/10.1007/s11367-012-0382-2>).
- Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, Mekonnen MM (2011). The water footprint assessment manual: setting the global standard. Water Footprint Network. Enschede, The Netherlands
- Jolliet, Oliver. Margni, Manuel. Charles, Raphaël. Humbert, Sébastien. Payet, Jérôme. Rebityer, Gerald. Rosenbaum, Ralph (2003). IMPACT2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 8 (6), pp 324-330. Recuperado de: <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02978505#>

Motoshita M, Itsubo N, Inaba A (2010). Development of impact factors on damage to health by infectious diseases caused by domestic water scarcity. *Int J Life Cycle Assess* 16(1):65–73.

Maendly R. and Humbert S. (2012). Empirical characterization model and factors assessing aquatic biodiversity damages of hydropower water use. Presentada a: *International Journal of Life Cycle Assessment*.

Pfister S, Koehler A, Hellweg S (2009). Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. *Environ Sci Technol* 43(11):4098–4104.

Ridoutt B, Pfister S (2013). A new water footprint calculation method integrating consumptive and degradative water use into a single stand-alone weighted indicator. *Int J Life Cycle Assess* 18(1):204–207

Rosenbaum R.K., Bachmann T.K., Gold L.S., Huijbregts M.A.J., Jolliet O., Juraske R., Koehler A., Larsen H.F., MacLeod M., Margni M., McKone T.E., Payet J., Schuhmacher M., Van de Meent D., Hauschild M.Z., (2008). USEtox-The UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in Life Cycle Impact Assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment* 13(7) 532-546 (<http://dx.doi.org/10.1007/s11367-008-0038-4>).

Roy, P.-O., L. Deschênes and M. Margni (2013). "Uncertainty and spatial variability in characterization factors for aquatic acidification at the global scale." *The International Journal of Life Cycle Assessment*: 1-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-013-0683-0>

Struijs, J., Beusen, A., de Zwart, D. and Huijbregts, M. (2011a). "Characterization factors for inland water eutrophication at the damage level in life cycle impact assessment." *International Journal of Life Cycle Assessment* 16(1): 59-64.

Payet J (2006). Report describing a method for the quantification of impacts on aquatic freshwater ecosystems resulting from different stressors (e.g. toxic substances, eutrophication, etc). *Novel Methods for Integrated Risk Assessment of Cumulative Stressors in Europe (NOMIRACLE)*. Report Numbre 003956. École Polytechnique Fédérale de Lausanne. <http://nomiracle.jrc.ec.europa.eu/webapp/ViewPublicDeliverables.aspx.html>

Verones F, Hanafiah MM., Pfister S., Huijbregts MA., Pelletier GJ., Koehler A. (2011). Characterization factors for thermal pollution in freshwater aquatic environments. *Environmental Science & Technology*, 44(24), pp 9364-9. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21069953>

Van Zelm, Rosalie. Schipper, Afke. Rombouts, Michiel. Snelvangers, Judith. Huijbregts, Mark (2010) Implementing groundwater Extraction in Life Cycle Impact Assessment: Characterization Factors Based on Plant Species Richness for the Netherlands. *Environmental Science & Technology*, 45(2), pp 629-635. <http://dx.doi.org/10.1021/es102383v>

www.usetox.org

Anexo 4. Método analítico jerárquico para la toma de decisiones: métodos de evaluación de impacto de huella de agua recomendados para América Latina

El método analítico jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) es una metodología de decisión multicriterio discreta que se utiliza para la toma de decisiones complejas. Mediante un procedimiento de evaluación por pares, permite medir el acuerdo relativo entre decisores y la uniformidad de las alternativas en la toma de decisiones en grupo.

El método de AHP ha sido utilizado para validar las decisiones en diferentes etapas del ciclo de vida, pero principalmente en la etapa de ponderación de las categorías de impacto (Swarr, et.al, 2005). La combinación de las dos metodologías se ha aplicado con éxito en estudios de ACV que comparan tecnologías de gestión de residuos sólidos (Shoou, 2005) (Fujita, 2005) (Ni, et.al, 2002).

La “productividad verde” se plantea mediante una combinación del método AHP y el ACV, donde diferentes tecnologías se evalúan a partir de su desempeño en la evaluación de ciclo de vida (Pineda, 2005). En Estados Unidos, el valor de las decisiones de negocios por medio del AHP también se vincula con ACV (Reisdorph, 2008) y las estrategias de diseño se ven fortalecidas con este binomio (Heo, 2002). Varios estudios de ACV se han apoyado en el AHP para sustentar la toma de decisiones mediante el análisis de sensibilidad (Swarr, et.al, 2005, Shoenoung, 2009).

En el contexto de este documento, el AHP se utiliza para documentar y validar la toma de decisiones para recomendar los métodos de evaluación de impacto de huella de agua para América Latina, que permitan una cuantificación homogénea y el desarrollo de esquemas de acreditación y verificación.

En el marco del AHP, el modelo de decisión se estructura definiendo objetivos que consideren varias facetas de la meta del problema, de ser necesario subobjetivos que describan más a detalle cada uno de los objetivos y finalmente alternativas para cumplir con los objetivos. El método de evaluación utilizado en AHP, y descrito más adelante, facilita la identificación de los criterios de decisión y las conclusiones reduciendo significativamente el ciclo de decisión.

Una vez definido el modelo de decisión la metodología requiere que los diferentes objetivos sean priorizados con la finalidad de determinar su importancia relativa entre las opciones. Los expertos deben evaluar entonces en comparaciones uno a uno cada una de las opciones de métodos de evaluación para cada categoría.

Con las evaluaciones uno a uno se llena la matriz de evaluaciones MSk, donde el término se obtiene de la evaluación de la función 1 con respecto a la 2 en la siguiente escala:

$u_{i,j} = 1$ si ambas funciones tienen la misma importancia
 $u_{i,j} = 3$ si la función i es moderadamente más importante que la j
 $u_{i,j} = 5$ si la función i es fuertemente más importante que la j
y así sucesivamente hasta llegar al grado “extremadamente” con un valor de 9

el término $\frac{u_{k,2}}{u_{k,1}}$ es siempre el inverso de $\frac{u_{k,1}}{u_{k,2}}$, de tal manera que si la función j fuera moderadamente más importante que la i, entonces $u_{i,j} = 1/3$.

Entonces de forma general la matriz de evaluación para un solo experto queda de la manera siguiente:

$$MS_k = \begin{bmatrix} \frac{u_{k,1}}{u_{k,1}} & \frac{u_{k,1}}{u_{k,2}} & \dots & \frac{u_{k,1}}{u_{k,n}} \\ \frac{u_{k,2}}{u_{k,1}} & \frac{u_{k,2}}{u_{k,2}} & \dots & \frac{u_{k,2}}{u_{k,n}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{u_{k,n}}{u_{k,1}} & \frac{u_{k,n}}{u_{k,2}} & \dots & \frac{u_{k,n}}{u_{k,n}} \end{bmatrix}$$

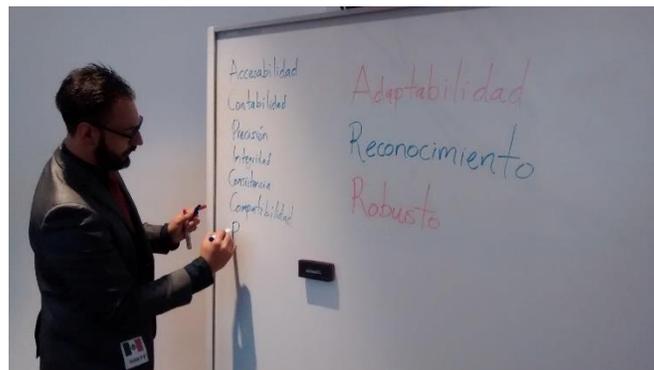
Donde $\frac{u_{k,1}}{u_{k,2}}$ se define como la importancia relativa dada por el experto k, de la función 1 contra la función 2.

El AHP se basa en el cálculo de vectores de Eigen (Satty, 1994) de la matriz de evaluación para determinar la importancia relativa entre las funciones. Posteriormente debe integrarse los resultados de expertos, lo cual se obtiene a partir de los vectores Eigen de cada evaluación individual.

Método AHP para recomendación de métodos de evaluación de impacto de huella de agua

Durante el evento presencial llevado a cabo el 27 de octubre de 2016, se desarrolló una toma de decisión grupal para definir los métodos de evaluación recomendados para América Latina. El análisis se enfocó en las cuatro categorías de impacto de punto medio, de mayor uso por parte de los expertos en la región: escasez, disponibilidad, ecotoxicidad en agua dulce y eutrofización en agua dulce.

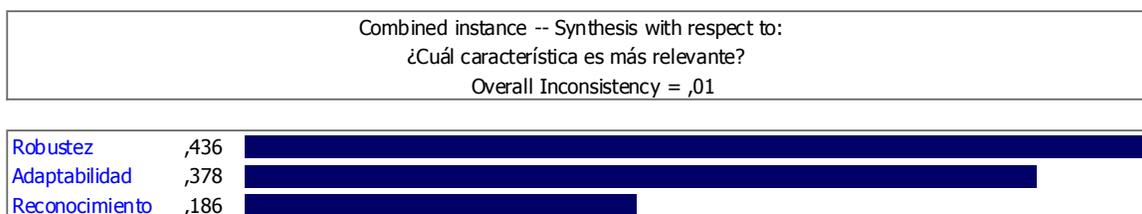
Durante el evento presencial, el cual contó con la participación de 26 expertos, se desarrolló una lluvia de ideas para definir tres aspectos que deben considerarse al elegir un método de evaluación: robustez, adaptabilidad y reconocimiento (Figura).



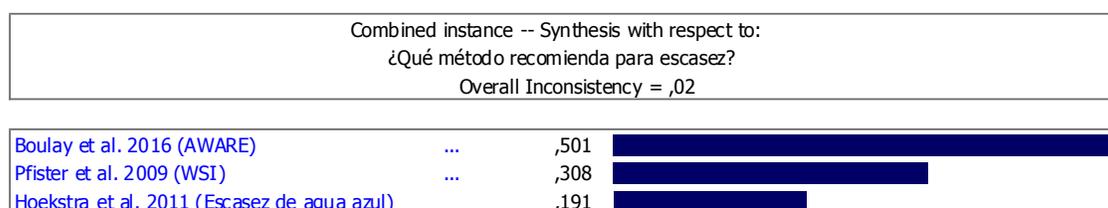
Posteriormente, con el apoyo de un software de AHP, se realizó la evaluación por pares, que permitió que cada experto asignara la importancia relativa de cada método de evaluación con respecto a cada aspecto evaluado.

Los resultados obtenidos para cada evaluación se muestran a continuación:

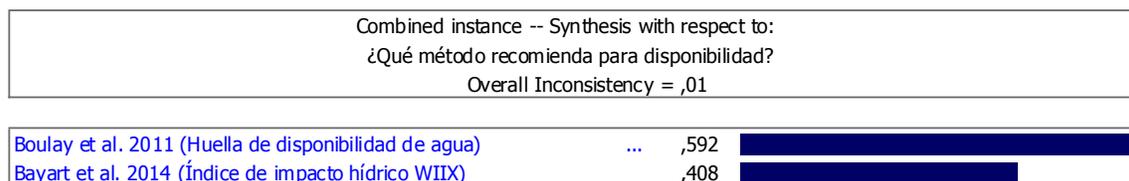
1) Evaluación de características evaluadas



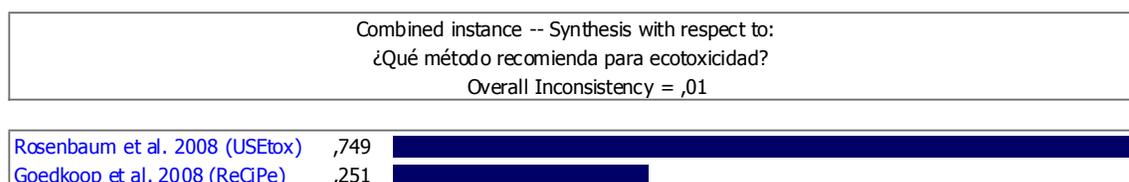
2) Escasez



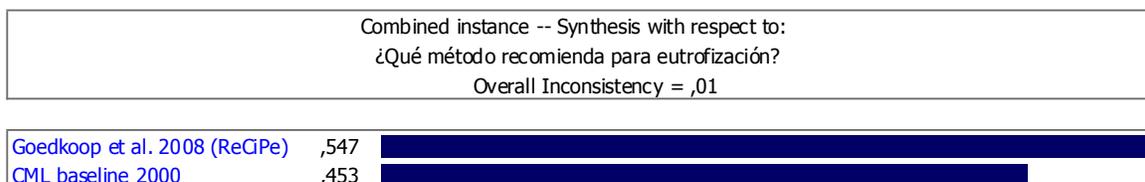
3) Disponibilidad



4) Ecotoxicidad en agua dulce



5) Eutrofización en agua dulce



Bibliografía AHP

- Fujita, S., Tamura, H. (2005). A multiagent decision support method for selecting way to dispose kitchen garbage, ISAHP 2005.
- Heo, Y. (2002). Methodology for prioritizing DfE Strategies based o LCA and AHP, Master Thesis, Department of Environmental Engineering, Graduate School of Ajou University, Korea.
- Ni, J., Wei, H. y Liu, Y. (2002). Life cycle analysis of sanitary landfill and incineration of municipal solid waste, Non Ferrous Society of China, 1003 - 6326 (2002) 03 - 0545 – 04.
- Pineda, R. y Culaba, A. (2007). Developing an Expert System for GP implementation, Asian Productivity Organization, 2007.
- Satty, T. (1994). Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process, RWS.
- Shoenoung, J. (2009). Green Electronics LCA, Symposium: The Greening of Electronics in a Global Economy.
- Shoou-Yuh, C. y Bindiganaville K. (2005). LCA and Multicriteria Evaluation of Solid Waste Recycling, Environmental Informatics Archives, Volume 3 (2005), 118 – 129.
- Swarr, T., Hunkeler, D. y Margni, M. (2005). Moving from Life Cycle Analysis to LifeCycle Action, 2005.
- Reisdorph, D. (2008). LCA in Business Decision Support Systems, Calculating Consequences Beyond the Box. American Center for Life Cycle Assessment.

Anexo 5. Propuesta de estructura de informe detallado para los estudios de huella de agua

A continuación, se muestra una propuesta de estructura de informe para los estudios de huella de agua en América Latina. La propuesta se basa en lo establecido en los informes completos de acuerdo con ISO 14046 (sección 6 de la norma), desarrollados en el marco del proyecto SuizAgua Andina, con algunas modificaciones.

- Portada
- Datos de contacto
- Información del proyecto
- Resumen ejecutivo
 - Objetivo y alcance
 - Productos y definición del sistema
 - Resultados generales
 - Análisis de sensibilidad
 - Conclusiones y comentarios finales
- Abreviaturas y acrónimos
- Definiciones
- Introducción
 - Descripción general de análisis de ciclo de vida y huella de agua
 - Contexto y antecedentes
- Objetivos y alcance
 - Objetivos y aplicación prevista
 - Descripción general
 - Función del sistema y unidad funcional
 - Límites del sistema
 - Asignaciones
 - Datos de inventario
 - Principales datos y suposiciones
 - Evaluación del impacto de la huella de agua
 - Análisis de calidad de los datos
 - Análisis de sensibilidad
 - Revisión crítica
- Análisis del inventario de la huella de agua
 - Balance hídrico directo
 - Agua consumida directa
 - Agua consumida indirecta
 - Inventario de la huella de agua
- Evaluación del impacto de la huella de agua
 - Categorías de impacto y métodos de evaluación del impacto
 - Discusión
 - Impacto en escasez
 - Impactos potenciales en salud humana y calidad de los ecosistemas
 - Verificación del análisis de integridad y coherencia
 - Análisis de sensibilidad
 - Análisis de incertidumbre
 - Limitaciones del estudio
- Conclusiones y recomendaciones
- Referencias
- Anexos

Anexo 6. Certificación para medidores de caudal y mediciones de calidad de agua

País	Detalles sobre certificación
Argentina 	<p>Para contar con un medidor de flujo calibrado, es necesario contar con un laboratorio de calibraciones y existe una norma que establece los requisitos que debe cumplir un laboratorio para que se lo considere competente, que es la norma ISO 17025. Esto queda garantizado cuando el mismo recibe una evaluación de tercera parte independiente y se acredita su cumplimiento, como por ejemplo en el Organismo Argentino de Acreditación (OAA) www.oaa.org.ar o en el INTI (http://www.inti.gob.ar) que supervisa a los laboratorios que forman la red del Servicio Argentino de Calibración y Medición (SAC).</p>
Bolivia 	<p>El organismo que realiza la medición del caudal de ríos en Bolivia es el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), dependiente del ministerio de medio ambiente y agua.</p> <p>Por otra parte, la instancia encargada de acreditar las mediciones es el Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO) del Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, el cual tiene a su cargo la administración de los servicios de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad y es el único organismo competente con potestad para emitir las acreditaciones a nivel nacional, en las áreas de laboratorios de ensayo y calibración, organismos de inspección, organismos de certificación y acreditación de servicios especiales. http://www.ibmetro.gob.bo/web/acreditacion</p> <p>IBMETRO cuenta con un servicio de calibración de medidores de agua potable: http://www.ibmetro.gob.bo/web/lab_flujo</p>
Brasil 	<p>La agencia nacional de agua ANA (www.ana.gov.br) establece que los organismos que llevan a cabo medidores de caudal deben utilizar equipos o instrumentos calibrados.</p> <p>El Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO) es el organismo que acredita laboratorios de calibración para operar en Brasil. El siguiente enlace proporciona información sobre los laboratorios de calibración acreditados de Brasil: www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/</p> <p>Los medidores de caudal certificados deben tener un documento de calibración emitido por un laboratorio certificado por el INMETRO. En el documento, un sello oficial certifica que el laboratorio obedece las directrices de la norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005. En el sitio http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rbc/consulta_servico.asp se pueden consultar los organismos certificados. Para obtener una acreditación, el laboratorio debe abrir un proceso de acreditación por el CGCRE (Coordinación General de Acreditación de INMETRO) - (http://inmetro.gov.br/credenciamento/sobre_lab.asp)</p> <p>El Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO) es el mismo organismo que acredita laboratorios de medición de calidad de agua. En el sitio http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/ puede consultar los laboratorios analíticos acreditados.</p>
Chile 	<p>En Chile el Instituto Nacional de Normalización (INN) es el organismo responsable a su vez de la acreditación a los laboratorios de calibración en medidores de flujo (http://www.inn.cl/como-acreditarse#dg).</p> <p>El mismo INN es el encargado de certificar los laboratorios que realizan mediciones de calidad de agua.</p>
Colombia 	<p>El Organismo Nacional de Acreditación de Colombia ONAC acredita laboratorios medidores de agua. El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM acredita laboratorios de evaluación de calidad del agua. Ambas entidades publican la lista de entidades autorizadas actualizada.</p>

<p>Costa Rica</p> 	<p>El Ente Costarricense de Acreditación (ECA) acredita laboratorios de calibración que miden el flujo de agua trasegado a los consumidores; laboratorios que monitorean mediante pruebas la potabilidad del agua con base en el reglamento 38924-S y el vertido de aguas residuales al medio ambiente con base en el reglamento 33601.</p> <p>Además, acredita la inspección sanitaria ordinaria de los acueductos, plantas potabilizadoras y playas.</p> <p>Para mayor información consultar la página de ECA: http://www.eca.or.cr/</p>
<p>Cuba</p> 	<p>El órgano de evaluación para la certificación de los medidores de agua es el Instituto de Investigaciones en Metrología (INIMET) el cual actuará como órgano central de evaluación y los Centros Territoriales de Metrología pertenecientes a la Oficina Nacional de Normalización (en lo adelante ONN).</p> <p>Los órganos de evaluación y los laboratorios de ensayo cumplirán los requisitos establecidos en las NC ISO 9000 sobre Gestión y Aseguramiento de la Calidad y la NC ISO/IEC 17025 sobre los “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo”.</p> <p>Existe un sello oficial y se adquiere cuando se solicita la evaluación y aprobación de los medidores según el procedimiento establecido por la ONN.</p> <p>En Cuba el organismo que está acreditado para hacer certificaciones de laboratorios de medición de calidad de agua es el Órgano Nacional de Acreditación de la República de Cuba (ONARC). http://www.onarc.cubaindustria.cu</p> <p>Las Normas utilizadas son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios de Ensayos (ISO/IEC 17025) • Laboratorios de Calibración (ISO/IEC 17025)
<p>Ecuador</p> 	<p>En Ecuador las instancias que utilizan medidores de consumo de agua son las empresas de agua potable de las municipalidades (cada ciudad un municipio), la entidad que concede la autorización de aprovechamiento y usos del agua a los municipios a través de las empresas de agua potable (en el caso de existir) es el ente rector: la Secretaría del Agua (SENAGUA). Estas empresas cumplen procesos propios para adquirir y operar los medidores de consumo de agua.</p> <p>No existe un sello oficial para medidores.</p> <p>El servicio de acreditación ecuatoriano certifica a los laboratorios de calidad de agua http://www.acreditacion.gob.ec/</p>
<p>Guatemala</p> 	<p>La Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA) a través del Sistema Nacional de la Calidad es la encargada de acreditar organismos que certifican medidores de caudal.</p> <p>No existe un sello oficial para medidores.</p> <p>La OGA también es la encargada de acreditar a los laboratorios de medición de calidad de agua y cuenta con un listado: http://www.oga.org.gt/organismos-acreditados/</p>
<p>Honduras</p> 	<p>No existen en este momento laboratorios que calibren localmente los medidores.</p> <p>No existe un sello oficial para medidores.</p> <p>El organismo acreditador es el OHA – Organismo Hondureño de Acreditación, que es parte del sistema nacional de calidad y que además incluye al Centro Hondureño de Metrología (CEHM).</p> <p>La lista de laboratorios y la información la pueden encontrar en: http://hondurascalidad.org/</p>

<p>México</p> 	<p>Para verificar calibración de medidores de caudal, existen diversos organismos que la llevan a cabo y una vez que han pasado las pruebas correspondientes, es la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO) la encargada de otorgar el uso de su sello.</p> <p>En México se cuenta con la acreditación de laboratorios de calibración con alcances en el área de flujo de líquidos.</p> <p>Al día de hoy se tienen 15 laboratorios acreditados en esta área, para mayor información consultar: http://200.57.73.228:75/directorio_lc/Principal.aspx</p> <p>En este vínculo se muestra su ubicación, así como el número de signatarios e incertidumbre que manejan, con respecto al uso del sello de PROFECO, colocado por una unidad de verificación a su vez acreditada en la NOM-012-SCFI-1994 usado cuando está implicada una transacción comercial del recurso.</p>
<p>Panamá</p> 	<p>El Consejo Nacional de Acreditación (CNA) es el Organismo Nacional de Acreditación de la República de Panamá. Tiene como función acreditar laboratorios de ensayos, laboratorios de calibración, organismos de certificación y organismos de inspección. Actualmente hay nueve laboratorios de ensayo certificados. Más información: http://www.cna.gob.pa/acreditaciones/12/laboratorios-de-ensayo</p> <p>El laboratorio de Calidad Ambiental del Ministerio de Ambiente es el encargado de verificar la calidad del agua ante situaciones de contaminación ambiental, así como el cumplimiento de las normas y límites máximos permisibles.</p>
<p>Paraguay</p> 	<p>La evaluación de caudales es realizada por la Secretaría de Ambiente (SEAM)</p>
<p>Perú</p> 	<p>El Instituto Nacional de Calidad, INACAL, a través del Servicio Nacional de Metrología (SNM), otorga el certificado de conformidad-Aprobación de modelo de Medidor. http://www.inacal.gob.pe/principal/categoria/ldc.</p> <p>El procedimiento consiste a grandes rasgos en la presentación de una solicitud a la Dirección de Metrología del INACAL. Se cuenta con un modelo de solicitud que incluye requisitos, documentación, cantidad de muestras que se deben presentar y la factura de pago correspondiente. Posteriormente, se realiza la entrega de documentos y requisitos y comienza la evaluación por parte del INACAL. Concluidas las pruebas de evaluación del modelo de manera satisfactoria se emite el Certificado de Aprobación de Modelo, el cual tiene una validez de 10 años. Los certificados son publicados en el portal del INACAL.</p> <p>El Instituto Nacional de Calidad, INACAL, así mismo, es el organismo que en ejercicio de sus facultades que le confieren la Ley N° 30224 y el Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, reconoce la competencia técnica de los Laboratorios de Ensayo Sobre INACAL. http://www.inacal.gob.pe/principal/categoria/acerca-de-inacal</p> <p>El INACAL cuenta con un directorio de laboratorios acreditados.</p> <p>http://www.inacal.gob.pe/inacal/files/acreditacion/LE/Directorio%20de%20Acreditados/Rev_449_Directorio_LE_Acreditados_11_Marzo_2016.pdf</p>
<p>Uruguay</p> 	<p>En Uruguay la medición de calidad de agua está coordinada por la Red de Laboratorios Ambientales (https://www.dinama.gub.uy/rlau/) bajo la Dirección Nacional de Medio Ambiente.</p> <p>La medición oficial de caudales es realizada por la Dirección Nacional de Hidrografía. (http://www.mtop.gub.uy/hidrografia/sobre-hidrografia)</p> <p>La calibración de instrumentos de medición (por ejemplo, caudalímetros) es certificada por el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). http://www.latu.org.uy/</p>