



# Determinación de la huella hídrica del sector turístico de Guanajuato capital

## Determination of the water footprint of the tourism sector in the city of Guanajuato

Aimée Lugo García<sup>1</sup> ✉, Xitlali Virginia Delgado Galván<sup>2</sup> , José de Jesús Mora Rodríguez<sup>2</sup> ,  
Eduardo Alexis Cervantes Carretero<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencia y Tecnología del Agua Universidad de Guanajuato, México. División de Ingenierías.

<sup>2</sup> Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México

<sup>3</sup> Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México.

### Resumen

Guanajuato capital enfrenta una creciente presión sobre sus recursos hídricos debido a la alta concentración de actividad turística en su centro histórico, en un contexto regional caracterizado por estrés hídrico. Además de su relevancia económica, el turismo no ha sido incorporado de manera explícita en la planeación del recurso. Este estudio estima la Huella Hídrica (HH) azul directa del sector turístico mediante el análisis del perfil del visitante y el consumo de agua en establecimientos de hospedaje, alimentos y servicios sanitarios. Los resultados muestran que, aunque la magnitud porcentual del consumo directo es moderada respecto al volumen total extraído, el turismo constituye un usuario hídrico significativo y espacialmente concentrado. La investigación aporta una base metodológica y cuantitativa para integrar al sector turístico en la gestión hídrica urbana y avanzar hacia modelos de gobernanza que articulen sostenibilidad, conservación patrimonial y equidad territorial.

**Palabras clave:** huella hídrica, turismo urbano patrimonial, gestión hídrica, estrés hídrico.

### Abstract

Guanajuato City faces increasing pressure on its water resources due to the high concentration of tourism in its historic city center, within a regional context characterized by water stress. Despite its economic relevance, tourism has not been explicitly incorporated into local water resource planning. This study estimates the direct Water Footprint (WF) of the tourism sector by analyzing visitor profiles and water consumption in accommodation, food service establishments, and sanitary facilities. The results show that, although the percentage of direct consumption is moderate relative to the total volume extracted, tourism represents a significant and spatially concentrated water user. This research provides a methodological and quantitative basis for integrating the tourism sector into urban water management and for advancing governance models that articulate sustainability, heritage conservation and territorial equity.

**Keywords:** water footprint, urban heritage tourism, water management, water stress.

### Introducción

El turismo es reconocido como una actividad económica clave a nivel mundial, representando más del 10% del PIB global y generando empleos en múltiples sectores. Sin embargo, también implica un consumo intensivo de recursos, entre ellos, el agua. En contextos urbanos patrimoniales como Guanajuato capital, el turismo se concentra en zonas históricas con infraestructura limitada, lo que intensifica la presión sobre el abastecimiento de agua potable y los sistemas de saneamiento. La falta de agua no solo amenaza la viabilidad de un destino turístico, sino que también pone en riesgo su reputación, lo que subraya la importancia de gestionar de manera eficiente los recursos hídricos. Uno de los impactos ambientales más significativos es el

### Historial

Manuscrito recibido: 31 de octubre de 2025

Manuscrito aceptado: 19 de abril de 2026

Manuscrito publicado: agosto de 2026

### ✉ Autor para correspondencia

Aimée Lugo García

[a.lugo.garcia@ugto.mx](mailto:a.lugo.garcia@ugto.mx)

### Como citar

Lugo García A, Delgado Galván XV, Mora Rodríguez JJ, Cervantes Carretero EA (2026). Determinación de la huella hídrica del sector turístico de Guanajuato capital. *Ciencia Nicolaita* 97:130-139.

DOI: [10.35830/cn.vi97.944](https://doi.org/10.35830/cn.vi97.944)

consumo de agua dulce, que, aunque representa solo el 1% del uso global, puede superar el 7% en países altamente dependientes del turismo según estudios de la Fundación *We Are Water* (Zhang *et al.*, 2017; Revilla Calderón, 2022;

Zhang y Tian, 2022; Casals Miralles *et al.*, 2023).

La ciudad de Guanajuato, declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO, ha experimentado un crecimiento sostenido en el número de visitantes nacionales e internacionales, lo que ha incrementado la demanda de servicios turísticos y, con ello, el consumo de agua. Sin embargo, este consumo no ha sido suficientemente cuantificado ni considerado en la toma de decisiones sobre la gestión del recurso.

Ante este panorama, el presente estudio tiene como objetivo estimar la Huella Hídrica Directa del turismo en Guanajuato capital, como paso fundamental para integrar este sector en los esquemas de planeación hídrica y promover el uso sostenible del agua en contextos de alta presión turística.

La Huella Hídrica (HH) se ha consolidado como una herramienta clave para medir el consumo de agua vinculado a actividades humanas, permitiendo evaluar tanto el uso directo como indirecto del recurso. En el contexto turístico, este enfoque permite identificar los impactos hídricos asociados al comportamiento del visitante y al funcionamiento de los servicios turísticos.

En la determinación de la HH se distinguen tres componentes: azul, verde y gris. La HH azul se refiere al volumen de agua superficial y subterránea que es evaporada durante los procesos de producción, incorporada en un producto o que no regresa a la misma cuenca de donde fue extraída, o no lo hace en el mismo periodo de tiempo. La HH verde corresponde al agua proveniente de las precipitaciones que no se convierte en escorrentía ni recarga acuíferos, sino que se almacenan en el suelo o permanece temporalmente en la superficie del suelo o en la vegetación; esta componente es particularmente relevante en la agricultura, ya que se asocia con el agua incorporada en los cultivos. Por su parte, la HH gris es un indicador del grado de contaminación del agua dulce y se define como el volumen de agua necesario para asimilar la carga de contaminantes, considerando las concentraciones naturales y los estándares o normativas de calidad del agua vigentes. Este concepto surge del reconocimiento de que la contaminación puede expresarse en términos del volumen de agua requerido para diluir los contaminantes hasta niveles ambientalmente aceptables. En conjunto, la HH integra tanto el uso consuntivo del agua (componentes azul y verde) como el uso degenerativo del recurso hídrico (componente gris) (Hoekstra *et al.*, 2011).

Es importante señalar que la HH se diferencia de la Huella de Agua propuesta por la norma ISO 14046:2014. Mientras que la Huella de Agua bajo la ISO se basa en un enfoque de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y se centra en la evaluación de impactos ambientales potenciales

relacionados con el uso del agua, la HH definida por la *Water Footprint Network* (WFN) adopta un enfoque eminentemente volumétrico. Este último clasifica y cuantifica el uso del agua en términos de volúmenes de agua azul, verde y gris, permitiendo identificar de manera directa dónde, cómo y en qué magnitud se ejerce presión sobre los recursos hídricos, lo que resulta particularmente relevante para la gestión territorial y la toma de decisiones en contexto de escasez y conflicto hídrico.

El turismo, aunque es reconocido como motor económico global, representa una fuente significativa de presión sobre los recursos hídricos, especialmente en destinos que enfrentan escasez o estrés hídrico. A nivel internacional, los estudios sobre HH del turismo han comenzado a cobrar relevancia, destacando casos en Europa (España), Asia (China) y América Latina (Argentina, Ecuador y Bolivia), donde se han desarrollado metodologías para estimar la HH de un turista tipo, o bien, por actividad (Civit *et al.*, 2012; Cazcarro *et al.*, 2014; Pozo, 2014; Xiao *et al.*, 2021; Revilla Calderón, 2022).

En México, los estudios aún son incipientes, aunque ya se reportan casos analizados en Los Cabos y zonas turísticas de la Ciudad de México (Cepeda Loya, 2019; Olmedo Neri, 2020). En este contexto, la evaluación de la HH del turismo en Guanajuato capital adquiere especial relevancia, al ser una ciudad patrimonial con fuerte vocación turística y limitaciones en el abastecimiento de agua.

## Materiales y métodos

Para este trabajo se consideraron los consumos que generan HH directa en los establecimientos que atienden las principales necesidades del visitante en Guanajuato capital. Dichas necesidades – alimentación, movilidad, seguridad y participación en actividades culturales – fueron identificadas a partir del análisis del Perfil del Visitante publicado por el Observatorio Turístico del Estado de Guanajuato, el cual se construye con base en encuestas aplicadas a turistas y excursionistas. Estos perfiles muestran que los visitantes concentran su gasto y tiempo de estancia en restaurantes y cafeterías, recorridos por el centro histórico, asistencia a museos y exposiciones, y eventos culturales, así como en el uso de transporte y estacionamientos.

Con base en esta caracterización, se tomó como muestra el total de turistas que arribaron a la ciudad durante los años 2021 y 2022, considerando que dichos flujos reflejan la dinámica real del consumo de servicios turísticos y, por tanto, del uso directo del agua asociado a estas actividades.

Se decidió enfocar el análisis exclusivamente en

la fracción de la HH correspondiente a la Huella Azul Directa, que refleja el uso consuntivo del agua. Esta elección respondió a la complejidad del comportamiento del turismo. Sin embargo, este enfoque permitió identificar oportunidades para futuras investigaciones que integren los demás componentes de la HH, con el objetivo de obtener una perspectiva integral sobre el consumo de agua asociado a la actividad turística y la dinámica de los visitantes en Guanajuato.

Para la aproximación de la HH directa se analizaron los datos proporcionados por el organismo operador del municipio, Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guanajuato (SIMAPAG), de consumo de agua en los diferentes establecimientos que ofrecen servicios a los turistas y a partir del diagnóstico del sector turístico, se definieron escenarios que se describirán los cuales fueron propuestos con el objetivo de analizar el comportamiento del consumo de agua en los diferentes establecimientos a lo largo del año, proporcionando así una visión del impacto del turismo en el uso del recurso hídrico.

A partir del perfil del visitante y el número estimado de usuarios por tipo de servicio, se calculó la HH directa por categoría de establecimiento. Los datos fueron contrastados con los volúmenes de agua facturados, permitiendo estimar el peso del turismo en el consumo total de la ciudad y evaluar su sostenibilidad. En la **Figura 1** se presentan las etapas que se siguieron en el desarrollo metodológico, en las cuales se profundizará más adelante.

## Área de estudio

Históricamente, la zona de mayor afluencia turística en la ciudad de Guanajuato corresponde al polígono declarado Patrimonio Mundial por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el cual delimita la Zona de Monumentos Históricos de Guanajuato. Por esta razón, dicha zona fue seleccionada como el caso de estudio del presente trabajo (**Figura 2**).

El estado de Guanajuato enfrenta periodos de sequías que varían de moderados a severos. Debido a esto, desde 1984, se ha incrementado la apertura de pozos para abastecer a la población. En la actualidad, la mayoría del agua utilizada proviene de fuentes subterráneas (pozos). El volumen de agua asignado por Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) al municipio de Guanajuato es de 20,775,320 m<sup>3</sup>, de los cuales en el año 2018 se extrajeron 9,337,473 m<sup>3</sup> que corresponde al 46% de la asignación total.

En el año 2015, se estimaba que el 81.2% de las viviendas contaban con agua potable y 94.4% con drenaje formal. Desde el 2000, se ha observado un rápido crecimiento en nuevas zonas habitacionales hacia el sur del centro de población. Sin embargo, la expansión de las redes de agua potable no ha sido suficiente para acompañar este crecimiento urbano, resultando en un déficit de cobertura en términos poblacionales. A pesar de la creciente demanda del municipio, el aumento en potabilización, abastecimiento y tratamiento del agua no ha sido significativo (IMPLAN, 2019).

Estas carencias en el abastecimiento y distribución del recurso hídrico son especialmente preocupantes al diagnosticar el sector turístico, ya que es fundamental contar con un suministro adecuado de agua para mantener la reputación de un destino turístico. Sin una adecuada planificación urbana y turística, los esfuerzos tienden a concentrarse en privilegiar la zona turística antes que las comunidades periféricas, incrementando las desigualdades en el acceso al agua.

El crecimiento económico de Guanajuato, impulsado por el turismo, ha mejorado el bienestar de los residentes. Sin embargo, ha provocado la conversión de antiguos domicilios en productos turísticos, acelerando la expansión demográfica en la periferia, con lo que además surgen problemas sociales y ambientales, como congestión, escasez de tierra, agua y energía, y deterioro de la calidad del aire, que se están volviendo comunes en el centro de la ciudad. Traduciéndose todo esto en una nueva forma de gentrificación (Cepeda Loya, 2019).

## Diagnóstico del sector turístico en Guanajuato Capital

El diagnóstico del turismo se llevó a cabo con datos del Observatorio Turístico del Estado de Guanajuato (OTEG) y del Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR). Del OTEG se tomó el Perfil del Visitante, elaborado a partir de encuestas que permiten conocer las preferencias de viaje del turista, sus principales motivos de visita (recreación, eventos culturales, gastronómicos), las actividades realizadas (visita a museos, recorridos por el centro histórico, asistencia a eventos específicos, consumo de alimentos) y los medios de transporte utilizados. De FONATUR se obtuvieron los registros de llegada de visitantes, los porcentajes de ocupación hotelera y la distribución mensual de la afluencia turística. En conjunto, esta información evidencia que la mayoría de los turistas son nacionales, con estancias cortas de uno a tres días, y que la actividad se concentra de manera significativa en la

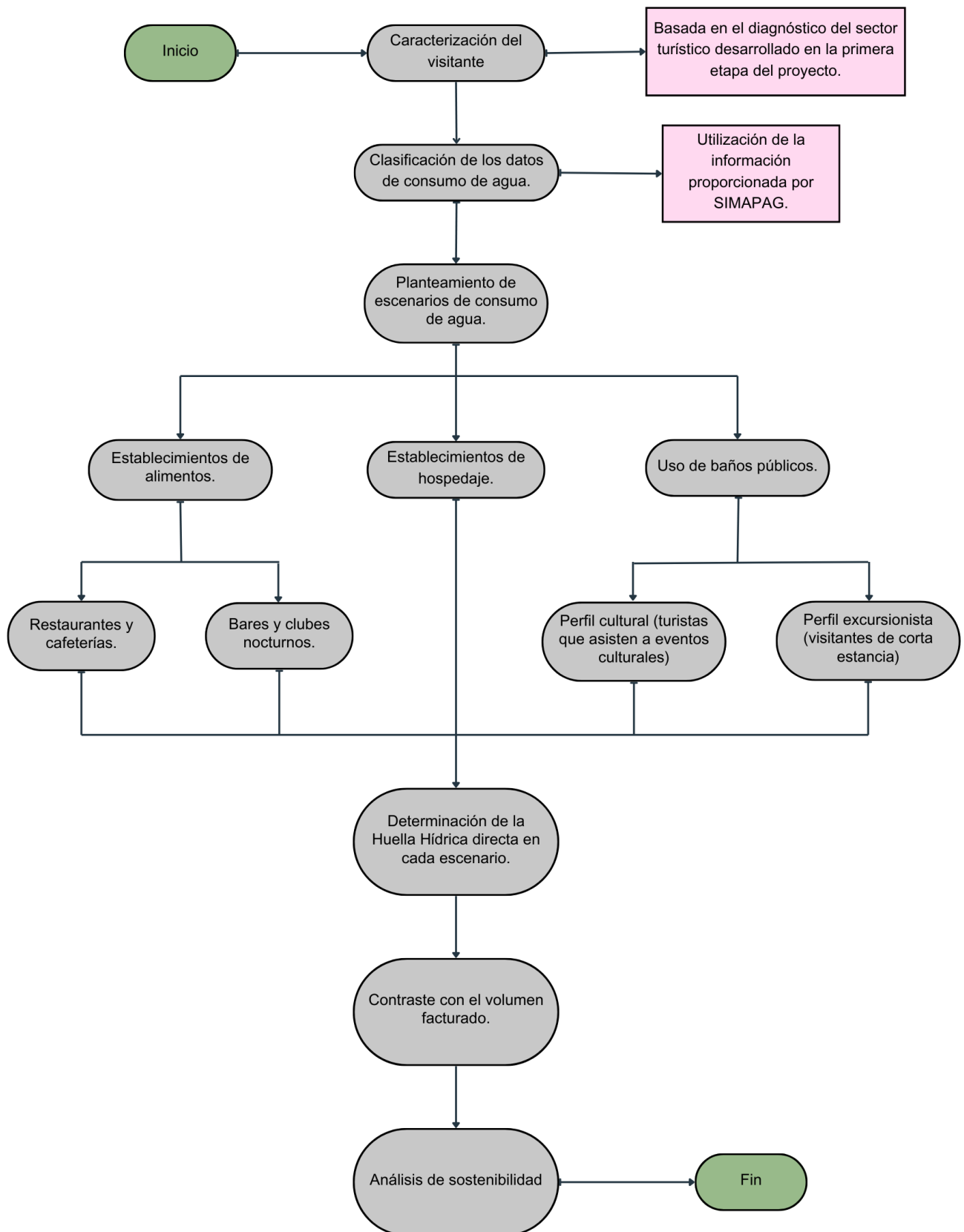


**Figura 1.** Metodología para la determinación de la Huella Hídrica directa del sector turístico.



**Figura 2.** Localización y contexto territorial de la Zona de Monumentos Históricos de Guanajuato.

zona centro, donde se ubican la mayoría de los atractivos patrimoniales y establecimientos turísticos.

Una vez que se definió el perfil del visitante de la ciudad de Guanajuato, se procedió a identificar y clasificar los establecimientos que prestan servicios turísticos en la zona de estudio. Estos se agruparon en cuatro categorías: hospedaje; alimentos y bebidas; baños públicos; y teatros y museos, de acuerdo con las actividades más comunes realizadas por los turistas y el consumo de agua asociado a cada tipo de servicio.

Para analizar el comportamiento del consumo de agua a lo largo del año en dichas categorías, se empleó la información proporcionada por SIMAPAG relativa al consumo registrado en establecimientos con tarifa comercial dentro del polígono de estudio. Los datos fueron organizados conforme a las categorías previamente establecidas, lo que permitió construir una base de datos que facilitó la identificación de temporadas de alta demanda y la vinculación del perfil del visitante con la dinámica del consumo hídrico.

Para estimar la HH Azul del sector turístico, se aplicó

la metodología propuesta por la WFN, adaptándola a las particularidades de Guanajuato. El cálculo consideró el volumen de agua requerido directamente por el turismo en establecimientos de servicios, partiendo de la HH volumétrica. El análisis se basa en el diseño de escenarios que permitan comprender el consumo de agua a partir del diagnóstico del sector turístico y el perfil del visitante, asegurando la adaptación metodológica a las dinámicas específicas de la ciudad.

## Definición de escenarios

Con base en el diagnóstico del sector turístico y el análisis del consumo de agua en los establecimientos de servicios turísticos, se diseñaron tres escenarios que permiten aproximar la HH directa del turismo en Guanajuato capital. Estos escenarios se definieron a partir de los hábitos de consumo identificados en los visitantes y de las actividades más representativas que realizan durante su estancia

en la ciudad. Un aspecto clave fue considerar que cerca del 45% de los visitantes son excursionistas, cuya HH no se concentra en establecimientos de hospedaje, sino en otros servicios como restaurantes, baños públicos y actividades culturales o recreativas. Esta diferenciación resulta fundamental para estimar con mayor precisión la presión hídrica asociada al turismo y reconocer las particularidades de un destino donde la mayoría de la afluencia se concentra en visitas de corta duración. A continuación, se describen los escenarios y el cálculo realizado.

### Escenario 1. Restaurantes y bares

Para estimar la HH directa en establecimientos de alimentos, se partió del supuesto de que los visitantes realizan al menos un consumo en algún restaurante o bar durante su estancia en la ciudad. Además, considerando que, de acuerdo con CONAGUA una persona utiliza el WC siete veces al día en promedio, se asume que los turistas que consumen en estos establecimientos también hacen uso de los sanitarios allí. Con base en esta premisa, se calculó el consumo directo de agua en restaurantes y bares. Para estas estimaciones se consideraron los gastos promedio de agua propuestos por Pozo, 2014.

El consumo promedio de agua por turista en los establecimientos de alimentos y bares es de 19 litros por día, considerando el agua que se consume en el uso de WC y lavado de manos bajo el escenario descrito, esto se determinó considerando el promedio de volumen de agua que utiliza el WC tradicional de hasta 16 litros según CONAGUA y el volumen gastado en el lavado de manos de 1.5 litros de acuerdo con (Pozo, 2014).

Dado que visitar bares y clubes es una de las principales actividades de los turistas en la ciudad, se propuso un escenario adicional centrado en estos establecimientos asumiendo que una persona hace uso del sanitario dos veces en bares y clubes. Este supuesto se aplicó únicamente para la porción de visitantes adultos.

La determinación se llevó a cabo considerando la **Ecuación (1)** en la que se consideraron el total de visitantes por mes evaluado y el consumo promedio de agua en el WC y lavabo.

$$HH_{D(\text{alimentos})} = (\text{Visitantes})(HH_{D(\text{WC})}) + (\text{Visitantes})(HH_{D(\text{lavamanos})}) \quad (1)$$

En donde:

$HH_{D(\text{alimentos})}$  = Huella Hídrica directa en establecimientos de alimentos.

Visitantes = Número de visitantes por mes evaluado

$HH_{D(\text{WC})}$  = Huella Hídrica directa en el uso del WC

$HH_{D(\text{lavamanos})}$  = Huella Hídrica directa en el uso del lavamanos

### Escenario 2. Baños públicos

El escenario de baños públicos se planteó considerando dos perfiles diferenciados de visitantes. Por un lado, el visitante cultural, que, aunque se hospede en la ciudad, dedica gran parte de su estancia a recorrer museos, teatros y disfrutar de la oferta cultural en el espacio público, lo que implica que su consumo de agua no se limita al establecimiento de hospedaje, sino que se traslada a otros puntos de la ciudad. Por otro lado, se incluyó al visitante excursionista – que representa una proporción significativa de la afluencia turística – así como a quienes llegan en automóvil propio y recurren a baños públicos y sanitarios ubicados en estacionamientos. Esta diferenciación permite capturar de manera más realista la presión hídrica asociada al uso de sanitarios en la ciudad, más allá de los espacios tradicionales de hospedaje.

#### *Visitantes con plan de viaje cultural.*

El plan de viaje del 41% de los visitantes incluye recorridos culturales (incluyendo visitas a museos o lugares históricos) o espectáculos de teatro y música. Además de la oferta de museos y teatros, la ciudad de Guanajuato cuenta con una amplia oferta cultural que se desarrolla en las calles, un ejemplo de esto son las callejoneadas. Sin embargo, también es común que los turistas se aventuren a conocer los sitios más icónicos de la ciudad entre calles, callejones, túneles, teatros y templos. O participar de otros eventos que se desarrollan en las calles de la ciudad a lo largo del año tales como festivales, carreras, bazares o catas de vino, por mencionar algunos. Con base en esta dinámica se hizo el siguiente supuesto, en el que se considera que el visitante que busca hacer parte de estos eventos muy probablemente hace uso del sanitario en alguno de los establecimientos por lo menos una vez durante su estancia.

Para este escenario se incluyeron en la misma categoría los museos y teatros y los estacionamientos y baños públicos, ya que, de acuerdo con la dinámica del turismo, existe oferta cultural tanto en los establecimientos destinados a este fin como en las calles, en donde los baños públicos o los que están disponibles en estacionamientos son los más accesibles.

#### *Visitantes excursionistas.*

El porcentaje de excursionistas coincide con la fracción de visitantes que llega a la ciudad en auto propio (45%). Considerando esto, es probable que adicionalmente, estos

visitantes hagan por lo menos otro uso del WC en los establecimientos que son específicamente baños públicos y/o en los estacionamientos.

El consumo promedio de agua por turista en lo que respecta al uso de baños públicos en museos, teatros, baños públicos y estacionamientos es de 18 litros considerando el promedio en el uso del WC y lavado de manos (Pozo, 2014)

La **Ecuación (2)** utilizada para esta determinación es similar a la del escenario anterior, con la diferencia de que en esta se diferencia a los dos tipos de visitantes: culturales y excursionistas. Estos dos perfiles son independientes uno del otro, siendo que un excursionista puede ser también un visitante cultural.

$$HH_{D \text{ (baños públicos)}} = \frac{(Visitantes_{\text{(culturales o excursionistas)}})}{(HH_{D \text{ (WC y lavamanos)}})} \quad (2)$$

En donde:

$HH_{D \text{ (baños públicos)}}$  = Huella Hídrica directa en baños públicos.

$Visitantes_{\text{(culturales o excursionistas)}}$  = Número de visitantes con plan cultural o excursionistas por mes evaluado.

$HH_{D \text{ (WC y lavamanos)}}$  = Huella Hídrica directa en el uso del WC y lavamanos.

### Escenario 3. Hospedaje.

La HH directa del turista en los establecimientos de hospedaje se determinó con base en la información disponible de otras determinaciones de HH, considerando a los turistas que se hospedaron en hoteles y hostales en el periodo de estudio.

El consumo directo de agua en los establecimientos de hospedaje se resume en: ducha, uso del WC, lavado de dientes y lavado de manos. Este consumo corresponde a 194 litros por día por turista (Pozo, 2014). El tiempo de estancia promedio es de 1.2 días, valor que se determinó a partir de la información disponible en el perfil del visitante elaborado por el OTEG y en la base de datos de FONATUR. Este fue la base para la determinación llevada a cabo con la **Ecuación (3)**.

$$HH_{D \text{ (hospedaje)}} = (Visitantes)(HH_{D \text{ (ducha)}} + HH_{D \text{ (WC hospedaje)}} + HH_{D \text{ (lavado de dientes)}} + HH_{D \text{ (lavamanos)}})(1.2 \text{ días}) \quad (3)$$

En donde:

$HH_{D \text{ (hospedaje)}}$  = Huella Hídrica directa en establecimientos de hospedaje.

$Visitantes$  = Número de visitantes que pernoctan.

$HH_{D \text{ (ducha)}}$  = Huella Hídrica directa en ducha promedio.

$HH_{D \text{ (WC hospedaje)}}$  = Huella Hídrica directa en el uso del WC para huéspedes.

$HH_{D \text{ (lavado de dientes)}}$  = Huella Hídrica directa en lavado de dientes para huéspedes.

$HH_{D \text{ (lavamanos)}}$  = Huella Hídrica directa en lavado de manos para huéspedes.

1.2 días = Tiempo de estancia promedio del visitante que pernocta en Guanajuato

## Resultados

Con los escenarios planteados y los cálculos realizados, se estimó la HH directa el turismo en las categorías de hospedaje, alimentación, estacionamientos y uso de baños públicos de los visitantes en Guanajuato durante 2021 y 2022. Los resultados, expresados en metros cúbicos por mes evaluado, se presentan en la **Tabla 1**. En las columnas sombreadas en color azul se presentan los valores correspondientes a la HH directa de las componentes analizadas en este estudio.

Los valores obtenidos adquieren relevancia como punto de partida para analizar los resultados de este indicador para la actividad turística en la ciudad en estudios futuros, abarcando todas las dimensiones de la HH. De acuerdo con otras determinaciones realizadas en otros destinos turísticos, se ha concluido que la huella hídrica del turismo está conformada por el 99% de la huella indirecta y el resto de la directa, además de que en esta última el principal componente es el uso del agua en actividades de higiene personal, resultados similares se observaron durante el desarrollo de este trabajo, en el caso de la ciudad de Guanajuato no se considera el agua para beber ya que, en la mayoría de los casos esta proviene de empresas purificadoras o distribuidoras de agua envasada en garrafones. Si bien es cierto que algunos restaurantes consumen de las purificadoras locales, sería necesario profundizar en la localización y el origen del agua que estas plantas purifican para identificar a que dimensión pertenece su huella hídrica.

Tomando la información disponible en la base de datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPD), se tomó como referencia el volumen total extraído en 2024 para el abastecimiento de la ciudad de Guanajuato, equivalente a 21'009,605 m<sup>3</sup>. A partir de este dato, se estimó el porcentaje que representa la fracción de la HH directa determinada en este estudio, bajo el supuesto de

**Tabla 1.** HH directa del turismo expresada en metros cúbicos por mes evaluado.

| Mes | 2021                          |                                                             |                    |                     | 2022                          |                                                             |                    |                     |
|-----|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|
|     | Alimentación y bares (m³/mes) | Museos, teatros, baños públicos y estacionamientos (m³/mes) | Hospedaje (m³/mes) | HH directa (m³/mes) | Alimentación y bares (m³/mes) | Museos, teatros, baños públicos y estacionamientos (m³/mes) | Hospedaje (m³/mes) | HH directa (m³/mes) |
| Ene | 583.24                        | 636.21                                                      | 147.32             | 1,366.77            | 1,819.04                      | 280.39                                                      | 593.72             | 2,693.15            |
| Feb | 526.60                        | 630.47                                                      | 116.43             | 1,273.50            | 1,802.62                      | 253.16                                                      | 591.18             | 2,646.95            |
| Mar | 1,062.79                      | 752.27                                                      | 474.52             | 2,289.58            | 2,150.86                      | 510.93                                                      | 830.78             | 3,492.57            |
| Abr | 1,315.82                      | 924.95                                                      | 717.43             | 2,958.19            | 2,644.58                      | 632.57                                                      | 1,250.01           | 4,527.16            |
| May | 1,319.56                      | 602.44                                                      | 737.40             | 2,659.40            | 1,722.47                      | 634.37                                                      | 555.02             | 2,911.86            |
| Jun | 1,213.46                      | 652.17                                                      | 622.54             | 2,488.17            | 1,864.67                      | 583.36                                                      | 653.26             | 3,101.29            |
| Jul | 1,946.40                      | 1,008.07                                                    | 1,598.79           | 4,553.26            | 2,882.25                      | 935.70                                                      | 1,518.39           | 5,336.34            |
| Ago | 1,476.53                      | 894.70                                                      | 943.45             | 3,314.68            | 2,558.10                      | 709.84                                                      | 1,157.20           | 4,425.14            |
| Sep | 1,502.16                      | 813.18                                                      | 896.42             | 3,211.76            | 2,325.02                      | 722.16                                                      | 952.52             | 3,999.70            |
| Oct | 2,114.42                      | 1,269.13                                                    | 1,851.82           | 5,235.36            | 2,890.79                      | 1,016.49                                                    | 2,313.94           | 6,221.23            |
| Nov | 2,047.57                      | 972.55                                                      | 1,791.81           | 4,811.93            | 2,780.68                      | 984.36                                                      | 1,493.43           | 5,258.47            |
| Dic | 2,044.35                      | 866.09                                                      | 1,658.80           | 4,569.24            | 2,476.30                      | 982.81                                                      | 1,156.29           | 4,615.40            |

que el agua se distribuye de manera proporcional a lo largo de todo el año. Los resultados de este ejercicio se presentan en la **Tabla 2**. Sin embargo, en la práctica esta distribución no ocurre de forma uniforme; por ello resulta necesario analizar la variabilidad estacional de la oferta de agua y compararla con la dinámica de la HH del sector turístico.

Es relevante señalar que, según el último diagnóstico sectorial, el organismo operador de agua reporta una eficiencia física del 64%. Considerando este factor, se calculó el porcentaje que representa la HH directa del turismo ajustando los valores a dicha eficiencia. Los resultados de este análisis se presentan en la **Tabla 3**.

Estos porcentajes representan una estimación aproximada, ya que se basan en el volumen total de agua extraída en el municipio, mientras que la zona de estudio cubre solo una parte de la ciudad. Además, es importante tener en cuenta que la extracción de agua no ocurre de manera uniforme a lo largo del año. A pesar de estas limitaciones, resulta pertinente incluirlos, considerando que la bibliografía indica que, en destinos turísticos, el turismo generalmente representa alrededor del 1% del consumo total de agua, llegando al 5% o 6% en lugares donde esta actividad es especialmente significativa (Casals Miralles *et al.*, 2023; Revilla Calderón, 2022; Zhang *et al.*, 2017).

## Discusión

Para Guanajuato, el comportamiento de la HH es similar a otras determinaciones en las que la componente directa no alcanza el 1%, además de las diferencias que representa el tipo de visitante que recibe la ciudad y las actividades que realiza. Sin embargo, estas diferencias también resaltan la importancia de estudiar en mayor detalle la dinámica del turista en la ciudad para identificar patrones específicos de consumo de agua directo en establecimientos como baños públicos, estacionamientos, restaurantes, cafeterías, teatros y museos.

Para futuros estudios, sería relevante incluir servicios que operan de manera no regulada y cuyos consumos no están reflejados en los volúmenes facturados por el organismo operador, como los comercios ambulantes, servicios informales, guías turísticos y transporte no registrado.

El análisis del consumo de agua en los establecimientos turísticos de Guanajuato reveló que representan el 2.5% del volumen total extraído anualmente en la ciudad y el 4.4% al considerar la eficiencia física reportada por el organismo operador. Estos se encuentran dentro del rango global estimado para el turismo (1% - 5%), lo que indica que el comportamiento de Guanajuato es consistente con otros destinos. Sin embargo, es fundamental profundizar

**Tabla 2.** Proporción mensual (%) de la HH azul directa del sector turístico respecto al volumen total de agua extraído para el abastecimiento urbano en Guanajuato capital.

| Mes        | % HH directa /<br>Volumen extraído<br>(REPDa) 2021 | % HH directa /<br>Volumen extraído<br>(REPDa) 2022 |
|------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Enero      | 0.08%                                              | 0.15%                                              |
| Febrero    | 0.07%                                              | 0.15%                                              |
| Marzo      | 0.13%                                              | 0.20%                                              |
| Abril      | 0.17%                                              | 0.26%                                              |
| Mayo       | 0.15%                                              | 0.17%                                              |
| Junio      | 0.14%                                              | 0.18%                                              |
| Julio      | 0.26%                                              | 0.30%                                              |
| Agosto     | 0.19%                                              | 0.25%                                              |
| Septiembre | 0.18%                                              | 0.23%                                              |
| Octubre    | 0.30%                                              | 0.36%                                              |
| Noviembre  | 0.27%                                              | 0.30%                                              |
| Diciembre  | 0.26%                                              | 0.26%                                              |

en el impacto del turismo, especialmente en el consumo indirecto de agua, para diseñar estrategias de gestión hídrica más efectivas y sostenibles.

### Conclusiones

La determinación de la HH azul directa del sector turístico en Guanajuato capital evidencia que, aunque su magnitud relativa respecto al volumen total extraído es porcentualmente moderada, el turismo se constituye como un usuario hídrico significativo y espacialmente concentrado en la zona patrimonial de la ciudad. Este estudio demuestra que es viable estimar la HH directa del turismo a partir del perfil del visitante y el consumo en establecimientos de servicio, generando una base cuantitativa para su incorporación en la planeación hídrica local.

Los resultados confirman que la componente directa se concentra principalmente en el uso de sanitarios y servicios asociados a la atención del visitante, lo que abre oportunidades concretas para implementar medidas de eficiencia hídrica en infraestructura turística. Asimismo, al ubicarse dentro del rango global reportado para destinos turísticos, el caso de Guanajuato es consistente con otros sitios, pero adquiere particular relevancia debido a su contexto de estrés hídrico regional.

Más allá de la magnitud porcentual estimada, la principal aportación del estudio radica en visibilizar al turismo como actor hídrico relevante en la región. En este sentido, integrar la HH del turismo en los instrumentos

**Tabla 3.** Proporción mensual (%) de la HH azul directa del sector turístico respecto al volumen total de agua extraído para el abastecimiento urbano en Guanajuato capital considerando la eficiencia del organismo operador.

| Mes        | % HH directa /<br>Volumen extraído<br>(REPDa) 2021 | % HH directa /<br>Volumen extraído<br>(REPDa) 2022 |
|------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Enero      | 0.12%                                              | 0.24%                                              |
| Febrero    | 0.11%                                              | 0.24%                                              |
| Marzo      | 0.20%                                              | 0.31%                                              |
| Abril      | 0.26%                                              | 0.40%                                              |
| Mayo       | 0.24%                                              | 0.26%                                              |
| Junio      | 0.22%                                              | 0.28%                                              |
| Julio      | 0.41%                                              | 0.48%                                              |
| Agosto     | 0.30%                                              | 0.39%                                              |
| Septiembre | 0.29%                                              | 0.36%                                              |
| Octubre    | 0.47%                                              | 0.56%                                              |
| Noviembre  | 0.43%                                              | 0.47%                                              |
| Diciembre  | 0.41%                                              | 0.41%                                              |

de gestión urbana y ambiental resulta fundamental para avanzar hacia modelos de gobernanza que articulen desarrollo económico, conservación patrimonial y seguridad hídrica.

Como línea futura de investigación, se propone ampliar el análisis hacia la HH indirecta del turismo, incorporar servicios no regulados y desarrollar escenarios comparativos que permitan orientar políticas públicas bajo un enfoque de sustentabilidad hídrica integral.

El estudio ha permitido además el acercamiento con el organismo operador SIMAPAG, lo que abre posibilidades para futuras colaboraciones en la mejora de la eficiencia hídrica del sector.

### Agradecimientos

Este trabajo fue realizado como parte del proyecto de tesis de la Maestría en Ciencias del Agua. Se agradece el apoyo de la Universidad de Guanajuato, la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por la beca otorgada, y a SIMAPAG por su disposición y datos compartidos.

### Referencias

Casals Miralles C, Barioni D, Serena Mancini M, Colón Jordà J, Boy Roura M, Ponsá Salas S, Llenas Argelaguet L, Galli A (2023). The Footprint of tourism: a review of Water, Carbon, and Ecological

- Footprint applications to the tourism sector. *Journal of Cleaner Production* 422:1-16. doi:[10.1016/j.jclepro.2023.138568](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138568)
- Cazcarro I, Hoekstra AY, Sánchez Chóliz J (2014). The water footprint of tourism in Spain. *Tourism Management* 40:90-101. doi:[10.1016/j.tourman.2013.05.010](https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.05.010)
- Cepeda Loya MS (2019). *Estimación de la huella hídrica del turismo en el municipio de Los Cabos* [Colegio de México]. <https://hdl.handle.net/20.500.11986/COLMEX/10001854>
- Civit B, Arena A, Curadelli S, Piastrellini R (2012). *Water footprint of the tourism sector in Chacras de Coria, Mendoza, Argentina*. <https://imd.uncuyo.edu.ar/upload/barbara-civit.pdf>
- IMPLAN (2019). *Plan Municipal de Desarrollo Guanajuato 2040*. <https://www.guanajuatocapital.gob.mx/wp-content/uploads/2020/07/PMD-GTO40.pdf>
- Olmedo Neri RA (2020). La gentrificación turística de Airbnb: análisis socioespacial de dos monumentos en la Ciudad de México. *Persona & Sociedad* XXXIV:45-70. <https://personaysociedad.uahurtado.cl/index.php/ps/article/view/305/257>
- Ortiz Álvarez MI, Tamayo Pérez LMO, González Sánchez J, Villaseñor Franco A (2017). Guanajuato, «ciudad patrimonio de la humanidad». ¿Oportunidad o desafío para el turismo sostenible? *Arbor* 193(785). doi:[10.3989/arbor.2017.785n3008](https://doi.org/10.3989/arbor.2017.785n3008)
- Pozo P (2014). *Aplicación del indicador huella hídrica para el estudio de sustentabilidad del turismo en la localidad de Baños de Agua Santa, Tungurahua, Ecuador* [Universidad Nacional del Litoral]. <http://hdl.handle.net/11185/705>
- Revilla Calderón V (2022). *Reporte de Huella Hídrica del Turismo Receptivo en Bolivia*. <https://sdsnbolivia.org/wp-content/uploads/2022/11/Huella-Hidrica-Working-paper.pdf>
- Xiao Z, Muhtar P, Huo W, An C, Yang L, Zhang F (2021). Spatial and temporal differentiation of the tourism water footprint in Mainland China and its influencing factors. *Sustainability (Switzerland)* 13(18). doi:[10.3390/su131810396](https://doi.org/10.3390/su131810396)
- Hoekstra Y, Chapagain AK, Aldaya AM, Mekonnen M (2011). *Manual de evaluación de la huella hídrica*.
- Zhang J-H, Zhang Y, Zhou J, Liu Z-H, Zhang H-L, Tian Q (2017). Tourism water footprint: an empirical analysis of Mount Huangshan. *Asia Pacific Journal of Tourism Research* 22(10):1083-1098. doi:[10.1080/10941665.2017.1369134](https://doi.org/10.1080/10941665.2017.1369134)
- Zhang Y, Tian Q (2022). Water-tourism nexus: impact of the water footprint of inbound tourists to China. *Water Supply* 22(3):2546-2559. doi:[10.2166/WS.2021.455](https://doi.org/10.2166/WS.2021.455)