

EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN EL CORREGIMIENTO DE CHILIBRE GENERADA EN EL AÑO 2020¹

Tomás Díaz-Ríos

Universidad Marítima Internacional de Panamá. Panamá

Tdiazr10@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4484-8284>

Resumen

Todas las actividades que realiza el hombre en la Tierra indistintamente requieren de la existencia de agua. Sin embargo, el incremento y los hábitos de consumo de agua dejan en su recorrido una huella hídrica, relativamente insostenible. La huella hídrica ayudará a medir el volumen total de agua dulce involucrada en las actividades para producir los bienes y servicios. La evaluación de la huella hídrica permitirá analizar la relación de las actividades de los clientes que se abastecen de agua potable del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) durante el año 2020. Este estudio tiene como objetivo mostrar los patrones de consumo de los recursos hídricos, para mejorar los niveles de sostenibilidad de los recursos naturales. Se empleó la metodología propuesta por el Dr. Arjen Hoekstra adaptada a nuestro medio de un área geográficamente definida en el corregimiento de Chilibre; zona de mayor crecimiento poblacional en el distrito de Panamá. A través del indicador de la huella hídrica podremos observar la presión que ejerce el hombre en sus actividades donde el agua está involucrada. Se busca reflexionar los modelos de consumo y encaminar a la población hacia una cultura del agua sostenible.

Palabras clave: hombre, Tierra, agua, hábitos de consumo, huella hídrica.

Abstract

All the activities carried out by man on Earth, indiscriminately require the existence of water. However, the increase and the habits of water consumption leave in its path a water footprint, to some extent unsustainable. The water footprint will help measure the total volume of fresh water involved in activities to produce goods and services. The evaluation of the water footprint will allow the analysis between the relationship of the activities of the consumers that are supplied with drinking water and the National Aqueduct and Sewer Institute (IDAAN) during the year 2020. Thus, this study aims to show the consumption patterns of water resources to improve the

¹ Recibido 22/11/21 – Aprobado 21/4/22.

levels of sustainability of natural resources. Dr. Arjen Hoekstra methodology was used, and adapted to our environment from a geographically defined area in the village of Chilibre; area with the highest population growth in the district of Panama. Through the water footprint indicator, we can observe the pressure exerted by man in his activities where water is involved. This work seeks to reflect on consumption models and guide the population towards a sustainable water culture.

Keywords: man, Earth, water, consumption habits, water footprint.

Introducción

Sin lugar a duda, indistintamente del contexto donde se desenvuelva el hombre en la sociedad, es sumamente difícil, que desde el punto de vista ontológico, tanto la naturaleza, como los animales, plantas y personas puedan sobrevivir sin la existencia del agua; Martínez (2017, p.6) considera que el agua es “el elemento esencial para el crecimiento y consolidación de las sociedades y para conseguir un desarrollo sostenible”; es decir, el agua está involucrada de manera directa en todas las actividades realizadas por el hombre en un determinado territorio. Arellano y Peña (2020, p.28) señalan que “es evidente la baja cobertura los sistemas de agua potable en muchas ciudades del mundo”; por ende, se requiere prestarle la debida atención a la gestión y gobernanza de los recursos hídricos. Díaz-Ríos (2021^a, p.3) confirma al respecto que “el agua es el elemento más importante para la vida del ser humano, y los seres vivos en el planeta Tierra”; insumo para satisfacer las necesidades humanas.

El agua es un recurso y servicio que cada vez más cuenta con mayores interdependencias entre la energía y la alimentación; Seguí “*et al.*”, (2017, p.78) amplían al respecto señalando que “toda actividad personal o productiva requiere de agua”. Este nexo en su contexto incrementa los conflictos como la escasez o contaminación del agua que afecta a la población, los ecosistemas y sectores de la producción. Sotelo y Sotelo (2018, p.116) explican que “en este contexto, desde el punto de vista de la producción de espacios urbanos, se torna relevante el estudio de indicadores de sostenibilidad como la Huella Hídrica”. La huella del agua o huella hídrica es un indicador geográfico utilizado como herramienta para cuantificar el consumo de agua dulce; el cálculo de la huella hídrica ayudará obtener un valor de referencia de los hábitos del uso del agua, y fomentará una mejor gestión y gobernanza del agua.

A pesar del rico patrimonio hidrológico que cuenta la República de Panamá, Díaz-Ríos (2021b, p.167) señala que el “debate del agua no es la cantidad disponible del recurso hídrico, sino más bien, la voluntad estratégica de garantizar el acceso al agua y la sostenibilidad de las fuentes hídricas”. Los retos que enfrenta la zona de estudio del corregimiento de Chilibre es el crecimiento poblacional que ocasiona un

incremento significativo en la demanda de los recursos hídricos. Es el corregimiento con mayor crecimiento urbano es a lo largo del corredor Transístmico, y la zona Este del Canal de Panamá; y, muy cerca del Parque Nacional Chagres y el Parque Soberanía.

En esta área también, se localiza el Chagres, principal río del país, entre Chilibre y la provincia de Colón. Este afluente suministra el agua potable a las principales ciudades y para el funcionamiento del Canal. Gacimartín “et al.”, (2020, p.3) confirman que “una característica fundamental del sector agua en Panamá es el alto nivel de consumo directo por parte de la población: 507 litros por habitante por día, más de dos veces y media el promedio mundial, siendo el cuarto país en el mundo con mayor consumo humano de agua”, y coloca a nuestro país en el primero de Latinoamérica. Valderrama “et al.”, (2020, p.70) señalan que “conforme la población crece y las industrias manufactureras se desarrollan las necesidades de agua a nivel global aumentan”; es decir, siguiendo el actual ritmo de consumo de agua y la dinámica de la expansión urbana, ocasionará que existan necesidades de dotación de agua.

La influencia del hombre sobre los recursos naturales ocasiona problemas que afectan considerablemente el abastecimiento y suministro de agua; materia prima que sustenta nuestra economía. Camargo “et al.”, (2020, p.3) señalan que “a medida que se lleva a cabo la ocupación del territorio, la población va habitando espacios no aptos, exponiéndose, en algunos casos a situaciones de vulnerabilidad”, a causa de las amenazas naturales. Por otro lado, el cambio climático afecta de manera directa también, las condiciones sociales, económicas, políticas y ambientales. Con la intención de mantener un equilibrio de los ecosistemas; Ramírez (2018, p.235) afirma que, “la sostenibilidad ambiental y económica de un país, se fundamenta en el manejo de los recursos naturales que posee”; razón por la cual, se propone implementar los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) en el corregimiento de Chilibre.

Sin lugar a duda, desde el quehacer universitario la huella hídrica ayudará desde el punto de vista ambiental y socioeconómico, para poder implementar una gestión eficiente y sostenible de los recursos hídricos para el sustento de la vida, la salud de los habitantes, y reducir el consumo y optimización del agua. Por esta razón, es importante conocer que todo lo que consumimos, deja a su paso una huella de agua; empleado en el proceso de fabricación y el transporte. La huella hídrica ayuda a conocer el volumen total de agua dulce que consumimos. ¿Cuál es tú huella hídrica? En otras palabras, a mayor población se consume más agua; y mientras más consumimos productos, y más largo sea la cadena de fabricación, más procesado

esté y tenga más empaques, superior será la cantidad de agua utilizada para la elaboración del producto.

La huella hídrica está representada por el volumen total de agua, utilizada para producir los bienes y servicios consumidos por los habitantes. El indicador geográfico de la huella hídrica ayudará a mejorar la comprensión del uso y consumo de agua dulce. Hoekstra y Chapagain (2010, p.11) en su obra *Globalización del Agua*, refieren que “la huella hídrica es un instrumento útil para trazar un mapa del impacto del consumo humano sobre los recursos de agua dulce globales”, en las poblaciones y sectores de la economía. Además, “permite determinar no solo el nivel de eficiencia, sino también el impacto que se genera al medio ambiente” (Zárate, 2017, p.5) y poder de esta manera identificar las fortalezas y oportunidades para la sostenibilidad de los recursos hídricos. La huella hídrica resulta ser el volumen de agua utilizado por el hombre que se evapora, que se incorpora a un producto o servicio, que se traslada a otra cuenca o hacia el mar o que ya no está disponible para otro uso por haber superado su capacidad de asimilación.

La huella hídrica se expresa en colores, de acuerdo con el tipo de agua que se considere; el agua azul, el agua verde y el agua gris. El agua azul está relacionada con el uso consuntivo de agua dulce (el volumen de agua superficial y subterránea) evaporada o incorporada en un producto. El agua verde, que se refiere al consumo de agua almacenada en el suelo como humedad proveniente de la precipitación (Agua Verde), que se evapora, usualmente en la agricultura. Martínez (2017, p.10) señala que “la denominación de agua azul y verde fue introducida en 1995 por el profesor Marlín Falkenmark y hace referencia en el caso del agua verde, al flujo de retorno del agua de la atmósfera como consecuencia de la evapotranspiración”.

El agua verde es la relacionada con el agua de lluvia incorporada en el producto; esta agua irá a las cosechas y ayudará las siembras, pero el agua verde que cae en la vegetación silvestre y al ecosistema siempre y cuando la tala de árboles no la haga perder. El agua verde es el principal recurso para la agricultura; sin embargo, la técnica de riego es suplida por el agua azul. Esta agua queda oculta del ciclo hidrológico, y cambia de color dejando de ser parte de los recursos físicamente disponibles al transportarse el arroz, la res se lleva su porción de agua.

Posteriormente, Arjen Hoekstra en su estudio utiliza las denominaciones de agua azul y verde; incorpora el concepto de agua gris. Hoekstra y Chapagain (2010, p.133) comentan que “la huella hídrica gris también merece atención, ya que la contaminación es una elección, no una necesidad”. El Profesor Arjen Hoekstra incorporó el agua azul (huella azul) agua verde (huella verde) y agua gris (huella gris) como resultado de la huella hídrica; consideró el cálculo de toda el agua

utilizada en la cadena de suministro de un producto. La huella hídrica es parte del conjunto de las huellas ambientales; su aplicación ayuda a entender las elecciones de producción y consumo y su afectación a los recursos naturales y el medioambiente. El agua gris, es el volumen de agua contaminada por la producción de los bienes y servicios; esta propuesta, pretende incorporar la regeneración de las aguas gris a una segunda vida aplicando la Circularidad del Agua como un modelo de gestión sostenible.

El cálculo de la huella hídrica se sustenta en una metodología que promueve y apoya el uso sostenible del agua a través de la información sobre el consumo y la contaminación del agua y la disponibilidad del recurso. La metodología fue propuesta por el Dr. Arjen Hoekstra en el 2011, y propuesta en varios manuales de la Water Footprint Network, producto de las investigaciones y la divulgación en la Red Internacional de la Huella Hídrica.

La metodología de Hoekstra será adaptada a nuestro medio y realidad; y las contribuciones de la Red Internacional de la Huella Hídrica. La Huella Hídrica se mide en metros cúbicos (m³). Los ajustes al método diseñado por Hoekstra serán adecuados a los datos disponibles para realizar de esta manera un análisis más detallado y preciso de los aspectos generales de la demanda y consumo del agua potable de la huella hídrica dentro del área geográficamente definida en el corregimiento de Chilibre. La principal referencia estadística se han empleados la base de datos del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN).

El corregimiento de Chilibre tiene una superficie de 924.0 km², y según la estimación y la proyección de la población para el 2020 es de 83, 877 de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) de la Contraloría General de la República de Panamá.

El IDAAN como institución administrativa y de servicios brindará información para cuantificar la huella hídrica de consumidores y procesos. Los procesos antrópicos y su relación con el agua están vinculados con la agricultura, ganadería, urbanización, industria, consumo residencial y otros usos. Su expresión será representada en términos de metros cúbicos de agua consumida por habitante y año (m³/hab/año). De esta manera, la huella hídrica interna podrá mostrar la presión del recurso hídrico sobre el medioambiente utilizado para producir los bienes y servicios en el corregimiento de Chilibre.

Metodología

Esta investigación se enmarca en el paradigma cuantitativo-cualitativo y es de tipo descriptiva– documental correlacional, no experimental con el propósito de recolectar, medir y analizar los datos e información estadística relacionada al indicador geográfico de la huella hídrica. Este artículo representa parte de la discusión planteada en la investigación de la tesis doctoral titulada “La Huella Hídrica; indicador para aplicar la Circularidad del Agua: modelo de gestión sostenible para Panamá”; y tiene el propósito de observar la variable de la huella hídrica en el corregimiento de Chilibre durante el año 2020.

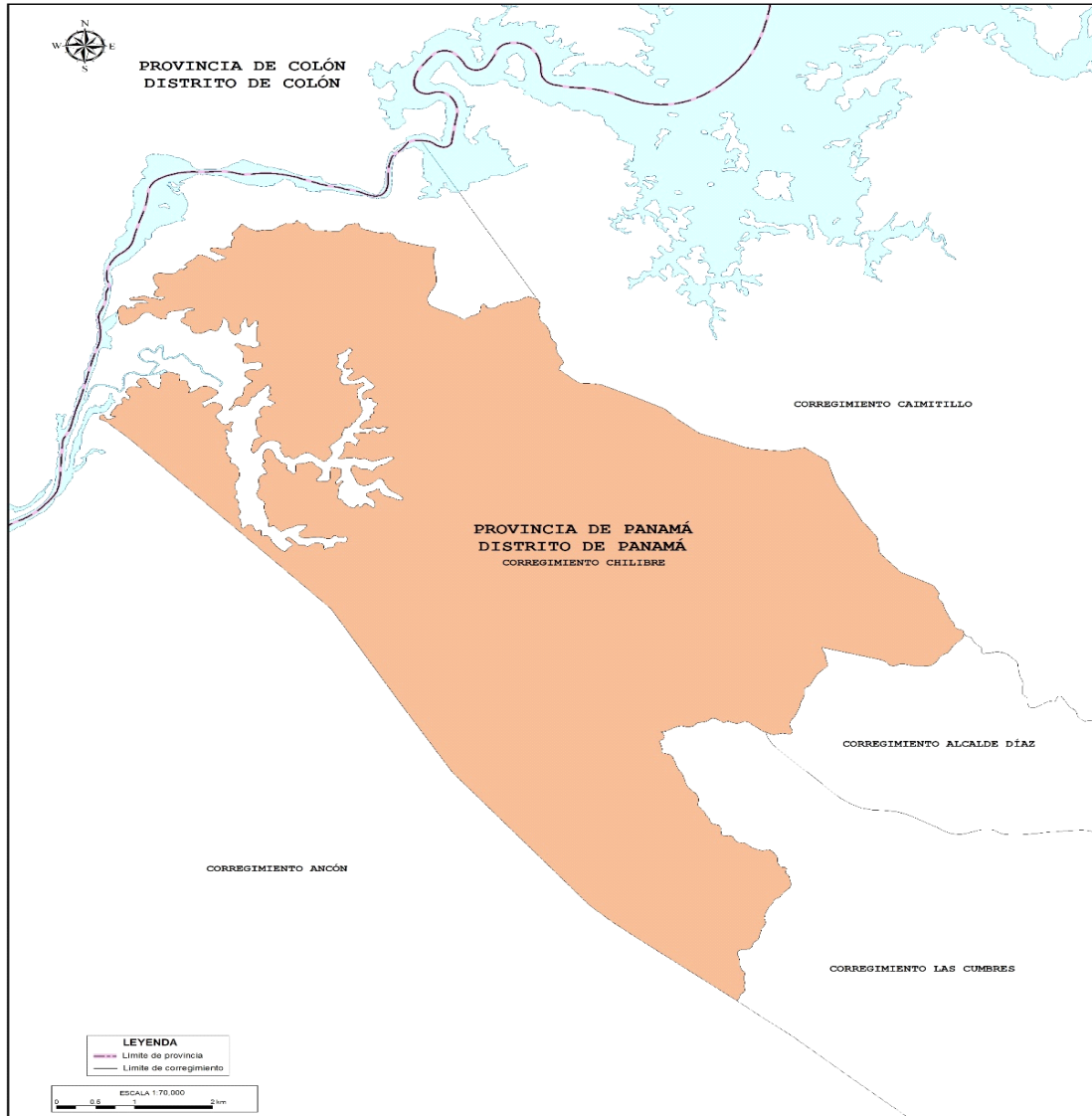
La metodología empleada para la Huella Hídrica en el corregimiento de Chilibre está fundamentada en la propuesta del teórico Arjen Hoekstra de la UNESCO, y desarrollada posteriormente en la Universidad de Twente, descrita en los manuales de la Water Footprint Network. Para el empleo y uso de este indicador se adaptó el método con el propósito de generar una propuesta en la gestión y gobernanza de los recursos hídricos para Panamá.

Este cálculo se ha adecuado a la disponibilidad de los datos suministrados por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) para realizar una evaluación más precisa de la huella hídrica dentro de un área geográficamente definida, donde se incluyen los diferentes sectores: comerciales, entidad autónoma, entidad de gobierno, clientes industriales y el sector residencial, subdividido en residencia especial, residencia interior-urbano, residencia Panamá-Colón.

Resultados

El análisis y tratamiento estadístico basado en la información suministrada por la Dirección de Planificación del IDAAN en el corregimiento de Chilibre.

Mapa 1. Límites del Corregimiento de Chilibre



Fuente: Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”.

Se observa en el Mapa 1, la localización del corregimiento de Chilibre, que pertenece al distrito de Panamá, provincia de Panamá. El corregimiento de Chilibre cuenta con los siguientes límites: Norte, con los correjimientos Ancón y Caimitillo; al Sur, con los correjimientos Ancón y Las Cumbres; al Este, con los correjimientos Alcalde Díaz y Caimitillo; y al Oeste, con el correjimiento Ancón. Se nota hacia el Norte el nuevo correjimiento de Caimitillo, segregado del correjimiento de Chilibre. La base Legal de este correjimiento es la siguiente: Ley No. 29 de 10 de mayo de 2012 (Gaceta 27032-A).

Se evidenció que, en las etapas de potabilización, distribución y consumo de agua, 5,782 corresponde al cliente residencia especial con el mayor consumo de agua 691,140,000 millares de galones de agua (Cuadro I).

Cuadro I. Clientes y total de consumo de agua en millares de galones en el corregimiento de Chilibre: año 2020.

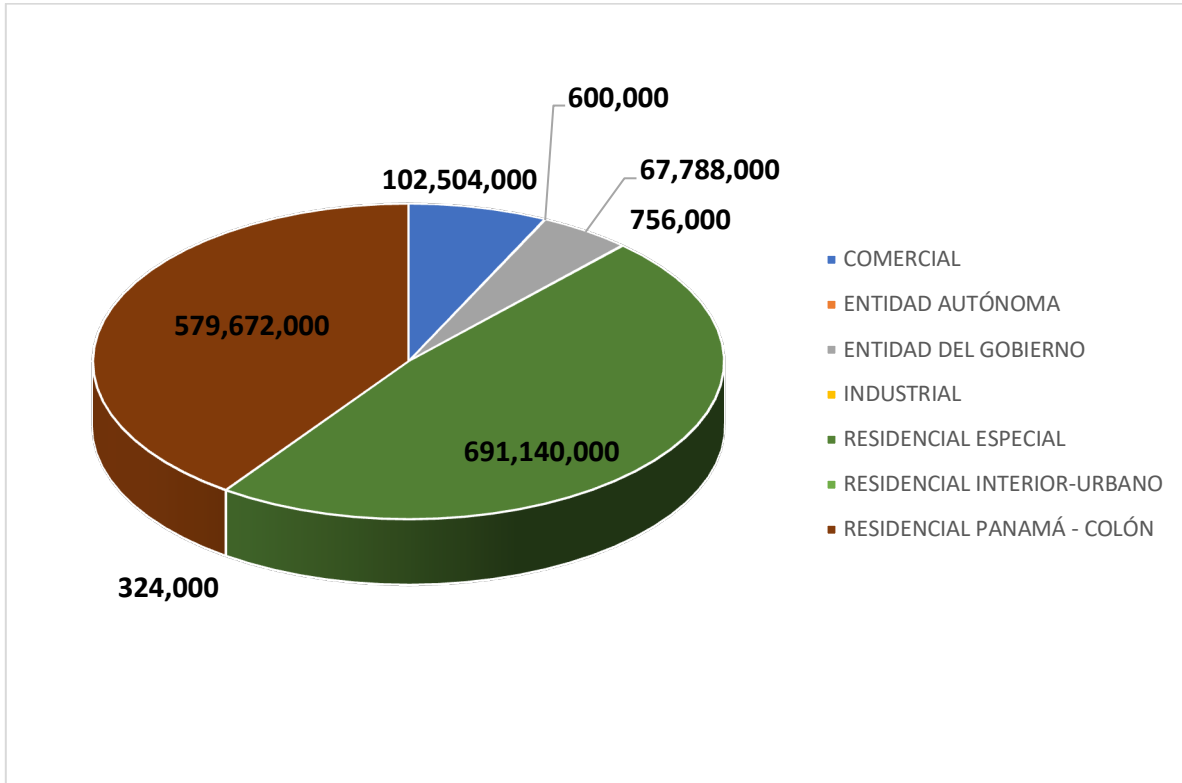
Clientes	Total de clientes	Total de consumo
Comerciales	320	102,504,000
Entidad autónoma	1	600,000
Entidad del gobierno	15	67,788,000
Clientes industriales	1	756,000
Residencia especial	5,782	691,140,000
Residencia interior-urbano	3	324,000
Residencia Panamá-Colón	5,249	579,672,000
TOTAL	11,371	1,464,276,000 galones

Fuente: Instituto de Acueducto y Alcantarillado Nacionales Dirección de Planificación.

El análisis del total de clientes y total de consumo de agua en el Cuadro I se observa que el sector residencial ocupa el primer lugar con 11, 034 clientes y un consumo de 749,139,600 galones de agua anual. Al examinar notamos que a pesar de que los clientes residenciales interior-urbano son tres (3), tienen un alto consumo de agua.

Los clientes comerciales son 320 y un consumo de 102,504,00 bastante elevado. Además, se observa que las entidades de gobierno son 15 con un consumo total de 67,788,000 galones de agua; encontramos también, la entidad autónoma que aparece registrada una (1) con un consumo de 600,000 galones de agua. Los clientes comerciales son 320 con un consumo total registrado de 102,504,000 galones de agua anual (figura 1).

Figura 1. Clientes y total de consumo de agua en millares de galones en el corregimiento de Chilibre: año 2020



Fuente: Instituto de Acueducto y Alcantarillado Nacionales. Dirección de Planificación.

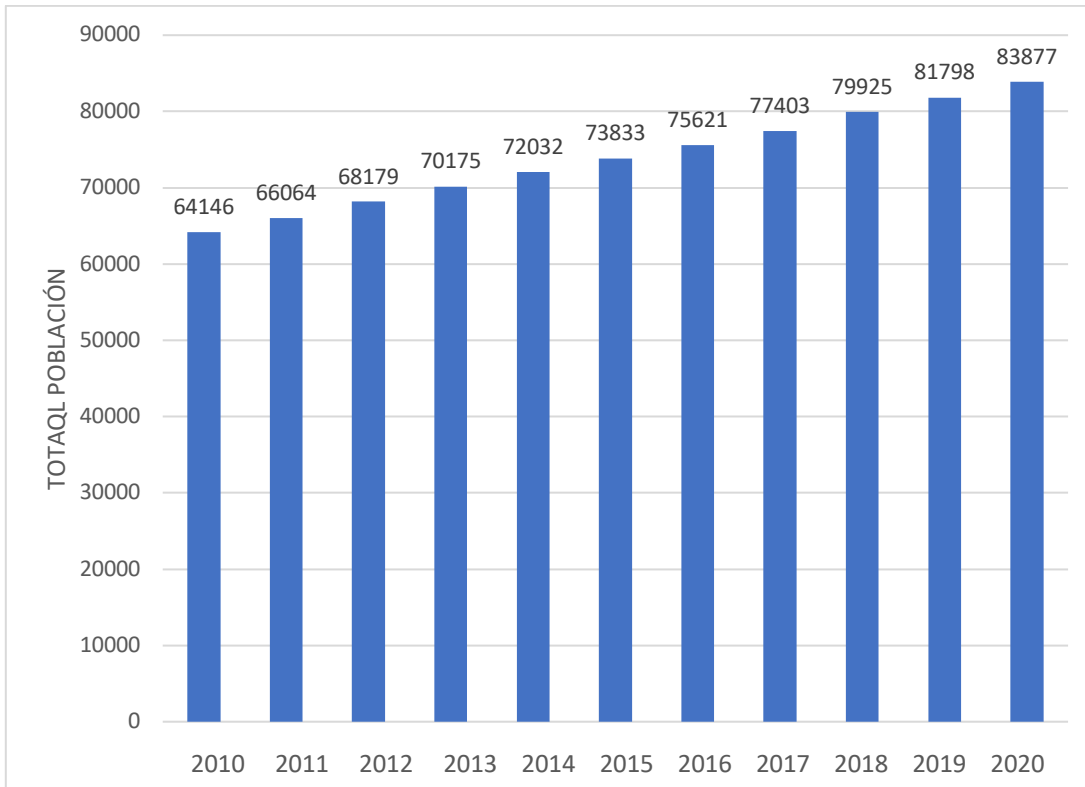
Se observa en la figura 1 que el 48% corresponde al sector de residencia especial con el mayor consumo, con un total de 5,782 durante el 2020; muy seguido está, con un 40% el sector residencial Panamá-Colón con un total de 5, 249 clientes. La sumatoria de estos dos tipos de clientes, corresponde a un 87% residencial, dejando en su recorrido una huella hídrica inadmisibles.

Los productos que consumimos casi en su totalidad dejan una huella hídrica, algunos más que otros, pero en general, es de gran interés para todos conocer la huella hídrica de todos los bienes y servicios. Para las próximas décadas se estima un incremento poblacional en las zonas rurales, periurbanas y principalmente en la población urbana (Figura 2).

Martínez (2017, p.21) señala que “las necesidades de la vida urbana incrementan el requerimiento de la huella hídrica, tanto por los hábitos alimenticios, como por la

demanda de otros bienes y consumo”; razón por la cual, el agua será importante preservar su abastecimiento y suministro de manera sostenible.

Figura N°2. Resumen de la estimación y proyección de la población total del corregimiento de Chilibre, años: 2010-20



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República de Panamá.

Se observa que la estimación y la proyección de la población para el 2020 es de 83,877 habitantes, generando una huella hídrica de 5,542,887.63 m³ donde los sectores residenciales son los más significativos; es decir, una huella hídrica que cada año va en aumento. El crecimiento continuo de la población ocasiona un incremento de la demanda de agua, no solo por las actividades domésticas de consumo de agua, sino también, en el consumo de bienes y servicios. Castillo-Rodríguez, “et al.”, (2018, p.20) confirman al respecto que “el agua está involucrada directamente en todas las actividades realizadas en una ciudad”; por ende, en el contexto de presión demográfica. Díaz (2020^a, p.67) señala que “es evidente el uso de agua en las actividades cotidianas y en ocasiones se ignora que el agua ha participado en los procesos de producción.

Esto quiere decir, que la mayor parte del agua que consumimos ignoramos el uso y suministro en la cadena de bienes y servicios”; en otras palabras, existe un consumo oculto en los productos que muchas veces ignoramos. Chamba-Ontaneda “et al.”, (2019, p. 374) explica también que “la presión demográfica sobre el recurso hídrico en función de la demanda para el abastecimiento”, afecta su disponibilidad en el servicio. Este estudio, se ha logrado con el propósito de estar preparado para las futuras demandas de la población y el sector hídrico, y evitar que las personas residan en zonas de escasez hídrica garantizando la seguridad hídrica que es fundamental para erradicar el hambre y la pobreza y el cumplimiento de la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El estudio de la huella hídrica “dentro de un área geográfica se define como el consumo y la contaminación total del agua dulce dentro de los límites de dicha área” (FUNDACIÓN MAPFRE, 2011, p.66). Esta metodología presenta la siguiente ecuación para la cuantificación de la huella en áreas geográficamente definidas, donde se incorporan los procesos y sectores en el corregimiento de Chilibre. La huella hídrica define de la siguiente manera (fórmula 1):

Fórmula 1

$$WF_{\text{área}} = \sum_n WF_{\text{proc}}(n)$$

Dónde:

WF) área: Huella Hídrica del área geográficamente definida

WFproc: Huella Hídrica de los diferentes procesos

$$WF_{\text{área}} = WF(c. comercial) + WF(c. entidad autonoma) \\ + WF (entidad del gobierno) + WF (c. industrial) \\ + WF (residencia especial) + WF (residencia interior – urbano) \\ + WF (c. residencial) + WF (residencia Pma – Colón)$$

$$Consumo Total = Consumo1 + Consumo2 + \dots + Consumo (n)$$

Dicho de otra forma: $C_T = C_1 + C_2 + \dots + C_N$

Se observa que la sumatoria de los clientes, define la huella hídrica en áreas geográficamente definida, donde incluyen los siguientes sectores clasificados por el IDAAN: comerciales, entidades autónomas, entidad del gobierno, industriales, residencia especial, residencia interior-urbano, y residencia Panamá-Colón, presentes en el corregimiento de Chilibre.

La Huella Hídrica se mide en metros cúbicos; y para lograr esta conversión usaremos la siguiente fórmula (Fórmula 2):

Fórmula 2

$$1 \text{ gal} = 0,00378541 \text{ m}^3$$

$$1 \text{ gal}$$

$$\frac{1 \text{ gal}}{1 \text{ gal}} \cdot \sum \text{WF} = 0.00378541 \text{ (m}^3\text{)}$$
$$= \text{m}^3$$

La conversión de la formula indica que la huella hídrica en el corregimiento de Chilibre durante el año 2020 es de 5,542,887.63 m³.

Discusión

La evaluación de la huella hídrica en el corregimiento de Chilibre, generada en el 2020, se evidencia, que el sector doméstico compuesto por la subcategorización de residencial especial, residencial interior-urbano, y residencial Panamá-Colón son los clientes más numerosos haciendo un total de 11, 073, y por ende, con un alto nivel de consumo directo de agua por parte de la población. Estos datos indican que los clientes residenciales, han dejado una huella hídrica insostenible causada por la dinámica poblacional.

El suministro de agua proviene de las aguas superficiales hacia la Planta Potabilizadora de Chilibre Federico Guardia Conte, donde se abastece a la población; sin embargo, algunas comunidades en el corregimiento no reciben el suministro del vital líquido; además, se desconoce la cuantificación del suministro en camiones cisterna. El IDAAN factura por el servicio de agua a todos los usuarios; sin embargo, se observa que en la facturación por servicio de acueducto y alcantarillado la “Lectura Actual siempre es igual que la Lectura Anterior” generando un mismo consumo en galones.

Además, se observa cuando el suministro es interrumpido, la facturación es igual sin variación en la lectura y el consumo. Se analizó que en ocasiones durante el proceso de abastecimiento de agua, se generan pérdidas de fugas o por reparaciones que no son cuantificadas, ocasionadas por fallas o daños en las líneas de distribución. Este descuido representa un renglón considerable de pérdida de

suministro de agua, considerando que los daños no se atienden de manera inmediata.

El patrón actual de consumo de agua en Panamá y en muchos países del mundo, en pleno siglo XXI es el modelo lineal. Díaz (2020, p.67) aclara que este patrón “responde a un esquema tradicional: extraer, fabricar, consumir y tirar, dejando a su paso” una huella hídrica a lo largo del tiempo; sin embargo, los modelos circulares promueven la reducción del consumo del agua, orientado a la reutilización de las aguas residuales para una segunda vida. Díaz-Ríos (2021^a, p.6) señala que “la Circularidad del Agua se fundamenta en simular lo mismo que el ciclo hidrológico, logrando su circularidad y sostenibilidad”, de los recursos hídricos.

El Consejo Nacional del Agua (CONAGUA) quien es la encargada de impulsar, orientar, coordinar y garantizar el desarrollo e implementación del Plan Nacional de Seguridad Hídrica 2015-2050: Agua para Todos, de iniciar lo que denominamos la “Cultura del Agua”, que debe ser transmitida a los individuos para crear responsabilidad acerca del uso racional y la cuestión del agua.

Conclusiones

La aplicación del indicador geográfico de la huella hídrica ayudará conocer el uso del agua dulce por los clientes en el corregimiento de Chilibre. La evaluación de huella hídrica corresponde a 5,542,887.63 m³ para el año 2020. Se evidencia un modelo de economía lineal y patrones de consumo y producción en la población del corregimiento de Chilibre dejando a su paso una huella hídrica insostenible.

El análisis acerca de la huella hídrica ayudará a mejorar la gestión y gobernanza de los recursos hídricos. En esta zona de estudio, encontramos que el aumento de la población exige una cultura responsable de consumo de agua que asegure un cambio de hábitos del consumidor residencial que podría ayudar a ser parte de la solución sobre la crisis del agua.

El propósito fundamental del estudio de la huella hídrica es integrar políticas públicas al sector hídrico con decisiones sociales, económicas, políticas, ambientales y culturales en forma armónica con la participación de los actores claves a través de la vía de la sostenibilidad.

Aplicar la circularidad del agua en los usos que no requiere calidad elevada, aumenta la disponibilidad de los recursos hídricos de las aguas superficiales y subterráneas, y protege de manera sostenible el medioambiente.

Referencias

- Arellano, A., y Peña D. (2020). Modelos de regresión lineal para predecir el consumo de agua potable. *NOVASINERGÍA*, 3 (1), 27-36.
- Camargo M., Guerrero O., y Guerrero O. (2020). Inserción del riesgo natural en la planificación territorial. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, (13), 1-15.
- Castillo-Rodríguez A., Castro-Chaparro M., Gutierrez-Malaxechebarría A., Aldana-Gaviria C. (2018). Estimación sectorial de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá generada en el año 2014. *Revista UIS Ingenierías*, 2, (17), 19-32.
- Chamba-Ontaneda M., Massa-Sánchez P., Fries A. (2019). Presión demográfica sobre el agua: un análisis regional para Ecuador. *Revista Geográfica Venezolana*, 60 (2), 360-377
- Díaz-Ríos, T. (2021^a). La circularidad del agua: modelo de gestión sostenible para la sociedad panameña. *Revista Saberes APUDEP*, 4 (2), 1-17.
- Díaz-Ríos T. (2021^b). El derecho humano al agua: una deuda del Estado con la población panameña. *Revista Latinoamericana de Derechos Humanos*, 2 (32), 167-174.
- Díaz, T. (2020). La huella hídrica indicador para aplicar la circularidad del agua: modelo de gestión sostenible para Panamá. *Revista Cátedra; Revista especializada en estudios culturales y humanísticos*, (17), 85-101.
- FUNDACIÓN MAPFRE. (2011). *Huella hídrica, desarrollo y sostenibilidad en España*. Madrid: LUFERCOMP, S.L.
- Garcimartín C., Astudillo J., y Garzonio O. (2020). *El agua en la economía de Panamá*. Banco Interamericano de Panamá (BIP). Departamento de Países de Centroamérica, México, Panamá y República Dominicana.
- Hoeskstra A., y Chapagain A. (2016). *Globalización del agua. Compartir los recursos de agua dulce del planeta*. Madrid: Marcial Pons Ediciones Jurídicas y Sociales.
- Hoekstra A., y Chapagain A. (2010). *Globalización del agua. Compartir los recursos de agua dulce del planeta*. Madrid: Ediciones Jurídicas y Sociales.
- Martínez A. (2017). El agua y los retos del siglo XXI. *Revista Aquae Papers*, 7, 1-92.

Seguí L., García D., y Guerrero H. (2017). Huella hídrica: análisis como instrumento estratégico de gestión para el aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos. *Ciencia Nicolaita*, 69, 76-101.

Sotelo J., y Sotelo M. (2018). Consumo de agua y “Huella Hídrica” de las ciudades españolas. *Estudios Geográficos*, I, 115-140.

Valderrama A., Castillo O., y Flores H. (2020). Huella hídrica manufacturera. Una comparación entre países ricos y pobres. *Revista Análisis Económico*. 35 (88), 69-88.

Zárate E., Fernández A, Kuiper D. (2017). *Guía metodológica para la evaluación de la huella hídrica en una Cuenca Hidrográfica*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).