



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“HUELLA HÍDRICA GENERADA POR EL SECTOR
DOMÉSTICO, COMERCIAL, INDUSTRIAL Y ESTATAL”

Trabajo de Investigación para optar el grado de:
BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Presentado por:

Dominique Nicolle Otiniano Buendia (0000-0001-
7057-4470)

Asesor:

Abilio Ernesto Solorzano Carrión (0000-0002-9937-9772)

Lima – Perú

2019



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°230-2020-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 16 de noviembre de 2020

VISTO:

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: **HUELLA HIDRICA GENERADA POR EL SECTOR DOMESTICO, COMERCIAL, INDUSTRIAL Y ESTATAL**, presentado por:

- **Dominique Nicolle Otiniano Buendia**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller de **Ingeniería Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: **HUELLA HIDRICA GENERADA POR EL SECTOR DOMESTICO, COMERCIAL, INDUSTRIAL Y ESTATAL** con N° de registro de la carrera: **068-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **Abilio Ernesto Solórzano Carrión** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,

Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico de Carrera
Ingeniería Ambiental

HUELLA HIDRICA GENERADA POR EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL,
INDUSTRIAL Y ESTATAL

Dominique Otiniano Buendía, Abilio Solorzano

Facultad de Ciencias Ambientales, UCSUR, Lima

100026169@ucientifica.edu.pe

I. ABSTRACT

The present investigation is based on presenting the general aspects of the Water Footprint, including its components and the methodology by which this management instrument is calculated. In summary, the Water footprint is an indicator used to measure the volume of water that is being consumed and in which proportion is contaminated. In that way, four sectors are being taken in consideration: domestic, industrial, commercial and state sectors. From these, you can find the components of green, blue and gray water footprint, through their respective formulation proposed in The Assessment Manual of Water Footprint Network (WFN) . After finding the results of the water footprints, strategies can be proposed to improve water policy, to carry out a sustainable development between society and the water resource. Since countries like Spain, Colombia, India and Mexico are beginning to show studies that perform the calculations of the water footprint to anthropic activities to determine what measures can be used to save water consumption. Likewise, in Peru, municipalities and organizations have begun to worry more about the water issue, since water scarcity is a problem, and they have begun to incorporate into their management policies measures to conserve and mitigate water.

Keywords:

Water footprint, indicator, hydric resource, strategies, management

II. RESUMEN

La presente investigación, se basa en presentar los aspectos generales de la Huella Hídrica, sus componentes y la metodología por la cual se calcula este instrumento de gestión. De manera más resumida, la huella hídrica es un indicador que mide el volumen del agua que está siendo consumida y contaminada. Y, en este caso los cuatro sectores que se toman en cuenta son los sectores domésticos, industrial, comercial y estatal. A partir de estos sectores, se puede hallar los componentes de la huella hídrica verde, azul y gris, mediante sus respectivas formulas propuestas en el Manual Estandarizada Water Footprint Network. Tras hallarse los resultados de las huellas hídricas se podrá plantear estrategias que mejoren la política del agua, para realizar un desarrollo sostenible entre la sociedad y el recurso hídrico. Ya que en países como España, Colombia, la India y México se comienza a evidenciar estudios que realizan los cálculos de la huella hídrica a las actividades antrópicas para determinar qué medidas se pueden emplear ahorrar el consumo del agua. Asimismo, en Perú los municipios y organizaciones se han comenzado a preocupar más por el tema del agua, ya que es una problemática la escasez hídrica, y han comenzado a incorporar a sus políticas de gestión medidas para conservar y mitigar el agua.

Palabras clave:

Huella hídrica, indicador, recurso hídrico, estrategias, gestión

III. REVISIÓN TEÓRICA

El planeta tierra se encuentra conformado aproximadamente por un 75% de H₂O, pero tan solo el 1% es de consumo para el desarrollo de la vida humana, lo cual genera una limitación con respecto al recurso del agua (Arévalo, Lozano & Sabogal, 2012), sumado con el incremento de la población que ocasiona un mayor empleo de los recursos que existe en la tierra, generando un gran impacto negativo en el agua (Corredor Camargo et al., 2017), ya que el agua es fuente esencial para el desarrollo de las grandes ciudades que albergan a toda una población (Martínez Mamani et al., 2016).

Las actividades que realizan los sectores usuarios doméstico, comercial, industrial y estatal se dan en las ciudades, ya que están tienen una gran extensión y generan una mayor demanda sobre los servicios ecosistémicos que provee el ambiente causando a su vez grandes cambios climáticos (Castro, Salas, Garcia, & Velasquez, 2015). Sobreexplotando los servicios ecosistémicos que brinda el agua se ha generado una consecuencia crítica en este recurso haciéndolo limitado. (Sotelo N. y María Sotelo P., 2018).

Debido a las altas demandas del agua que la población exige, los gobiernos buscan satisfacer las necesidades de los usuarios de agua incrementando los suministros de esta, sin considerar medidas de ahorro de este recurso, de esta manera se satisface las necesidades de los usuarios sin objetar el volumen que está siendo utilizado para cumplir las demandas del agua (Hoekstra & Mekonnen, 2011).

La demanda de agua genera sobreexplotación y a su vez escases de este recurso, por lo tanto, al notar la creciente escases que se da en todo el mundo, algunos gobiernos y organizaciones han comenzado a buscar nuevas estrategias de gestión, introduciendo instrumentos a su plan de acción para hacer empleo de manera eficiente del agua, minimizando el consumo de los usuarios de este recurso natural (CADIS et al., 2016). Las

actividades que realiza la población esta ligada a la contaminación de los recursos naturales, debido a esto, se necesita controlarlas y mitigarlas con el fin de ser mucho más sostenibles, y para eso era necesario un instrumento de gestión que no solo mida el volumen de agua empleada para las actividades, sino que proponga estrategias para su uso adecuado y para la protección del recurso hídrico (Castillo Rodríguez et al., 2018). Para darle una solución a las organizaciones y gobiernos de implementar un nuevo plan de acción con el recurso hídrico, Hoekstra et al. (2011), introduce el término de Huella Hídrica, como un indicador que mide el volumen de agua consumido para los sectores usuarios del agua y plantea soluciones de sostenibilidad en relación con el agua y a sus bienes asociados.

A partir del instrumento de huella hídrica, las organizaciones y gobiernos han buscado modernizar sus técnicas y metodologías, mediante estrategias de gestión del recurso hídrico, para que las actividades que realizan no consuman un alto volumen de agua (Delgado-garcía & Manuel, 2015). Asimismo, este instrumento de gestión llamado Huella hídrica es considerado como un indicador que mediante metodologías propuestas por Hoekstra(2011) mediante el Manual estandarizado de Water Footprint Network, busca informar de manera eficaz que medidas podrían implementar los gobiernos e instituciones para reducir el consumo y empleo del agua(Cardona & Ochoa, 2013).

La huella hídrica es una herramienta que calcula el volumen de agua que se consume para realizar las actividades antrópicas que vienen a ser actividades domésticas, comerciales, industriales, estatales y agrónomas; y también mide el volumen que estas actividades contaminan a la fuente hídrica que las abastece (Antonelli & Greco, 2015). Al identificarlas actividades antrópicas que generan más impacto en el recurso hídrico propone medidas para reducir las consecuencias que causan al agua(Castilla Rodríguez, Castro Chaparro, Gutiérrez Malaxechebarría, & Aldana Gavía, 2018), analizando el

vinculo entre las actividades que realiza el hombre con las fuentes de agua(García Fernández & Cantero Corrales, 2007). La Huella hídrica, al ser un instrumento de gestión, genera propuestas sustentables para usar el agua de manera mas eficiente, potenciando el uso del agua en los procesos y actividades que involucren consumir el agua (Fulton, Norton & Shilling, 2019).Asimismo este intrumeto, proporciona estrategias de gestion que son responsables con la sociedad y con el medio ambiente, realizando un valoracion al agua.(Sotelo Pérez, 2015).

Para analizar la huella hídrica, se propone 4 fases en la metodología de Water Footprint Network, en la cual tiene por estableces las metas y alcances, contabilizar la huella hídrica, estimación de la sustentabilidad y la planeación de una estrategia (Hoekstra et al., 2011). También, en el manual, se específicas que formulas se tiene que realizar para hallar correctamente los componentes de la huella hídrica y sus sectores los cuales abarca, ya sea sector doméstico, industrial, comercial o estatal (David, 2019). Este manual también proporciona herramientas que ayudan a plantear estrategias de gestión evaluando los sectores usuarios y de qué manera impactan al recurso hídrico.

Existen tres componentes que tiene la Huella Hídrica, los cuales son huella hídrica verde, huella hídrica azul y huella hídrica gris, estos componentes están relacionados con las actividades antrópicas que impactan en cada tipo de agua, ya se agua azul, agua verde y agua gris(Arévalo et al., 2012). Para el caso de la huella hídrica verde, es el volumen de agua verde que es acumulada en las plantas midiendo el volumen precipitado o la evapotranspiración (Tume & Muñoz, 2012), para la huella hídrica azul se habla sobre los cuerpos de agua azul superficiales y subterráneas; y la huella hídrica gris abarcan los parámetros de la calidad de agua tratada(Mubako, 2018). Mediante estos componentes de la huella hídrica, se ha comenzado a reformar la política del agua en base a los suministros, a

su repartición y a su distribución, progresando la gestión hídrica (Hoekstra, Chapagain, & Oel, 2019).

La huella hídrica verde, esta relacionada con el color del agua verde que es la que se encuentra absorbida por la vegetación y el suelo (Aldaya M. et al., 2008) y es estudiada para conserva el agua y los alimentos (Röckstrom et al., 2007). Este color de agua se determina en estudios agroforestales. Para poder hallar el agua verde, es necesario tener el número de áreas verdes del lugar de estudio, y para esto se usa la metodología de la teledetección de áreas verdes, utilizando las imágenes satelitales, lo que permite clasificarlas en áreas verdes supervisadas o no supervisadas para una mejor representación (Acuña & San Gil, 2005).y por último se tendrá que calcular la precipitación, evaporación y evapotranspiración que se encuentra en la flora(Tume & Muñoz, 2012). Y mediante el software CROPWAT 8.0, se podrán sistematizar los datos meteorológicos necesarios para hallar la precipitación efectiva (Hoekstra et al., 2011).

La huella hídrica azul esta relacionada con el agua dulce que existe en el mundo, por eso se le atribuye el concepto de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Es uno de los componentes de la huella hídrica más estudiado, ya que estas fuentes de agua son las que más se utilizan para el consumo y uso en las actividades antrópicas que se realizan a diario, y se ha visto perjudicado debido a la reducción del agua dulce (Gerbens-Leenes et al., 2013) Para determinar la huella hídrica gris, se debe hallar el volumen de agua que es contaminada debido a las descargas que se hacen en las fuentes de abastecimientos en toda la cadena de suministros (Rivas et al., 2017). También se tiene que considerar el parámetro mas contaminante para el calculo del agua gris, y este parámetro es la demanda química de oxígeno, ya que esta relacionado con la materia orgánica que se puede encontrar en el agua (Zambrano et al., 2018). El resultado de la huella hídrica gris puede ser negativo o positivo, y se deberá comparar con los Estándares de Calidad Ambiental. Cuando el resultado es

positivo se debe considerar que no necesariamente tenga que haber contaminación hídrica, sino que una pequeña porción de una fuente de agua natural para asimilar las sustancias ya ha sido utilizada. El problema de contaminación se genera si el contaminante supera la capacidad natural de asimilar las sustancias de la fuente de agua (AQUAFONDO, 2017).

La Huella hídrica tiene dos variantes, la huella hídrica directa y la indirecta. La huella hídrica indirecta, evalúa los tres componentes del instrumento de gestión, midiendo la cantidad de agua que se incorpora o contamina en todo el desarrollo de una producción (Huella de ciudades, 2015). Y la huella hídrica directa mide el volumen de agua que se usa, y la cantidad de agua contaminada en un tiempo determinado para los sectores usuarios a evaluar, como son el sector doméstico, industrial, comercial y estatal (David, 2018).

Otro de los componentes que tiene la Huella Hídrica, es el agua virtual que se calcula como parte de este instrumento de gestión. El agua virtual es el volumen de agua que se necesita para la producción de un alimento (Allan, 1993). El comercio global es medible mediante diversos productos, debido a esta definición, y esta agua dulce se tiene que considerar como un recurso global (Vörösmarty et al., 2015). También funciona como instrumento de gestión para plantear estrategias asegurando la alimentación y el agua para a nivel nacional y global (de Fraiture et al., 2004).

Luego de determinar la huella hídrica, es necesario realizar un análisis de la sostenibilidad social y ambiental. La sostenibilidad ambiental considera si el agua consumida se encuentra en condiciones óptimas y al compararla con los estándares de calidad ambiental para agua no sobrepase los límites indicados. Para determinar los recursos hídricos empleados son sostenibles socialmente, se analizará el volumen de agua facturada de agua doméstica, y el volumen mínimo empleado para la producción de alimentos; esta medida se toma para asegurar los recursos hídricos (Hoekstra A. Y., Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011)

Por medio de un estudio realizado al país de la India, se analizó el ahorro nacional de agua mediante la importación de productos agrícolas y ganaderos, para esto se determinó que los productos que consumen una gran cantidad de agua son los de cultivo, y a este le siguen los productos industriales. También se halló que los productos ganaderos consumen una menor cantidad de agua; concluyéndose así, que los recursos de la India se encuentran bajo presión y son insostenibles, debido a la demanda alta del agua (Brindha, 2018).

Un estudio en el cual se le determinó la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros, en la ciudad de México, se halló que el forraje ocupó el 45% de la superficie total agrícola, utilizando el 94.7% del agua subterránea. Para este estudio se tomaron en cuenta los indicadores de productividad y eficiencia, y a través de modelos matemáticos se halló el resultado. Y se concluyó que la producción de estos cultivos forrajeros resultó altamente eficiente y productiva (Rios J., 2014).

En la ciudad de Bogotá-Colombia, se determinó la huella hídrica para el 2014, teniendo en cuenta los sectores usuarios doméstico, industria, residuos sólidos y agrícola; y se concluyó que para el sector agrícola existe una huella hídrica alta con respecto a los otros sectores (Castilla Rodríguez et al., 2018).

En España, se calculó la huella hídrica de una sus comunidades, y se encontró un valor bajo de Huella hídrica, debido a que los usos intensificados del agua funcionan de manera eficaz maximizando su utilidad y costos. Sin embargo, aun existe un problema con respecto a la agricultura, ya que esta actividad viene siendo sobreexplotada para satisfacer los servicios alimentarios de la población (Tolón, Lastra, & Fernández-Membrive, 2013).

Asimismo, para México se calculó la huella hídrica, y se tuvo por resultados que este país se encuentra dentro de los 20 países con un alto consumo de agua, considerando al sector

agrícola como el de mayor uso hídrico requiere para su desarrollo(Morales-Virgen, R.; Pliego-Collins, C. P.; Langle-Flores, 2012).

Para el caso del Perú, se tiene que este país contiene casi el 95% de los glaciares a nivel mundial, esto se debe a extensa cordillera de los Andes, pero estos glaciares vienen sufriendo un proceso de retroceso debido al cambio climático(Rendón, 2015). A pesar, que el Perú cuente con 3 fuentes de agua que son las vertientes hidrográficas, este país presenta una gran problemática de ordenamiento territorial, debido a la mala ubicación demográfica de la población nacional, teniendo a casi el 98% de la población ubicada en una zona árida, y el abastecimiento del agua es solo del 1% para toda esa población (Conyngam et al., 2015).

Y en la capital del Perú, Lima, tiene aproximadamente un 31 % de población total de país, generando estrés hídrica y escases de agua, ya que las demandas por el recurso hídrico se han incrementado con el paso del tiempo; y los gobiernos en su obligación de atender las necesidad básicas de la población descuida el recurso hídrico, por lo tanto, se debe calcular la huella hídrica de los gobiernos nacionales y locales(Tume & Muñoz, 2012), proponiendo una eficaz gestión del agua(Aldaya et al., 2019).

Dentro del marco legal nacional peruano, la Autoridad Nacional del Agua, es el organismo encargado en supervisar, administrar, fiscalizar y otorgar licencias de uso y vertimiento a los usuarios del agua. Y la compañía SEDAPAL es la encargada del suministro, distribución y tratamiento del agua, y toma en cuenta 4 sectores para realizar la facturación del agua(SEDAPAL, 2016).

IV. CONCLUSIONES

Lo que permite estimar la huella hídrica es la cantidad que se requiere para realizar las actividades antrópicas de hoy en día, y si el volumen que se consume es desmedido y contaminado, a manera de que no se pueda ahorrar el agua. Por ello, la huella hídrica plantea medidas de mitigación y reducción del consumo del recurso hídrico, para utilizarlo de manera más eficaz en los procesos de producción y consumo. Impulsando a los gobiernos y/o instituciones a incorporar este instrumento de gestión dentro de su política ambiental y social. Ya que, en muchas partes del mundo, se adopta este indicador y se incentiva la sostenibilidad del recurso hídrico para tener una responsabilidad social y ambiental con la población.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, E., & San Gil, J. (2005). *Clasificación No Supervisada de Bosque y Análisis Multitemporal sobre Imágenes de Satélite en el área de Influencia de la CAS a Escala 1:100.000*.
- Aldaya, M. M., Ramón, M., Garrido A., & Varela, V. (2008). Importancia del conocimiento de la Huella Hídrica para la política Española del Agua. Madrid, pp. 1-14.
- Aldaya, M. M., Custodio, E., Llamas, R., Fernández, M. F., García, J., & Ródenas, M. Á. planning at the basin scale: A review of water planning in the Segura River Basin. *Science of the Total Environment*, 662, 755–768. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.266>
- Allan, J.A., (1993). Fortunately, there are substitutes for water: Otherwise our hydropolitical futures would be impossible. In: *Priorities for Water Resources Allocation and Management*. ODA, London, pp. 13–26.
- Antonelli, M., & Greco, F. (2015). The water we eat: Combining virtual water and water footprints. *The Water We Eat: Combining Virtual Water and Water Footprints*, 1–256. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16393-2>
- Arévalo, D., Lozano, J., & Sabogal, J. (2012). Estudio nacional de Huella Hídrica Colombia Sector Agrícola. *Sostenibilidad tecnología y humanismo* 101–126.
- Brindha, K. (2019). National water saving through import of agriculture and livestock products: A case study from India. *Sustainable Production And Consumption*, 18, 63-71. doi: 10.1016/j.spc.2018.12.005
- CADIS, Embajada de Suiza en Colombia, COSUDE, , Martínez A., Chargoy J., Puerto M., Suppen N., R. D., & Autores contribuyentes: Alfaro S., Ayes D., Barrantes

- L., Carrasco L., Castro J., Charlón V., Civit B., Conza A., Díaz C., Díaz L., Farell C., Francke I., García A., Gmünder S., González M., Grisales C., Laura R., Lloret P., Monteiro R., Naranjo C., Papi, V. J. (2016). *Huella de Agua (ISO 14046) en América Latina Análisis y recomendaciones para una coherencia regional*. (Iso 14046), 90. Retrieved from <https://www.shareweb.ch/site/Suiz-Agua-Colombia/Documents/Huella Agua ISO 14046 America Latina.pdf>
- Cardona, C. M., & Ochoa, B. C. (2013). *La huella hídrica, un indicador de impacto en el uso del agua*. 20–25.
- Castilla Rodríguez, Á., Castro Chaparro, M., Gutiérrez Malaxechebarría, A. M., & Aldana Gaviria, C. (2018). Estimación sectorial de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá generada en el año 2014. *Revista UIS Ingenierías*, 17(2), 19–32. <https://doi.org/10.18273/revuin.v17n2-2018002>
- Castro, L., Salas, E., Garcia, R., & Velasquez, M. (2015). *Proyecto Huella de Ciudades*.
- Conyngam, S., Orr, S., Llerena, C. A., Mariluz, J. P., León-melgar, P., Duss, J., ANA (2015). *Sector agropecuario ÍNDICE*.
- Corredor-Camargo, E., Castro-Escobar, E., & Páez-Barón, E. (2017). Estimación de la huella hídrica para la producción de leche en Tunja, Boyacá. *Ciencia Y Agricultura*, 14(2), 7-17. doi: 10.19053/01228420.v14. n2.2017.7144
- David, A. L. E. (2019). *Evaluación de la Huella Hídrica Directa del distrito de Chorrillos como una herramienta de Gestión de Recursos Hídricos*.
- Delgado-garcía, S. M., & Manuel, J. (2015). La Huella Hídrica Como Una Estrategia De Educación Ambiental Enfocada a La Gestión Del Recurso Hídrico: Ejercicio Con Comunidades Rurales De Villavicencio. *Luna Azul*, (36), 70–77. <https://doi.org/10.17151/luaz.2013.36.6>

- de Fraiture, C., Cai, X., Amarasinghe, U., Rosegrant, M., Molden, D. (2004). Does international cereal trade save water? the impact of virtual water trade on global water use. *In: IWMI Research Reports. International Water Management Institute*, p. 32.
- Fulton, J., Norton, M., & Shilling F.(2019). Water-indexed benefits and impacts of California almonds. *Ecological Indicators*. 96.711-717.doi: 10.1016/j.ecolind.2017.12.063
- García Fernández, J. M., & Cantero Corrales, L. (2007). Indicadores globales para la evaluación del uso sostenible del recurso agua: Caso cubano. *Voluntad Hidráulica*, 99, 1–16.
- Gerbens-Leenes PW, Mekonnen MM, Hoekstra AY. 2013. The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems. *Water Resources and Industry*. 1–2: 25-36. Doi: 10.1016/j.wri.2013.03.001.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). The Water Footprint of Humanity. In *24th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). The Water Footprint Assessment Manual. In *24th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., & Oel, P. R. Van. (2019). *Progress in Water Footprint Assessment: Toward Collective Action in Water Governance*. *Water*. 11(5). 1070.doi:10.3390/w11051070
- Huellas de Ciudades. (2015). *Manual para la evaluación de la Huella Hídrica*. Huella de Ciudades.

- Martínez Mamian, C., Ruiz Erazo, X., & Morales Velasco, S. (2016). Huella Hídrica de una finca ganadera lechera bajo las condiciones agroecológicas del Valle Del Cauca. *Biotecnología En El Sector Agropecuario Y Agroindustrial*, 14(2), 47. doi: 10.18684/bsaa(14)47-56
- Morales-Virgen, R.; Pliego-Collins, C. P.; Langle-Flores, A. (2012). The Water Footprint of México in the context of North America. *Consultancy Report Elaborated by AgroDer S.C. and WWF Mexico.*, 46.
- Mubako, S. T. (2018). Blue, Green, and Grey Water Quantification Approaches: A Bibliometric and Literature Review. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 165(1), 4–19. <https://doi.org/10.1111/j.1936-704x.2018.03289.x>
- Rendón, E. (2015). La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú. *Revista de La Facultad de Ingeniería de La USIL*, 2(1), 32–47.
- Rivas G, Molina JM, Román MI, Casas JL. 2017. A corporate water footprint case study: The production of Gazpacho, a chilled vegetable soup. *Water Resources and Industry*. 17: 34–42. Doi: 10.1016/j.wri.2017.04.001.
- Rockstrom, J., Lannerstad, M., y Falkenmark, M. (2007) Assessing the water challenge of a new green revolution in developing countries. *PNAS* 104(15): 6253-6260.
- Sotelo Navalpotro, J. A., & Sotelo Pérez, M. (2018). Consumo de agua y «Huella Hídrica» de las ciudades españolas. *Estudios Geográficos*, 79(284), 115. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201805>
- Sotelo Pérez, M. (2015). Cuestiones de escala en el ámbito de la “Huella Hídrica”. *Observatorio Medioambiental*, 18(0), 9–37. https://doi.org/10.5209/rev_obmd.2015.v18.51284
- Vörösmarty, C.J., Hoekstra, A.Y., Bunn, S.E., Conway, D., Gupta, J. (2015). Fresh wáter goes global. *Science* 349 (6247), 478.

Tolón, A., Lastra, X. B., & Fernández-Membrive, V. J. (2013). Huella hídrica y sostenibilidad del uso de los recursos water footprint and sustainability of water resources use. *M+A. Revista Electrónica de Medio Ambiente*, 14, 56–86.

Tume, P., & Muñoz, E. (2012). *Cálculo de la huella hídrica en proceso de producción del chip*. (August)

Zambrano MA, Montenegro JP, Reyes H. 2018. Estimación de la huella hídrica asociada al proceso de beneficio bovino de la cadena cárnica en los frigoríficos Vijagual y Jongovito (Colombia). *Rev Med Vet Zoot.* 65(3): 235-251. Doi: 10.15446/rfmvz.v65n3.76462.