
La huella hídrica geográfica en el tránsito del Canal de Panamá, año 2002 al 2017.

José Leonor Robles Batista*¹

¹Universidad Católica Santamaría La Antigua, Dirección de Investigación y Desarrollo, Investigador y Docente.

*Autor para correspondencia. Email: jroblesl@usma.ac.pa

Recibido: 12 de septiembre de 2018

Aceptado: 29 de noviembre de 2018

Resumen

Para el estudio de la Huella Hídrica Geográfica, se ha utilizado las investigaciones previas de los informes anuales de los años 2002 al 2017, igualmente algunas investigaciones de científicos de la Universidad Tecnológica de Panamá, Instituto Tecnológico de Monterrey y otros. La Huella Hídrica como tal, tiene algunos estudios previos y en este caso se utilizó la huella hídrica geográfica (H.H.G) para delimitar que es sobre los barcos que transitan esta ruta interoceánica, el problema consiste en contrastar si los 52 millones de galones utilizados por cada buque que pasa por el Canal de Panamá, son realmente sustentable en el tiempo según las expectativas actuales. La importancia del estudio, es tener una cifra en base a la suministrada por la propia Autoridad del Canal de Panamá (ACP) sobre la H.H.G. en función del gasto generado del agua dulce utilizada por cada embarcación y obtener otra forma de cotejar su autenticidad fuera de la entidad encargada del canal, esta importancia beneficia a los habitantes del entorno, y a la comunidad en general, tanto nacional como internacional, debido a que el suministro de agua potable depende del propio canal. El estudio se plantea contrastando las diferentes cifras encontradas y para su falsedad o verificación según el método hipotético deductivo, debido en mayor grado a una explicación de lo ya estipulado y comprobado según información de la entidad, es de por sí, la información que suministra en este caso, la propia Autoridad del Canal de Panamá. Al final del estudio, se espera encontrar mediante la falsabilidad, la contundencia o no de los datos suministrado por la propia Autoridad del Canal de Panamá.

Palabras Clave: Huella Hídrica. Canal de Panamá. Agua dulce. Tránsito de buques. Falsacionismo.

Abstract

This study is about the Geographical Water Footprint, previous investigations of the annual reports from 2003 to 2017 have been used, as well as some investigations from the Technological University of Panama, Instituto Tecnológico de Monterrey and others. The Water footprint has some previous studies, and in this case The Geographical Water Footprint (GWF) was used to define that is on the ships that transit this interoceanic route. The problem is to test if the 52 million of gallons used by each vessel that passes through the Panama Canal are really sustainable over time according to current expectations. The importance of this study is to have a figure based on that provided by Panama Canal itself (ACP) on GWF depending on the expense generated from the fresh water used by each vessel and obtain another way to check its authenticity outside from the authority that manages the Panama

Canal. This importance benefits the inhabitants and the community, both national and international, due to that the supply of drinking water depends on the Panama Canal itself. The study is presented contrasting the different figures found and for its falsification or verification according to the deductive hypothetical method, due in large measure to an explanation supported by the Panama Canal Authority. At the end of the study, it is expected to find through falsifiability, the forcefulness or otherwise of the data provided by Panama Canal Authority.

Keywords: Water footprint. Panama Canal. Sweet water. Transit of vessels. principle of falsification.

1 Introducción

¿Por qué se hace necesario introducir el indicador de la huella hídrica en el Canal de Panamá? Al tener que contrastar mediante el método hipotético deductivo, los datos obtenidos de la propia Autoridad del Canal de Panamá (ACP), e incursionar con la huella hídrica geográfica, podemos obtener una magnitud cercana a la realidad, en este caso sobre la sostenibilidad del recurso agua dulce en tan importante vía interoceánica, es hasta cierto punto novedoso tener como cotejar los datos suministrados por la ACP.

Parte de la novedad del estudio, consiste en obtener un documento con el cual se puede observar la sostenibilidad del recurso agua dulce en el Canal de Panamá, mediante otro enfoque, representado por la huella hídrica geográfica e incursión de ésta como un modo de cuantificar la propia sostenibilidad del recurso mencionado, además de presentar los propios datos de la ACP mediante un cotejo de sus propios datos y la metodología H.H.G.

Con reunir datos suficientes para la huella hídrica geográfica, la investigación también aporta una forma de ver la sostenibilidad del recurso agua dulce y tener una forma de contrastar la hipótesis, la misma pone a verificar el uso exclusivo de los 52 millones de galones por cada buque que transita por cada esclusa.

Sobre el fundamento metodológico, el Falsacionismo de Popper se hace evidente en primera instancia al presentar declaraciones tanto publicadas en la propia página oficial de la Autoridad del Canal de Panamá, declaraciones de altos ejecutivos de la misma y por último por medio del cotejo estadístico.

La presente investigación, nace de observar que la huella hídrica geográfica en el canal de Panamá aporta un argumento cuantitativo a la sostenibilidad, el cual puede a su vez ser contrastado y a los decisores les brinda una herramienta con la que puedan contar de forma tangible.

En el contexto científico, se trabaja sobre una base firmemente sustentada en el método hipotético deductivo en su carácter pragmático y la parte inductiva inclusive cuando se presenta los propios hechos de la afirmación sobre la cantidad o volumen utilizado de agua dulce e inclusive en las propias declaraciones de sus altos ejecutivos, son contrastados y falseados según el método tratado.

Las publicaciones encontradas, tanto en el propio estado del arte como en la misma investigación traen al manifiesto público una serie de datos que podemos contrastar y poner en evidencia, por ejemplo, afirma N. Trejos 2011 p. 8 que la huella hídrica para el año 2007 Panamá tiene un promedio de 979 metros cúbicos por persona por año, por otro lado, en la página web de la ACP afirma que se necesitan un promedio de 52 millones de galones americanos de agua dulce por cada cámara de las

antiguas esclusas, mientras que en declaraciones de una autoridad de dicha entidad, el MBa. Jorge Pittí, supervisor general de operaciones en las esclusas de Cocolí indica en entrevista al diario Panamá América que las nuevas esclusas se requiere de 22 millones de galones de agua (en las nuevas esclusas o canal ampliado) se depositan en el mar con el tránsito de cada buque, en las esclusas Panamax se gastan 26 millones de galones de agua, dice textualmente en la entrevista.

Existen trabajos de otras entidades y universidades entre ellos MiAMbiente en los cuales hacen una alusión marcada al agua dulce en Panamá y en el Canal de Panamá.

El objetivo del estudio, es reunir datos suficientes para el cálculo de la huella hídrica geográfica y tener una forma de contrastar la hipótesis para determinar si es o no interesante los datos suministrados por la ACP

2 Materiales y métodos

En lo concerniente al Canal de Panamá, se tiene como marco de referencia las noticias e información (data) suministrada por la ACP. En la siguiente investigación se ha tomado la propia información que esta entidad suministra y las escritas por científicos de algunas universidades tanto de Panamá como de cualquier otro país que haya suministrado información científica al respecto.

Los datos, información y demás elementos relativos al manejo sobre el Canal de Panamá, en la gran mayoría de las acciones, han sido tomados íntegros y utilizado para el cálculo de la huella hídrica geográfica y a la vez falseados para tener su conclusión final en el trabajo presentado, por lo tanto se refiere a un estudio teórico-experimental, pues el mismo recurre a la hipótesis del uso de los 52 millones de galones de agua dulce utilizada por buque y lo contrasta con la información en las esclusas antiguas del Canal.

Al aplicar la huella hídrica geográfica en este caso, es sólo al espacio en que se encuentra el buque al pasar por cada esclusa, estos datos son las características generales de la aplicación. Se trata de un experimento teórico, basado en cifras reales de la praxis de los buques al pasar por cada esclusa del Canal de Panamá.

Los datos tomados, corresponden a los años de 2002 al 2017, se ha utilizado datos cuantitativos en cuanto al contraste Popperiano y deducir las observaciones de las lecturas encontradas.

Basado en los datos encontrado, entre las preguntas frecuentes:

“¿Qué cantidad de agua es necesaria para llenar una cámara del canal? Un promedio de 52 millones de galones de agua fresca es usado en cada tránsito.”

Se toma cuenta de las declaraciones de las autoridades de la ACP, en la cual coinciden en la magnitud de la cifra, mientras que en la página citada oficial, dicen que se trata del llenado de agua de una cámara en una esclusa, por tanto, el tránsito de un buque a través del Canal de Panamá, se efectúa por tres esclusas. Por tanto entonces en realidad la magnitud especificada en este caso es de tres veces el volumen anunciado.

Por lo que tenemos la hipótesis nula $H_0 = 52$ millones de galones; H_1 es distinto de 52 millones de galones, siendo así, entonces, la hipótesis H_0 es contrastada o se descarta.

A través de las gráficas, se encontraron los detalles de la estadística:

Figura 1: Tráfico de buques de alto calado



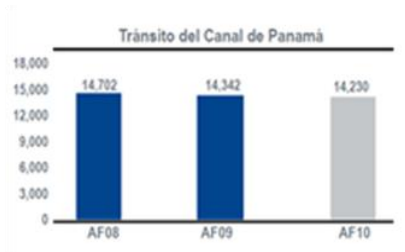
Fuente: Informe Anual 2004. p. 8

Figura 2: Tránsito por el canal de Panamá.



Fuente: Informe Anual 2007. p.30

Figura 4: Tránsito del Canal de Panamá



Fuente: Informe anual 2010 (ACP). p. 17

Figura 5: Tránsitos de buques de alto calado.



Fuente: Informe anual 2013 (ACP). p. 13

Figura 7: Tránsitos de buques de alto calado.



Fuente: Informe anual 2017 (ACP). p. 22

Queda entonces tomar cuenta este detalle del contraste de la hipótesis, para la cuantificación de la huella hídrica: **Hipótesis:** Para el estudio de la huella hídrica geográfica en los buques que pasan anual por el canal de Panamá, es concluyente la información sobre la cantidad de agua dulce requerida, los 52 millones de galones de agua dulce por buque, según la Autoridad del Canal de Panamá, tiene que ser específica para poder tener una medida sobre la sostenibilidad del agua dulce en el Canal de Panamá.

Se tomó la metodología de los creadores de la huella hídrica (H.H.) para poner en práctica lo conceptual, tomando algunas limitantes encontradas en el estado del arte:

1. No existen datos que especifiquen las aguas subterráneas, que son tomadas como Agua Azul: (Hoekstra, 2010) los recursos de agua azul (agua superficial y subterránea) a lo largo de la cadena de suministro de un producto
2. Se tomaron los datos encontrados de las precipitaciones, para encontrar la H.H. Verde o Agua Verde: La huella hídrica verde se refiere al consumo de los recursos de agua verde (agua de lluvia en la medida en que no se pierde por filtro o río abajo).

3. La H.H. Gris o Agua Gris, como sólo se estaba tomando el área restringida de las propias esclusas, no se encontró que dichas aguas contaminadas son tratadas, o sea, que la salinidad de los lagos, aumenta conforme pasa el tiempo, entonces el Agua Gris, es igual al agua que se utiliza en las esclusas: La huella hídrica gris se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes más allá de las concentraciones naturales del lugar y la calidad del agua.
4. La huella hídrica de un individuo, comunidad o un negocio está definida como el volumen total de agua que se necesita para producir los bienes y servicios consumidos por los mismos. El uso del agua se mide en volumen de agua consumida (o evaporada) y/o contaminada por unidad de tiempo.
5. El incremento en el tiempo de las esclusas, es corto para la cantidad de masa de agua en el llenado y desalojo, por lo tanto, la evaporación se puede despreciar.
6. Al no existir reciclado (descontaminación del agua) del Agua Gris, entonces, al vaciar las esclusas, el Agua gris es igual al agua de llenado.
7. La huella hídrica azul, es lo mismo que decir el agua azul. **“El agua azul se presenta como un concepto que agrupa en una sola idea a todo el recurso hídrico superficial y subterráneo, que representa la visión convencional de la Gestión Integral del Recurso Hídrico”**.

Para esclarecer la cita 8, (Popper, 1980) dice:

- “La ciencia empírica puede definirse por medio de sus reglas metodológicas (que estableceremos sistemáticamente)”.

Respecto a la sostenibilidad ambiental de la huella hídrica azul. La disponibilidad de agua azul en una cuenca o zona de captación (DA_{azul}) se define como:

H.H. Azul

$$DA_{\text{azul}} = \text{Oferta} - \text{Caudal}_{\text{ecológico}}$$

Ecuación 1

En donde la Oferta corresponde a la esorrentía natural, es decir, antes de la intervención humana. El caudal mínimo ecológico se refiere a la cantidad necesaria de agua para que los ecosistemas y las necesidades básicas humanas se mantengan. Para poder entonces calcular la huella hídrica, calculamos la cantidad. Se toma como la H.H. Azul geográfica de un buque en las tres esclusas.

La hipótesis parte del hecho de que cada buque necesita 52000000 de galones (volumen) por esclusa, éstas llegan a tener ese volumen en ocho minutos, por tanto, se tiene un caudal de 24605.165 metros cúbicos por minutos (m^3/min) = 12932474724 $\text{m}^3/\text{año}$ en una cámara de una esclusa, como estamos analizando las tres esclusas de Gatún, Pedro Miguel y Miraflores, entonces, éstas contienen tres (3), una (1) y dos (2) cámaras respectivamente.

Por lo tanto, en lo referente a las tres esclusas mencionadas, hacen un total de seis (6) esclusajes por buque en el recorrido total por éstas, esto arroja en los catorce mil (14000) barcos de gran calado que utilizan éstas esclusas un total de **1.0863279X10¹⁵ $\text{m}^3/\text{año}$ = Oferta.**

Los lagos Gatún y Alajuela, son los encargados de abastecer los esclusajes en el Canal de Panamá, además, sólo se han tomado para este estudio el esclusaje en las esclusas de Gatún, Pedro Miguel y Miraflores. Sobre esto, en su página oficial, también lo afirma ETESA, que con respecto al abastecimiento del esclusaje dice:

- **Río Chagres:** La existencia del Canal Interoceánico ha modificado el régimen hidrológico en la cuenca del río Chagres. Los lagos artificiales de Alajuela y Gatún regulan el escurrimiento y permiten la operación por gravedad de las esclusas del Canal, distribuyendo el caudal de la cuenca entre las dos vertientes.

No se encontró información del caudal del Lago Alajuela, la propia ACP en dice:

- “le siguen los años 1957 y 1976, en las estaciones ubicadas en los ríos que fluyen al lago Alhajuela, y 1965, en las estaciones que fluyen directamente al lago Gatún”.

El promedio histórico del caudal del lago Gatún es de $107 \text{ m}^3/\text{s}$ que equivale a 385200000 litros por hora = **3374352000 metros cúbicos por año ($\text{m}^3/\text{año}$) es igual al Caudal_{Ecológico}**
 $DA_{\text{azul}} = 1.0863279 \times 10^{15} \text{ m}^3/\text{año} - 3374352000 \text{ m}^3/\text{año} = 1.0863245 \times 10^{15} \text{ metros cúbicos por año ($\text{m}^3/\text{año}$).$

El caudal mínimo del Lago Gatún es de 2.8 kilómetros cúbicos por año, o sea, 2.8×10^9 metros cúbicos por año ($\text{m}^3/\text{año}$), según definición. Entonces sería la huella hídrica azul y se toma el caudal mínimo debido a que es lo menor esperado para poder transitar por el Canal de Panamá.

La escasez de agua azul (E_{azul}) se define como la relación entre la huella hídrica azul total de la cuenca o zona de captación, y la disponibilidad de agua azul (DA_{azul}):

$$E_{\text{azul}} = \frac{\sum HH_{\text{azul}}}{DA_{\text{azul}}} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$E_{\text{Azul}} = 2,8 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ por año} / 1.0863245 \times 10^{15} \text{ m}^3 \text{ por año} = 2.6 \times 10^{-6}$$

La disposición de agua azul, es con referencia al volumen de agua con que se dispone en el año en las aguas superficiales, y con disposición al mínimo con que se requiere para dejar pasar los buques de alto calado (Panamax) por el Canal de Panamá, siendo así entonces, surge una nueva pregunta ¿Con una razón de escasez de agua azul tan ínfima qué significa?

Establecer la huella hídrica geográfica en el esclusaje del Canal de Panamá, se logra mediante el objetivo obtener por medio de la metodología de A. Hoekstra una condición de la sostenibilidad del recurso hídrico.

Figura 8: Esclusa de Miraflores. Dos cámaras.



Fuente: Google Eartg Pro-USGS. Elaboración propia. 8°59'49.27" N; 79°35'30.21" O.

Figura 9: Esclusa de Pedro Miguel. Una cámara.



Fuente: Google Eartg Pro-USGS. Elaboración propia. 9°01'01.76" N; 79°36'46.81" O

Figura 10: Esclusa de Gatún. Tres cámaras.



Fuente: Google Earth Pro-USGS. Elaboración propia. 9°16'26.03" N; 79°55'22.98" O.

La figura 8, es la esclusa de Miraflores, entrando por el Pacífico tiene dos cámaras por las cuales debe pasar el buque y cada cámara se llena en 8 minutos (en las tres esclusas), en el mismo sentido la Figura 9 es la esclusa de Pedro Miguel y tiene una cámara, la Figura 10 es la esclusa de Gatún y posee tres cámaras.

Entre todas las esclusas, hay un total de seis cámaras, o sea, que se tardan en llenar un tiempo de 48 minutos cada barco en las esclusas.

En la p. 37 IICA (2017) en cuanto a la H.H. verde dice:

- La disponibilidad de agua verde en la cuenca durante un periodo de tiempo dado se define entonces como la evapotranspiración total (ET_{verde}) menos la evapotranspiración de la vegetación en ecosistemas designados como protegidos ($ET_{zonasprotegidas}$), menos la evapotranspiración en zonas no productivas (ET_{noprod}):

$$DA_{verde} = ET_{verde} - ET_{zonasprotegidas} - ET_{noprod}$$

Ecuación 3.

- La $ET_{zonasprotegidas}$ corresponde al flujo evaporativo mínimo ecológico designado por cuenca, que depende como ya se mencionó del uso del suelo existente, más exactamente de las zonas designadas como protegidas en la cuenca, por ejemplo, parques naturales, páramos, ecosistemas que deben conservarse, etc., según la ley estatal, departamental o nacional.
- La escasez de agua verde (E_{verde}) se define como la relación entre la huella hídrica verde total de la cuenca y la disponibilidad de agua verde (DA_{verde}):
- La huella hídrica en una zona geográfica se define como el consumo y contaminación total de agua dulce dentro de los límites de un área:

• **$HH = DA_{\text{azul}} + DA_{\text{verde}} + DA_{\text{gris}}$ Ecuación 4.**

Escases de agua verde e igualmente escases de agua gris no fueron calculadas

El promedio anual de la evapotranspiración según AQUASTAT, (ANAM, 2011) es entre 1350-900 mm al año, la mediana de ésta es **1.125 metros por año**. Lo que corresponde multiplicada por las 35709 hectáreas de área de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá, un gran total del volumen de evapotranspiración de 3787312500 metros cúbicos por año en la cuenca del Canal de Panamá, la Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CICH) para el año 2017 efectúa la medición de 39000 hectáreas de áreas protegidas, de éstas 157000 hectáreas pertenecen a la zona boscosa de la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá.

$$ET_{\text{verde}} = (390000000 \text{ m}^2) (1.125 \text{ m/año}) = \mathbf{438750000 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$ET_{\text{protegida}} = (109900 \text{ m}^2) (1.125 \text{ m/año}) = \mathbf{1236375000 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$ET_{\text{no-protegida}} = (471000000 \text{ m}^2) (1.125 \text{ m/año}) = \mathbf{529875000 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$DA_{\text{verde}} = (438750000 - 1236375000 - 529875000) \text{ m}^3/\text{año} = \mathbf{-1327500000 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$HH = DA_{\text{azul}} + DA_{\text{verde}} + DA_{\text{gris}}$ Ecuación 6.

$$HH = \mathbf{1.0863245 \times 10^{15} \text{ m}^3/\text{año}} + (-1327500000 \text{ m}^3/\text{año}) + \mathbf{12932474724 \text{ m}^3/\text{año}}$$

$$HH = \mathbf{1.0863361 \times 10^{15} \text{ m}^3/\text{año}}$$

Según Trejos A. p. 8 (2011):

- La huella hídrica de una nación representa el total de agua usada para producir bienes y servicios consumidos por los habitantes de esa nación. De acuerdo al sistema de cálculo de Hoekstra y Chapagain (2007), Panamá tiene un promedio de huella hídrica de 979 m³/persona por año.

En el caso de los buques de alto calado, la huella hídrica total por buque al año es de:

$$\mathbf{7.76 \times 10^{10} \text{ m}^3 / \text{buque-año.}}$$

3 Resultados

Los hallazgos principales de esta investigación, fueron concretamente dos, el primero se trabajó en la contrastación de la hipótesis por medio del enunciado de Kart Popper, el segundo fue el hallazgo de la huella hídrica geográfica mediante el método de Arjen Hoekstra.

El contraste de la hipótesis, en la lectura de la historia del arte se encontraron varios artículos de la propia ACP, inclusive en su propia página web oficial, eran no concluyente con lo de los 52 millones de galones utilizados para cruzar el Canal de Panamá, según el contraste, sí se encuentra una sola falsificación de la hipótesis, sea ésta inclusive inductiva, se falsa la misma y se hace no válida.

p. 52 y p. 484 Popper, K. (1991) dice:

- La función más importante de la observación y el razonamiento, y aun de la intuición y la imaginación, consiste en contribuir al examen crítico de esas audaces conjeturas que son los medios con los cuales sondeamos lo desconocido.
- No existe algo como la observación *pura* o la experiencia sensorial *pura*: cualquier percepción supone interpretación a la luz de la experiencia, a la luz de las expectativas, de las teorías.

La contrastación, llegado el momento, dio lugar a encontrar la huella hídrica geográfica de los buques que pasan por el Canal de Panamá mediante la metodología de la huella hídrica de A. Hoekstra.

Figura 11: Definición de la huella hídrica geográfica.

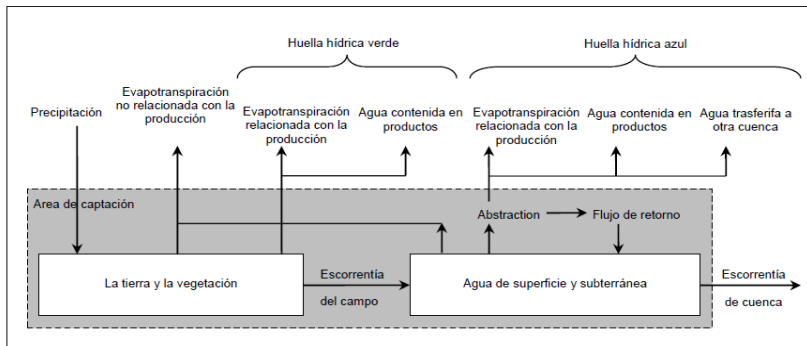
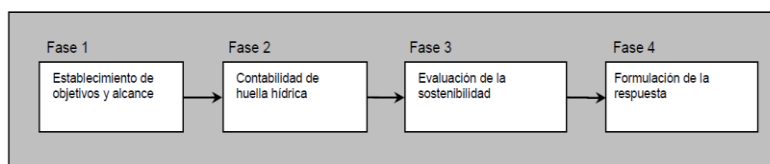


Figura 12: Fases de la huella hídrica.



Fuente: Hoekstra A. Chapagain A. Aldaya M. Mekonnen M. (2010).

Establecer la huella hídrica geográfica en el esclusaje del Canal de Panamá, se logra mediante el objetivo obtener por medio de la metodología de A. Hoekstra una condición de la sostenibilidad del recurso hídrico.

$$DA_{\text{azul}} = 1.0863279 \times 10^{15} \text{ m}^3/\text{año} - 3374352000 \text{ m}^3/\text{año} = 1.0863245 \times 10^{15} \text{ metros cúbicos por año (m}^3/\text{año)}.$$

La escasez de agua azul (E_{azul}) se define como la relación entre la huella hídrica azul total de la cuenca o zona de captación, y la disponibilidad de agua azul (DA_{azul}):

$$E_{\text{Azul}} = 2,8 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ por año} / 1.0863245 \times 10^{15} \text{ m}^3 \text{ por año} = 2.6 \times 10^{-6}$$

$$ET_{\text{verde}} = (390000000 \text{ m}^2) (1.125 \text{ m/año}) = 438750000 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$ET_{\text{protegida}} = (109900 \text{ m}^2) (1.125 \text{ m/año}) = 1236375000 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$ET_{\text{no-protegida}} = (471000000 \text{ m}^2) (1.125 \text{ m/año}) = 529875000 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$DA_{\text{verde}} = (438750000 - 1236375000 - 529875000) \text{ m}^3/\text{año} = -1327500000 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$HH = DA_{\text{azul}} + DA_{\text{verde}} + DA_{\text{gris}} \text{ Ecuación 6.}$$

$$HH = 1.0863245 \times 10^{15} \text{ m}^3/\text{año} + (-1327500000 \text{ m}^3/\text{año}) + 12932474724 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$HH = 1.0863361 \times 10^{15} \text{ m}^3/\text{año}$$

4 Discusión

¿Por qué se hace necesario introducir el indicador de la huella hídrica en el Canal de Panamá? El indicador de la huella hídrica, expresa cuantitativamente datos medidos, son analizados en diferentes formas, dependiendo de la forma en que se quiera ver el análisis tratado, por lo tanto, una vez contrastado los datos obtenidos, éstos arrojan un número el cual se analiza libre de prejuicios.

Los hallazgos encontrados sobre la falsación de la hipótesis, indican que en la contrastación los 52 millones de galones que en primera instancia la ACP, informa en algunos datos que son utilizados para que un solo buque cruce el Canal de Panamá, es en realidad el esclusaje en cada cámara, lo cual, mediante el apoyo de la huella hídrica geográfica, se llega a una evidencia científica.

En la contrastación de la hipótesis, se puede utilizar datos estadísticos encontrados y que son de ayuda en la visual e interpretación a priori y que llegan a una definición cuantitativa, sólo que no se efectuó en este caso. Es conveniente en este momento, aplicar la teorización Popperiana.

Algunas pruebas, no se efectuaron debido más que nada a la falta de una data que pueda ser leída sin ambigüedad, según el criterio marcado por la metodología utilizada.

5 Bibliografía

1. Autoridad del Canal de Panamá (2018). Canal de Panamá. República de Panamá: Peajes aprobados año fiscal 2018. Recuperado de <https://micanaldepanama.com/>
2. Autoridad del Canal de Panamá (ACP). (2007). Estudio de impacto ambiental categoría III. Proyecto de ampliación del Canal de Panamá-Tercer juego de esclusas. Canal de Panamá. Lugar de la publicación: Panamá. Panamá, República de Panamá.
3. Autoridad del Canal de Panamá (ACP). (2010). Agua y bosques en la cuenca del canal: Tendencia de largo plazo. Panamá-Panamá, Editorial. Universitaria.
4. Autoridad del Canal de Panamá (ACP). (2018). Canal de Panamá. Así es el canal. Lugar de la publicación: Panamá. Panamá, República de Panamá. Recuperado: <http://www.pancanal.com/esp/general/asi-es-el-canal.html>
5. Autoridad del Canal de Panamá (ACP). (2018). Canal de Panamá. Lugar de la publicación: Panamá. Panamá, República de Panamá. Recuperado: <http://www.pancanal.com/esp/general/canal-faqs/physical.html>
6. Autoridad del Canal de Panamá. (2004). Informe anual 2004, Panamá-Panamá. Printer Colombiana
7. Autoridad del Canal de Panamá. (2006). Apéndice A. Plan maestro del Canal de Panamá. República de Panamá:
8. Autoridad del Canal de Panamá. (2007). Informe anual 2007, Panamá-Panamá. Printer Colombiana
9. Autoridad del Canal de Panamá. (2010). Informe anual 2010, Panamá-Panamá.
10. Autoridad del Canal de Panamá. (2012). Preguntas más frecuentes. Panamá-Panamá: Canal de Panamá, Recuperado: (<http://www.pancanal.com/esp/general/canal-faqs/physical.html>)
11. Autoridad del Canal de Panamá. (2013). Informe anual 2013, Panamá-Panamá.
12. Autoridad del Canal de Panamá. (2015). Informe anual 2015, Panamá-Panamá.
13. Autoridad del Canal de Panamá. (2018). Anuario hidrológico 2017. República de Panamá.
14. Autoridad del Canal de Panamá. Anuario 2015. Vicepresidencia ejecutiva de ambiente, agua y energía división de agua. 2016.
15. Autoridad del Canal de Panamá. Anuario hidrológico 1998-2002. Departamento de Seguridad y ambiente: Manejo de cuenca. Panamá-Panamá. 2003.
16. Autoridad Nacional del Ambiente y El Banco Interamericano de Desarrollo. “Atlas Ambiental de la República de Panamá”. Editora Novo Art, S.A., Panamá-Panamá. 2010.

17. Coherencia. (2016). Grupo político docente. Perú-Lima. Consulta en:
<http://www.coherencia.pe/https-scribd-comdoc212271285001-ideario-final-1-1/sostenibilidad-ambiental/>
18. Comisión interinstitucional de la cuenca hidrográfica del canal de Panamá (cich). (2010). Autoridad del Canal de Panamá (ACP). Editor Emilio Messina. Panamá-Panamá.
19. Comisión Interinstitucional de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CICH). (2017). Cuenca: Áreas protegidas dentro de la cuenca.
[\[http://www.cich.org/LaCuenca/AreasProtegidas.html \]](http://www.cich.org/LaCuenca/AreasProtegidas.html)
20. Editora Panamá América S.A. (agosto 2007) El valor del agua y el canal interoceánico. Panamá República de Panamá: Panamá América. Recuperado
 [\(https://www.panamaamerica.com.pa/dia-d/el-valor-del-agua-y-el-canal-interocenico-289091 \)](https://www.panamaamerica.com.pa/dia-d/el-valor-del-agua-y-el-canal-interocenico-289091).
21. Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA). (2009). ETESA: Hidrometeorología: Régimen hidrológico de Panamá. [\[http://www.hidromet.com.pa/regimen_hidrologico.php\]](http://www.hidromet.com.pa/regimen_hidrologico.php)
22. GÓMEZ Aristides (s.f). El Canal De Panamá: Su Expansión y Los Aspectos Ecológicos”. Panamá-Panamá: Universidad de Panamá
23. Guevara V. (2013). Análisis de la capacidad operativa del canal actual y ampliado, en función de la cantidad de tránsito (Tesis de maestría). Universidad de Valladolid, Valladolid, España
24. Hoekstra A. Chapagain A. Aldaya M. Mekonnen M. (2010). Manual de evaluación de la huella hídrica: Definiendo una norma global. Traducción oficial de Fernando Tolosana. Manuscrito final, 16 de octubre de 2010.
25. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura (IICA). (2017). Guía metodológica para la evaluación de la huella hídrica en una cuenca hidrográfica. Costa Rica-San José. Impreso: Imprenta IICA.
26. Manrique Grisales. (19 de julio de 2017). 22 millones de galones de agua por tránsito. Panamá América. [\(http://normasapa.com/como-referenciar-articulos-de-periodico/\)](http://normasapa.com/como-referenciar-articulos-de-periodico/).
27. Ministerio de Planificación y Política Económica
28. Oficina del Área Canalera. (1986). Informe del grupo de trabajo sobre la cuenca del canal de Panamá. República de Panamá-Panamá: Impretex, S. A.
29. Organización de las naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). (2015). Informe regional América de Sur, Centroamérica y Caribe. Panamá-Panamá: AQUASTAT-Sistema de Información sobre el uso del agua en la agricultura de la FAO.
 [\(http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/PAN/indexesp.stm\)](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/PAN/indexesp.stm).
30. Popper, K. (1980). La lógica de la investigación científica. (Victor Sánchez De Zavala, trad.) Madrid-España. Editorial Tecnos, S.A.
31. Popper, K. (1991). *Conjeturas y refutaciones. El desarrollo del conocimiento científico*. Distrito Federal-México. Editorial Paidós.
32. Rodríguez, A. (2006). Impacto de la ampliación del canal en los lagos Gatún y Miraflores. Revista Tareas. Número 124. pp. 103-126.
33. Rosales, M. (2005). ¿El Canal de Panamá o el Panamá del Canal? Envío. 276 (3).

34. Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e innovación (SENACYT). (2016). Ciencia y Agua. Motta, J. Candanedo, D. Mainiri, M. Fernández, C. López, O. Aguirre, C.: SENACYT. pp. 48. República de Panamá-Panamá. E.T. Villanueva, B. Roach, G. Cruz, L.
35. Trejos, Noel. Recursos hídricos Panamá 2011. Edición Montoya C., Michaud D., Pastén E., Frías C., Panamá 2011.
36. Vega, V. (2012). Análisis de la gestión del recurso hídrico en Panamá (tesis de maestría). Universidad de Alicante, Instituto Universitario del agua y las ciencias ambientales, Alicante-España.