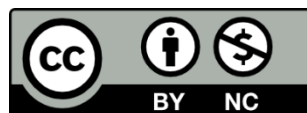


IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA “WATER SENSITIVE CITIES INDEX -
WSCI” EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO, COMO ESTRATEGIA TÉCNICA QUE
EVIDENCIA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO



YEIMI CAROLAING SALAMANCA MEDINA



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2024

IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA “WATER SENSITIVE CITIES INDEX -
WSCI” EN LA CIUDAD DE VILLAVICENCIO, COMO ESTRATEGIA TÉCNICA QUE
EVIDENCIA LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

YEIMI CAROLAING SALAMANCA MEDINA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniera Ambiental

Director

PhD. CHRISTIAN JOSÉ ROJAS REINA

Doctor en Ingeniería Ambiental

Codirector

Mg. WILLIAM PEÑARANDA ZARATE

Magíster en Educación

Especialista en Planeación Ambiental

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
VILLAVICENCIO

2024

Autoridades Académicas

P. Álvaro José ARANGO RESTREPO, O.P.

Rector General

P. Mauricio Antonio CORTÉS GALLEGO, O.P.

Vicerrector Académico General

P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.

Rector Seccional Villavicencio

P. Adrián Mauricio GARCÍA PEÑARANDA, O.P.

Vicerrector Académico Seccional Villavicencio

Mg. Julieth Andrea SIERRA TOBÓN

Secretaria General Seccional Villavicencio

Mg. William PEÑARANDA ZÁRATE

Decano de la Facultad de Ingeniería Ambiental

Título del macroproyecto

Relación entre el desarrollo urbanístico y la configuración de redes hídricas en las ciudades intermedias de Colombia, entre 1990 y 2020. Caso particular Villavicencio, Meta.

Título específico

Implementación de la metodología “Water Sensitive Cities Index” en la ciudad de Villavicencio-Meta, como estrategia técnica que evidencia la gestión del recurso hídrico

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción	10
Objetivos.....	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos.....	11
Justificación	12
Metodología	13
Resultados y análisis	14
Herramienta de índice wsc	15
Proceso de calificación.....	16
Interpretación de las puntuaciones del índice wsc	17
Objetivo # 1. Garantizar una buena gobernanza sensible al agua	18
Objetivo # 2. Incrementar el Capital Comunitario	20
Objetivo # 3. Lograr la equidad de los servicios esenciales	21
Objetivo # 4. Mejorar la productividad y la eficiencia de los recursos	23
Objetivo # 5. Mejorar la Salud Ecológica	25
Objetivo # 6. Garantizar un espacio urbano de calidad.....	26
Objetivo # 7. Promover la infraestructura adaptativa.	28
Análisis General de los Resultados del Índice de Ciudades Sensibles al Agua (WSCI) en Villavicencio.....	29
Conclusiones.....	32
bibliografía.....	34

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Lista de participantes.....	17
Tabla 2. Índice de valoración.	18

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Resultados del primer objetivo: Garantizar una buena gobernanza sensible al agua en Villavicencio.	19
Figura 2. Resultados del segundo objetivo: Incrementar el capital comunitario en la gestión del agua en Villavicencio.	20
Figura 3. Resultados del tercer objetivo: Lograr la equidad de los servicios esenciales relacionados con el agua en Villavicencio.	22
Figura 4. Resultados del cuarto objetivo: Mejorar la productividad y eficiencia en el uso de los recursos hídricos en Villavicencio.	23
Figura 5. Resultados del quinto objetivo: Mejorar la salud ecológica del sistema hídrico en Villavicencio.	25
Figura 6. Resultados del sexto objetivo: Garantizar un espacio urbano de calidad en relación con la gestión del agua en Villavicencio.	26
Figura 7. Resultados del séptimo objetivo: Promover la infraestructura adaptativa para la gestión del agua en Villavicencio.	28
Figura 8. Resultados generales de la evaluación de la gestión del agua en Villavicencio mediante el Índice WSCI.	29

Resumen

Este informe presenta los resultados de la aplicación de la metodología "Water Sensitive Cities Index" (WSCI) en la ciudad de Villavicencio, Meta, con el fin de evaluar la gestión del recurso hídrico en el sistema de acueductos. El estudio se enmarca dentro del megaproyecto que analiza la relación entre el desarrollo urbanístico y la configuración de redes hídricas en ciudades intermedias de Colombia. Se identificaron los principales cambios en la morfología urbana de la ciudad y su impacto en la infraestructura hídrica a través de un análisis multitemporal. Se incluyeron tres grupos focales (usuarios, academia y gestores) para la valoración de los 34 indicadores del WSCI, utilizando una escala basada en la metodología de la OIT (2021). Los resultados evidencian tanto avances como áreas de mejora en la gestión del agua, destacando la importancia de la planificación hídrica y la participación de los actores locales.

Palabras clave: gestión hídrica, Water Sensitive Cities Index, Villavicencio, infraestructura hídrica, desarrollo urbanístico, grupos focales.

Abstract

This report presents the findings from the application of the "Water Sensitive Cities Index" (WSCI) methodology in Villavicencio, Meta, aimed at evaluating the management of water resources in the city's water supply system. The study is part of a broader project analyzing the relationship between urban development and water network configuration in intermediate Colombian cities. Key changes in the urban morphology and their impact on water infrastructure were identified through multitemporal analysis. Three focus groups (users, academia, and managers) assessed the 34 WSCI indicators using a scale based on the ILO (2021) methodology. The results reveal both progress and areas for improvement in water management, emphasizing the importance of water planning and local stakeholder engagement.

Keywords: water management, Water Sensitive Cities Index, Villavicencio, water infrastructure, urban development, focus groups.

Introducción

El agua es un recurso natural vital tanto para los seres vivos como para las actividades económicas que se desarrollan en el mundo (Molden, 2010). Además, favorece la sostenibilidad de los ecosistemas y de los bienes y servicios que estos ofrecen (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco), 2018). Sin embargo, el crecimiento continuo de las industrias y de la población ha reducido la disponibilidad efectiva del recurso hídrico, lo que conlleva consecuencias como la baja calidad del agua para el suministro de agua potable (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD), 2015).

Por ello, es crucial llevar a cabo proyectos que analicen las dinámicas socioeconómicas de los seres humanos y su impacto en el manejo del recurso hídrico en distintas regiones del mundo. En el caso específico de Villavicencio, Meta, se está desarrollando un proyecto que relaciona el desarrollo urbanístico y la configuración de redes hídricas en las ciudades intermedias de Villavicencio y Hamburgo entre 1990 y 2020. Este proyecto busca encontrar nuevas herramientas y soluciones para la gestión del recurso hídrico, a través de la experiencia de la ciudad de Hamburgo. Con el fin de apoyar este macroproyecto, la auxiliatura de investigación se centra en el tercer objetivo específico, que consiste en analizar los cambios territoriales en Villavicencio y su influencia en la configuración del sistema hídrico de la ciudad.

Para ello, se deberá examinar las dinámicas socioambientales relacionadas con el uso, aprovechamiento y manejo del recurso hídrico en Villavicencio. Dado el rápido crecimiento de la ciudad en las últimas décadas, se han presentado problemas en la gestión del recurso hídrico. Para abordar esta variedad de factores, se empleará la metodología “Water Sensitive Cities Index” para caracterizar Villavicencio y sentar un precedente que permita realizar comparaciones con otras ciudades del mundo que han utilizado esta metodología para mejorar su gestión del recurso hídrico. Este índice surge a partir de una apreciación de la gestión del recurso hídrico, más allá de los aspectos técnicos, si no también observando la precepción que tiene la gobernabilidad, espacios verdes de la ciudad y otros aspectos sociales que inciden en el recurso hídrico. Este análisis comparativo entre ambas ciudades contribuirá a identificar principios y prácticas sensibles al recurso hídrico que favorezcan un desarrollo sostenible, que es uno de los objetivos del macroproyecto.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la aplicación de la metodología “Water Sensitive Cities Index - WSCI” en la ciudad de Villavicencio al sistema de acueductos, como estrategia técnica que evidencie la gestión del recurso hídrico.

Objetivos específicos

1. Identificar los principales cambios generados por la transformación de la ciudad en relación con el sistema de abastecimiento hídrico a través de un análisis multitemporal de la morfología urbana.
2. Relacionar los factores que han influenciado el manejo del recurso hídrico con los diferentes actores establecidos en la zona producto del trabajo participativo con grupos focales.
3. Valorar el nivel del manejo del recurso hídrico que alcanzan los diferentes actores mediante la caracterización y aplicación del índice WSCI “Water Sensitive Cities Inx”

Justificación

En los últimos 20 años, el desarrollo industrial, poblacional y comercial en la ciudad de Villavicencio ha afectado de manera directa los cuerpos hídricos, especialmente debido al incremento en la demanda (García y otros, 2019). Este impacto es evidente en las 2,227 hectáreas declaradas en expansión urbana por la Administración Municipal a través de la aprobación del nuevo Plan de Ordenamiento Territorial del municipio (Concejo Municipal de Villavicencio, 2015, Acuerdo No.297 de 2015). El aumento en la demanda ha llevado a la implementación de diversas soluciones, como la construcción de sistemas de abastecimiento y tratamiento de aguas residuales para grupos domésticos. Sin embargo, estos sistemas a menudo carecen de componentes técnicos adecuados, lo que modifica las redes hídricas de la ciudad. (Mora Beltrán y otros, 2019).

Por otro lado, se han desarrollado estrategias para mitigar los impactos negativos de estas actividades y preservar este recurso finito, fundamental para la vida (Muy-Cabrera y otros, 2021). Esta investigación tiene como objetivo aplicar la metodología "Water Sensitive Cities Index" en Villavicencio, utilizando esta herramienta técnica para evaluar la gestión del agua en la ciudad.

A través de esta auxiliatura, se pretende contribuir al proyecto DAAD-PROCOL proporcionando resultados que establezcan un punto de partida para comparar los cambios territoriales en Villavicencio y su impacto en el manejo del recurso hídrico. Este análisis facilitará la comprensión de cómo los cambios territoriales en la región afectan la configuración del recurso hídrico en Villavicencio, y cumple con uno de los objetivos específicos del proyecto.

Metodología

La metodología aplicada se desarrolla bajo el marco del megaproyecto “Relación entre el desarrollo urbanístico y la configuración de redes hídricas en las ciudades intermedias de Colombia, entre 1990 y 2020. Caso particular Villavicencio, Meta. La contribución que realiza esta Auxiliatura a dicho proyecto, se describe en las siguientes fases:

Fase 1: Evaluar el contexto de la gestión del recurso de la ciudad de Villavicencio a través de la consulta de información secundaria con énfasis el sistema de abastecimiento hídrico. Para ejecutar esta fase, se realizaron las siguientes actividades:

1. Consultar bibliográficamente como ha sido la gestión del recurso hídrico en la ciudad de Villavicencio
2. Contextualizar en el marco del WSCI, como se han comportado los factores mas importantes en la ciudad, para contrastar con los resultados obtenidos, una vez se implemente el WSCI.
3. De acuerdo con la bibliografía consultada del WSCI, postular las preguntas para cada factor del método.

Fase 2: Implementar la herramienta de WSCI de forma participativa sin intervención valorativa en diferentes grupos focales de la ciudad de Villavicencio. Para ello, se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Construcción de una herramienta valorativa con las preguntas del WSCI usando una escala valorativa del 1 al 5.
2. Seleccionar los grupos focales para la evaluación de los factores del WSCI.
3. Valoración de los factores del WSCI por parte de los integrantes de los grupos focales

Fase 3: Valorar el nivel del manejo del recurso hídrico en la ciudad de acuerdo con la percepción los resultados de la caracterización y aplicación del índice WSCI “Water Sensitive Cities Index” y analizar los resultados dentro del contexto actual de la ciudad de Villavicencio.

1. Analizar los resultados obtenidos de los diferentes factores del WSCI.
2. Representar gráficamente los resultados de los elementos de cada factor.
3. Analizar los resultados obtenidos del WSCI para la ciudad de Villavicencio y valorar dentro del contexto actual, identificando las fortalezas y debilidades en la gestión del recurso hídrico, de acuerdo con los factores evaluados.

Resultados y análisis

Durante el proceso de la auxiliatura de investigación, se llevó a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica utilizando diversas bases de datos, como ScienceDirect, Environment Complete y Google Scholar, entre otras. También se consultaron páginas oficiales del gobierno municipal, departamental, nacional y de las autoridades ambientales competentes. Este trabajo permitió recopilar y analizar información relevante sobre el manejo hídrico en la ciudad de Villavicencio durante los últimos 20 años.

El análisis de la información recopilada concluyó que el rápido crecimiento urbano en Villavicencio ha presentado varios desafíos en términos de ordenamiento territorial. Este fenómeno, impulsado por la migración poblacional y el auge económico en la región, ha puesto a prueba la capacidad de la ciudad para adaptarse a las nuevas demandas.

Uno de los principales retos ha sido la actualización y adaptación del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) (Concejo Municipal de Villavicencio, 2015). La expansión urbana ha generado nuevas necesidades en infraestructura y servicios públicos, requiriendo ajustes en la planificación urbana para garantizar un desarrollo sostenible y equitativo.

Durante este período, Villavicencio ha experimentado un notable crecimiento poblacional, lo que ha llevado al desarrollo de barrios tanto formales como informales. En estas áreas, las comunidades han tomado la iniciativa de crear sus propios sistemas de abastecimiento de agua, operando de manera descentralizada. En 2015, como parte del POT, se realizó un inventario exhaustivo de estos sistemas comunitarios, identificando un total de 64. Sin embargo, la mayoría de estos sistemas no cumplen con los estándares mínimos de calidad y continuidad del servicio (Concejo Municipal de Villavicencio, 2015).

En respuesta a esta situación, se han implementado medidas para transferir la operación de algunos de estos sistemas a la empresa de acueducto y alcantarillado de Villavicencio. Sin embargo, la viabilidad económica y operativa de esta estrategia sigue siendo incierta. En 2016, la Empresa de Servicios Públicos del Meta (EDESA SA ESP), como entidad gestora y ejecutora de proyectos de agua potable y saneamiento básico, realizó un estudio exhaustivo bajo el contrato de consultoría No. 120 – 2016. Este estudio, titulado "Formulación de un plan de acción y análisis de alternativas de aseguramiento para la prestación del servicio en el área urbana de Villavicencio con operadores distintos a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Villavicencio EAAV

ESP", tuvo como objetivo analizar el estado actual del abastecimiento de agua en la zona urbana de Villavicencio, con énfasis en los operadores distintos a la empresa municipal. Los hallazgos proporcionaron información valiosa para la toma de decisiones estratégicas sobre la gestión del agua potable en la ciudad (Alcaldía de Villavicencio, 2024).

Villavicencio, al igual que muchas otras ciudades, enfrenta presiones derivadas del cambio climático, el crecimiento demográfico y la creciente urbanización. Por lo tanto, es fundamental gestionar adecuadamente los recursos hídricos para mejorar la habitabilidad, sostenibilidad, resiliencia y productividad de la ciudad. Esto requiere una alineación significativa en la planificación, diseño y prestación de los servicios del sistema de agua. (Wong, 2016).

Herramienta de índice wsc

El WSCI fue desarrollado por el Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities (CRCWSC), un consorcio de instituciones de investigación, gobiernos, y empresas en Australia, con el propósito de abordar los desafíos relacionados con la gestión del agua en entornos urbanos. Se originó como parte de una tendencia global hacia el urbanismo sensible al agua, que busca transformar las ciudades en sistemas más equilibrados desde el punto de vista ecológico, donde el agua sea un recurso clave para promover la biodiversidad, la calidad de vida y la sostenibilidad (Chesterfield et al., 2020).

Este índice permite comparar ciudades, ya sea a nivel metropolitano o municipal, en función de su desempeño frente a una variedad de indicadores de agua urbana que caracterizan a una ciudad sensible al agua. De este modo, las organizaciones pueden establecer objetivos y colaborar más eficazmente para gestionar el agua de manera que las comunidades urbanas sean habitables, productivas, resilientes y sostenibles (Chesterfield et al., 2020).

El Índice WSC tiene varios objetivos, entre los cuales se incluyen:

- Proporcionar una herramienta de comunicación para describir los atributos clave de una ciudad sensible al agua.
- Articular un conjunto compartido de objetivos para una Ciudad Sensible al Agua.
- Fomentar la colaboración entre las partes interesadas.
- Proporcionar puntos de referencia para el desempeño sensible al agua de una ciudad o municipio.

- Medir el progreso y la dirección hacia el logro de los objetivos de Ciudad Sensible al Agua.
- Ayudar a los tomadores de decisiones a priorizar acciones, definir responsabilidades y fomentar la rendición de cuentas en prácticas relacionadas con el agua.

Proceso de calificación

En el marco de esta auxiliatura de investigación, se aplicó la metodología WSC en Villavicencio, Colombia. Esto mediante una encuesta teniendo en cuenta los 34 indicadores del WSC Index para evaluar la gestión del agua en la ciudad. Para ello, se convocaron tres grupos focales formados por individuos influyentes en la comunidad local.

Grupo focal 1 (Usuarios): El primer grupo estuvo compuesto por 15 estudiantes de pregrado en ingeniería ambiental de la Universidad Santo Tomás, sede Villavicencio. Al ser estudiantes de Ingeniería ambiental cuenta con un conocimiento superior al promedio para la evaluación de la gestión del agua en la ciudad que habita, pero desde una perspectiva del conocimiento adquirido durante la carrera, que permite una valoración más objetiva.

Grupo Focal 2 (Academia): El segundo grupo incluyó a 7 docentes universitarios de la misma institución, quienes aportaron su perspectiva académica y experiencia profesional. La academia al ser un generador de conocimiento científico y conocedora de las tecnologías avanzadas para enfrentar los desafíos del agua, como la escasez, la contaminación, y el manejo eficiente, permite dar una percepción técnica sobre los factores evaluados. Por ejemplo, el interrelacionamiento que tiene la Academia con Alcaldía, Gobernación, CORMACARENA, etc, permite percibir como es esa relación entre la técnica y la implementación por parte de las autoridades ambientales competentes.

Grupo Focal 3 (Gestores): Finalmente, el tercer grupo estuvo integrado por 6 funcionarios públicos, quienes ofrecieron valiosos aportes sobre las políticas y acciones implementadas por el gobierno local en relación con el tema de estudio. Este grupo al ser conformado por funcionarios públicos del sector agua tienen experiencia directa en la gestión diaria de la distribución, tratamiento y saneamiento del agua. Esto les da un conocimiento profundo de las necesidades técnicas, desafíos operativos y mejores prácticas para asegurar un suministro de agua eficiente y sostenible. Su perspectiva es valiosa para desarrollar estrategias más efectivas que respondan a problemas como la infraestructura obsoleta, fugas, o eficiencia energética.

Se les solicitó a los participantes que asignaran una puntuación en una escala de 1 a 5 para cada uno de los 34 indicadores, según su percepción de la situación actual en la ciudad. La encuesta se dividió en varias secciones, cada una enfocada en uno de los siete objetivos clave del WSC Index, e incluyó preguntas relacionadas con los indicadores correspondientes. Esta diversidad de participantes aseguró una representación amplia de diferentes perspectivas y conocimientos pertinentes para el estudio realizado.

A continuación, se detalla la composición de cada grupo focal, incluyendo el nombre y la filiación de cada participante:

Tabla 1. Lista de participantes.

ORGANIZACIÓN	NOMBRE	ROL
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	JEFERSON ANDRÉS MELO VARGAS	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	LEONARDO TRIANA	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	SANTIAGO	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	EMILY CAMILA CORTES DELGADO	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	JUAN PABLO GRANADOS ROA	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	ANDREA VIVIANA MORA DIAZ	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	SERGIO WILCHES	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	DANIEL ALEJANDRO SERJE	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	HEIDY GOMEZ AMAYA	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	MILDRED CATHERINE	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	MARÍA JOSÉ FORERO TELLEZ	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	CATALINA ALFONSO BOHÓRQUEZ	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	CAMILO ANDRÉS GARCÍA CRUZ	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	DAHMYLER STEVEN BOHÓRQUEZ CA	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	TATIANA CAROLINA VILLAMIZAR VA	ESTUDIANTE
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	JORGE ELIECER PARDO MAYORGA	DOCENTE UNIVERSITARIO
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	LEYDY JOHANNA ARBOLEDA MONTE	DOCENTE UNIVERSITARIO
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	ALBERTO CORTES SANTOS	DOCENTE UNIVERSITARIO
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	DANIEL EDUARDO TRUJILLO GONZAL	DOCENTE UNIVERSITARIO
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	MARIA PATRICIA RODRÍGUEZ	DOCENTE UNIVERSITARIO
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	LEONARDO ALEXIS ALONSO GOMEZ	DOCENTE UNIVERSITARIO
UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	CHRISTIAN JOSE ROJAS REINA	DOCENTE UNIVERSITARIO
EAAV	NATALIA RODRÍGUEZ MÁRQUEZ	INGENIERA EAAV
SEC. AMBIENTE DEPARTAMENTAL	JOSÉ ESTEBAN TRUJILLO ALARCÓN	FUNCIONARIO SEC. AMBIENTE DEPARTAMENTAL
EAAV	ANDRÉS ENRIQUE MARTÍNEZ ESCOBA	PROFESIONAL ESPECIALIZADO EAAV
CORMACARENA	LINA CAROLINA DÍAZ JARAMILLO	SUBDIRECTORA AUTORIDAD AMBIENTAL - CORMACARENA
EAAV	ANDRÉS CASTIBLANCO	GERENTE TÉCNICO EAAV
EAAV	JOSÉ RAMÍREZ CASTRO	INGENIERO AMBIENTAL

Interpretación de las puntuaciones del índice wsc

Las puntuaciones obtenidas a través de esta metodología pretenden proporcionar una base para la interpretación frente a cada uno de los objetivos e indicadores. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la encuesta realizada con el Índice WSC (Water Sensitive Cities Index), que incluye 34 indicadores distribuidos en siete objetivos clave. Cada indicador fue evaluado en

una escala de 1 a 5 por los participantes de los grupos focales, quienes ofrecieron su percepción sobre la gestión del agua en Villavicencio.

Para la valoración se utilizó una escala de cinco puntos basada en la metodología de la Organización Internacional del Trabajo (International Labour Organization, 2021), donde 1 representa un desempeño insuficiente y 5 un desempeño excelente (ver Tabla 2).

Tabla 2. Índice de valoración.

Valoración	Criterio Cualitativo
4.6 – 5	Cumple Plenamente
4 – 4.5	Cumple en Alto Grado
3 – 3.9	Cumple Aceptablemente
2 – 2.9	Cumple Insatisfactoriamente
1 – 1.9	No se cumple

Nota. Adaptado de la (International Labour Organization, 2021).

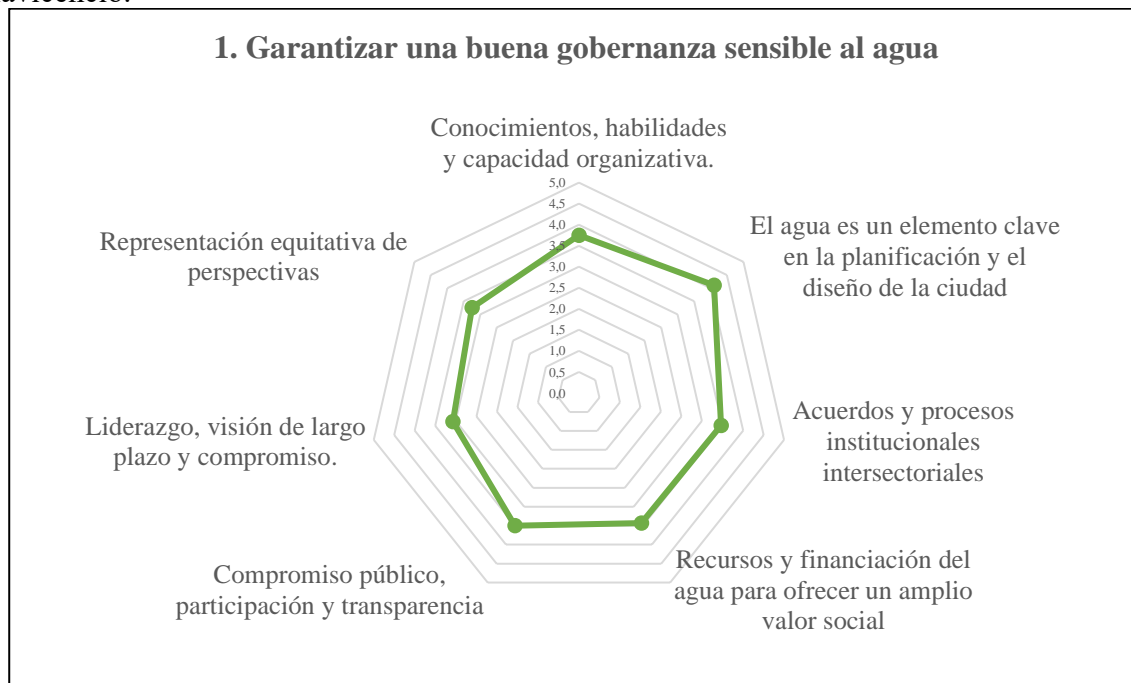
Los datos obtenidos reflejan la evaluación detallada de cada aspecto de la gestión hídrica y permiten identificar áreas específicas de fortaleza y debilidad. La siguiente sección desglosará las puntuaciones asignadas a cada objetivo, proporcionando un panorama claro sobre la situación actual y facilitando el análisis de los resultados en función de los objetivos establecidos.

Objetivo # 1. Garantizar una buena gobernanza sensible al agua

El primer objetivo del Índice de Ciudades Sensibles al Agua (WSCI) se enfoca en garantizar una gobernanza eficaz y sensible al agua, aspecto crucial para la gestión sostenible de los recursos hídricos en cualquier ciudad. Este objetivo evalúa la capacidad de las instituciones y políticas locales para integrar consideraciones relacionadas con el agua en la toma de decisiones y la planificación urbana.

Para abordar este objetivo, la encuesta incluyó indicadores que miden la eficacia de las políticas de gestión del agua, la participación de la comunidad en la toma de decisiones y la transparencia en la gobernanza hídrica. La evaluación de la gobernanza sensible al agua en Villavicencio refleja tanto fortalezas como áreas de mejora significativas.

Figura 1. Resultados del primer objetivo: Garantizar una buena gobernanza sensible al agua en Villavicencio.



Los conocimientos técnicos y las capacidades organizativas de la ciudad cumplen aceptablemente, con una puntuación de 3.8, lo que denota un buen manejo del agua. Además, el agua es un elemento clave en la planificación urbana, destacándose con una puntuación de 4.1 lo que indica un desempeño en alto grado. Esto indica que Villavicencio ha incorporado consideraciones hídricas en su planificación, y la sostenibilidad futura del recurso hídrico. Sin embargo, según el Informe de Gestión Hídrica de Villavicencio (Alcaldía de Villavicencio, 2022a), las mayores deficiencias se observan en los acuerdos y procesos institucionales intersectoriales, así como en la financiación del agua, ambos con una baja calificación. Esto sugiere la necesidad urgente de fortalecer la cooperación entre sectores y asegurar recursos financieros adecuados.

Igualmente, el compromiso público y la transparencia, así como el liderazgo y la visión a largo plazo, requieren un mayor impulso, ya que ambos obtienen puntuaciones intermedias. La falta de un marco claro para fomentar la participación ciudadana y la rendición de cuentas puede limitar la efectividad de la gobernanza. Si bien la representación equitativa de perspectivas recibe una puntuación de 3.3, que aunque en el rango de cumplimiento aceptable, presenta un valor bajo, lo que indica algún progreso en la inclusión de diferentes actores, aún es necesario ampliar esta representación, especialmente de grupos vulnerables como comunidades indígenas y rurales.

Según la Secretaría de Planeación de Villavicencio, la inclusión de diversas voces es crucial para desarrollar políticas que aborden adecuadamente las necesidades locales. (Alcaldía de Villavicencio, 2023a).

Objetivo # 2. Incrementar el Capital Comunitario

Este objetivo busca evaluar el nivel de participación, preparación y corresponsabilidad de la comunidad en la gestión del agua en Villavicencio.

Figura 2. Resultados del segundo objetivo: Incrementar el capital comunitario en la gestión del agua en Villavicencio.



Los indicadores analizados reflejan las percepciones de los participantes en relación con la alfabetización sobre el agua, la conexión comunitaria con los recursos hídricos y la capacidad de respuesta ante eventos extremos, entre otros aspectos clave. Según la puntuación obtenida, este objetivo de incrementar el capital comunitario en Villavicencio presenta fortalezas y debilidades claras.

La comunidad muestra un nivel mínimo sobre el agua (3.1) (cumple aceptablemente) y un acceso al agua aceptable (conexión al agua) (3.5), lo que es fundamental para fomentar una

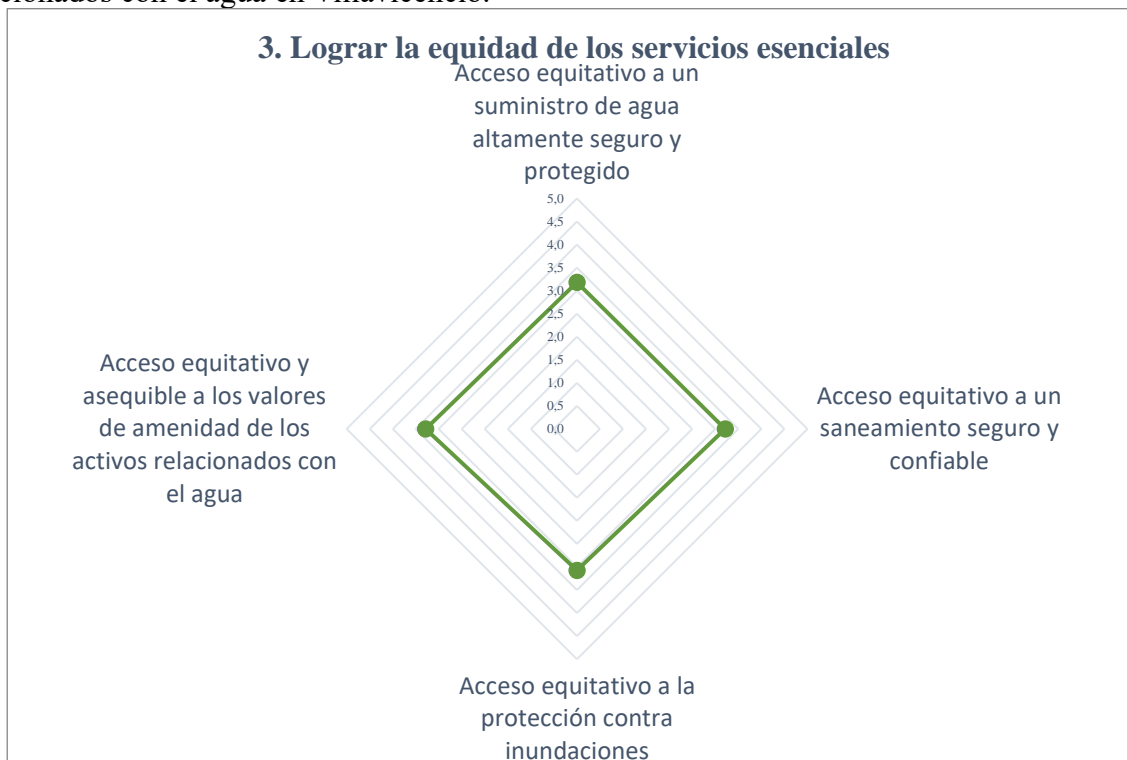
participación informada. Sin embargo, hay importantes carencias en cuanto a la preparación comunitaria frente a eventos extremos, con una puntuación baja (2.8), (Cumplimiento insatisfactorio), lo que indica una grave vulnerabilidad ante fenómenos como inundaciones o sequías. Según el Plan de Gestión de Riesgo de Villavicencio (Alcaldía de Villavicencio, 2022c), se ha identificado la necesidad de implementar programas de capacitación y concientización que fortalezcan la resiliencia comunitaria.

La propiedad y gestión compartida de los recursos hídricos es tampoco cumple satisfactoriamente (2.8), lo que sugiere que las estructuras de corresponsabilidad deben fortalecerse. Es crucial fomentar la co-gestión de recursos hídricos entre la comunidad y las autoridades, ya que esto puede mejorar la efectividad de las políticas y aumentar la inversión local en la gestión del agua. Además, la participación de las comunidades indígenas en la planificación hídrica, aunque presente (3.1), aún tiene un amplio margen de mejora, permitiendo una mayor integración de sus saberes y prácticas tradicionales en la gestión del agua. La Secretaría de Desarrollo Comunitario ha señalado que la inclusión de estas comunidades es esencial para asegurar una gestión hídrica equitativa y sostenible (Alcaldía de Villavicencio, 2023a).

Objetivo # 3. Lograr la equidad de los servicios esenciales

Este objetivo es fundamental para asegurar que todos los habitantes de Villavicencio tengan acceso igualitario a los servicios relacionados con el agua, midiendo el acceso equitativo al suministro de agua potable, al saneamiento seguro y confiable, a la protección contra inundaciones y a los valores recreativos y amenidades relacionadas con el agua.

Figura 3. Resultados del tercer objetivo: Lograr la equidad de los servicios esenciales relacionados con el agua en Villavicencio.



Los resultados obtenidos muestran que Villavicencio ha logrado avances en el acceso equitativo al suministro de agua segura (3.2) y en el saneamiento seguro y confiable (3.2) un cumplimiento aceptable, aunque aún existen sectores de la población que no cuentan con acceso pleno a estos servicios. Según el Informe sobre Servicios Públicos de Villavicencio (Alcaldía de Villavicencio, 2023b), a pesar de los esfuerzos realizados, hay comunidades marginadas que siguen enfrentando dificultades para acceder a estos servicios básicos.

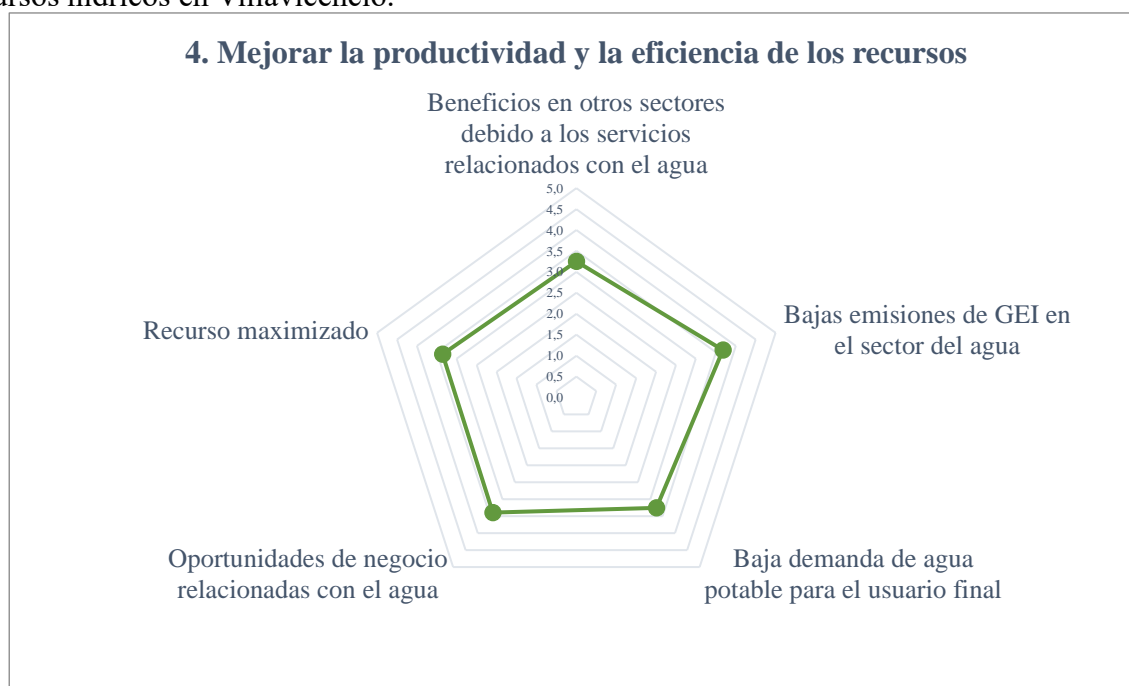
Sin embargo, la protección contra inundaciones presenta una grave deficiencia, con una puntuación más baja (3.1), lo que evidencia una vulnerabilidad significativa en la ciudad ante eventos climáticos extremos. De acuerdo con el Plan de Adaptación al Cambio Climático de Villavicencio (Alcaldía de Villavicencio, 2022b), es necesario implementar medidas más robustas para mejorar la infraestructura y los sistemas de alerta temprana, así como fomentar la participación comunitaria en la gestión del riesgo.

En cuanto al acceso equitativo y asequible a los valores de amenidad de los activos hídricos, la puntuación de 3.3 refleja una distribución parcial de estos beneficios (Cumplimiento aceptable), que aún no alcanza a todos los sectores de la población por igual. Estos resultados subrayan la

necesidad de enfocar los esfuerzos en mejorar la equidad, especialmente en la protección contra inundaciones, para asegurar que todos los habitantes disfruten de servicios esenciales de manera justa y equilibrada.

Objetivo # 4. Mejorar la productividad y la eficiencia de los recursos

Figura 4. Resultados del cuarto objetivo: Mejorar la productividad y eficiencia en el uso de los recursos hídricos en Villavicencio.



Los resultados obtenidos reflejan un panorama diverso en cuanto al manejo del agua en Villavicencio, según la percepción de los encuestados.

El factor "Beneficios en otros sectores debido a los servicios relacionados con el agua" alcanzó un puntaje de 3.3, lo que indica que Villavicencio cumple aceptablemente en este aspecto. Existe una conciencia generalizada sobre cómo los servicios de agua pueden influir positivamente en otros sectores económicos, como la agricultura, el turismo y la energía. Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Meta (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020), el sector agrícola se beneficia significativamente del agua, aunque todavía hay oportunidades para integrar mejor estos vínculos en las políticas de desarrollo regional.

La maximización del recurso, también con una puntuación de 3.3, revela que se han tomado algunas medidas para optimizar el uso del agua, aunque no a su máximo potencial, lo que implica que todavía hay margen para implementar estrategias más robustas de reutilización y aprovechamiento eficiente del recurso hídrico.

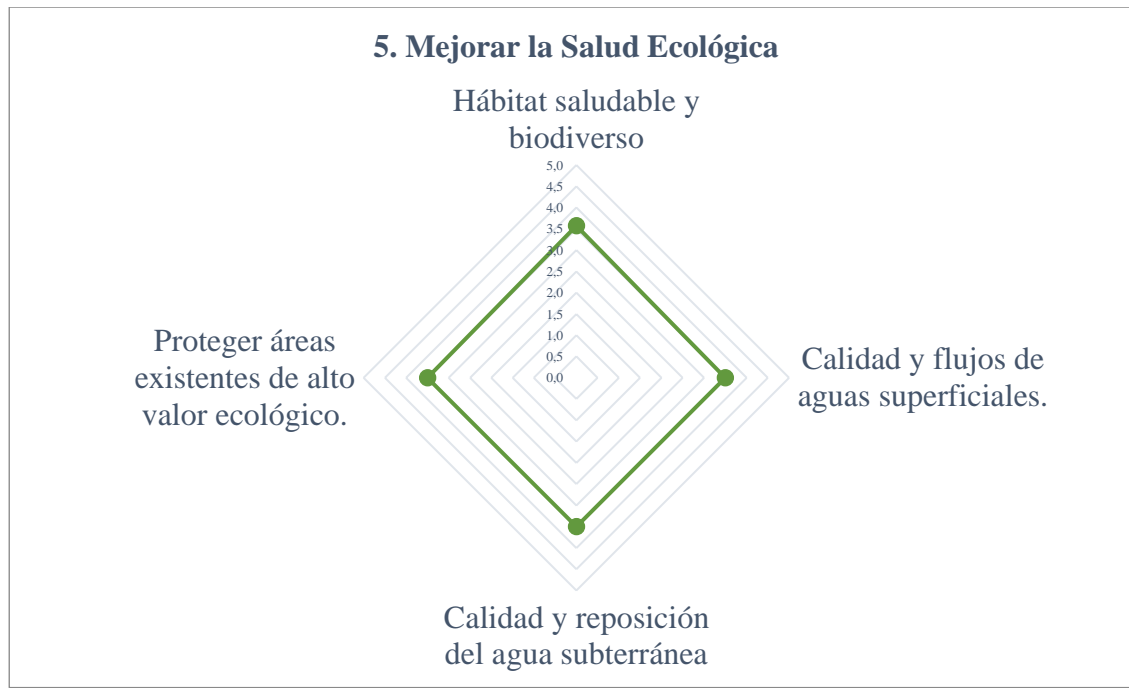
En cuanto a las "Bajas emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) en el sector del agua", el puntaje se sitúa alrededor de 3.7, indicando que Villavicencio cumple satisfactoriamente en este aspecto. Esto sugiere que las políticas actuales están logrando mitigar parcialmente el impacto ambiental del sector del agua, pero se necesita un mayor esfuerzo para reducir las emisiones relacionadas con la gestión y distribución del agua, para llegar a un nivel de alto cumplimiento.

Por otro lado, los aspectos con menor puntuación son la "Baja demanda de agua potable para el usuario final" y las "Oportunidades de negocio relacionadas con el agua". La demanda de agua potable sigue siendo alta, con una puntuación de 2.9, lo que indica un cumplimiento insatisfactorio. Esto podría estar relacionado con la falta de incentivos o tecnologías adecuadas para reducir el consumo. Según el DNP (Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2020), el uso eficiente del agua en los hogares y sectores productivos es esencial para asegurar un suministro adecuado en el futuro.

Asimismo, las oportunidades de negocio relacionadas con el agua tienen una puntuación de 2.7, lo que también indica un cumplimiento insatisfactorio. Esto sugiere que no se ha explotado plenamente el potencial económico asociado a la gestión sostenible del agua, como el desarrollo de tecnologías de ahorro o el tratamiento de aguas residuales. Fomentar la innovación en este campo podría abrir nuevas vías para el desarrollo económico en Villavicencio, incentivando la creación de empresas que ofrezcan soluciones sostenibles para la gestión del agua.

Objetivo # 5. Mejorar la Salud Ecológica

Figura 5. Resultados del quinto objetivo: Mejorar la salud ecológica del sistema hídrico en Villavicencio.



Los resultados presentados muestran un desempeño heterogéneo en los diferentes aspectos evaluados en relación con la salud ecológica de Villavicencio.

El ítem "Hábitat saludable y biodiverso" obtuvo el puntaje más alto, con una calificación de 3.6 sobre 5, indicando que, en general, se percibe que los ecosistemas en Villavicencio cuentan con cierta biodiversidad y se mantienen relativamente saludables. Esto sugiere que los esfuerzos locales por preservar la fauna y flora nativa han dado algunos resultados positivos, aunque aún hay espacio para la mejora. Según la Corporación Autónoma Regional de Meta, las iniciativas de reforestación y conservación de áreas naturales han contribuido a la recuperación de ecosistemas locales (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena), 2022).

En el área de "Proteger áreas existentes de alto valor ecológico", el puntaje es de 3.5, lo que revela que, aunque se han implementado medidas para la protección de áreas clave, estas no son suficientes. La gestión de áreas con alto valor ecológico sigue siendo un reto importante en términos de conservación y manejo sostenible. Un informe de la Universidad de los Llanos indica

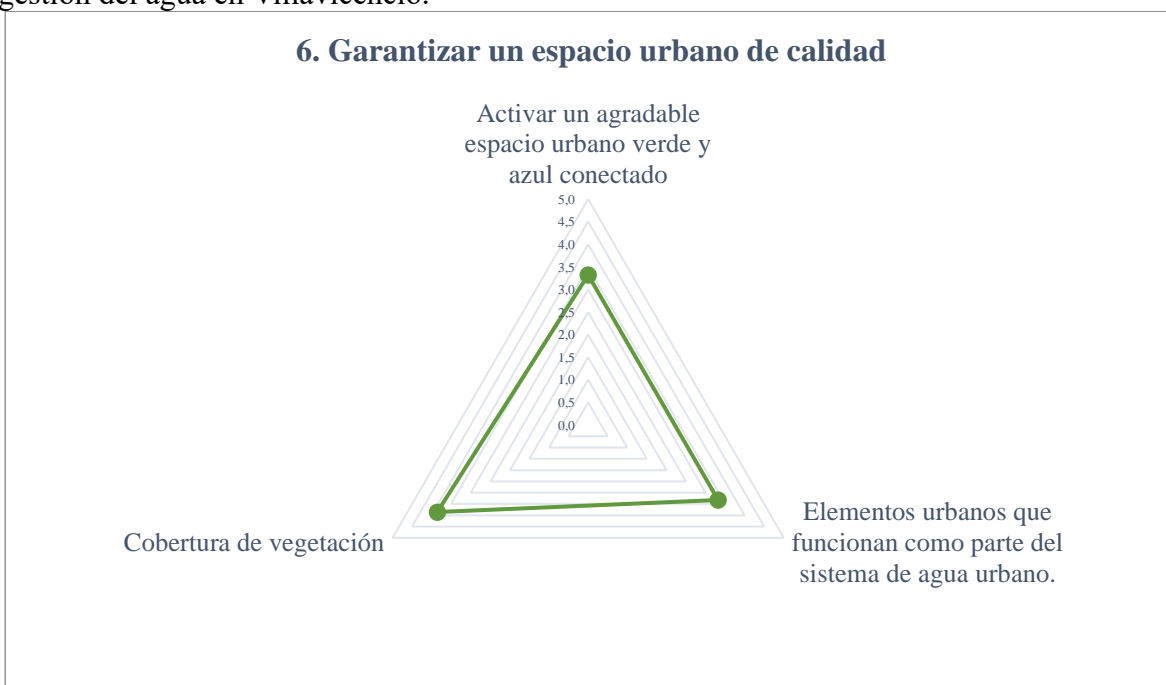
que la presión sobre estos espacios, debido al desarrollo urbano y actividades productivas, requiere un enfoque más integral para asegurar su preservación (Universidad de los Llanos, 2021).

Por otro lado, los indicadores de "Calidad y flujos de aguas superficiales" y "Calidad y reposición del agua subterránea" obtuvieron puntajes más bajos. Esto indica que existen desafíos significativos en la gestión de los recursos hídricos en términos de garantizar la calidad y la cantidad de agua tanto en superficie como en los acuíferos. La baja reposición de las aguas subterráneas es un aspecto preocupante que puede comprometer la sostenibilidad del recurso a largo plazo. Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la sobreexplotación de acuíferos en algunas áreas de Villavicencio ha llevado a una disminución en la disponibilidad de agua subterránea (Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), 2020).

Los problemas en la calidad y los flujos de agua superficial reflejan posibles fuentes de contaminación o gestión inadecuada de los cuerpos de agua en la región. Las actividades agrícolas y la expansión urbana han contribuido a la degradación de los cuerpos de agua, lo que requiere una atención urgente para mitigar estos impactos y proteger los recursos hídricos.

Objetivo # 6. Garantizar un espacio urbano de calidad

Figura 6. Resultados del sexto objetivo: Garantizar un espacio urbano de calidad en relación con la gestión del agua en Villavicencio.

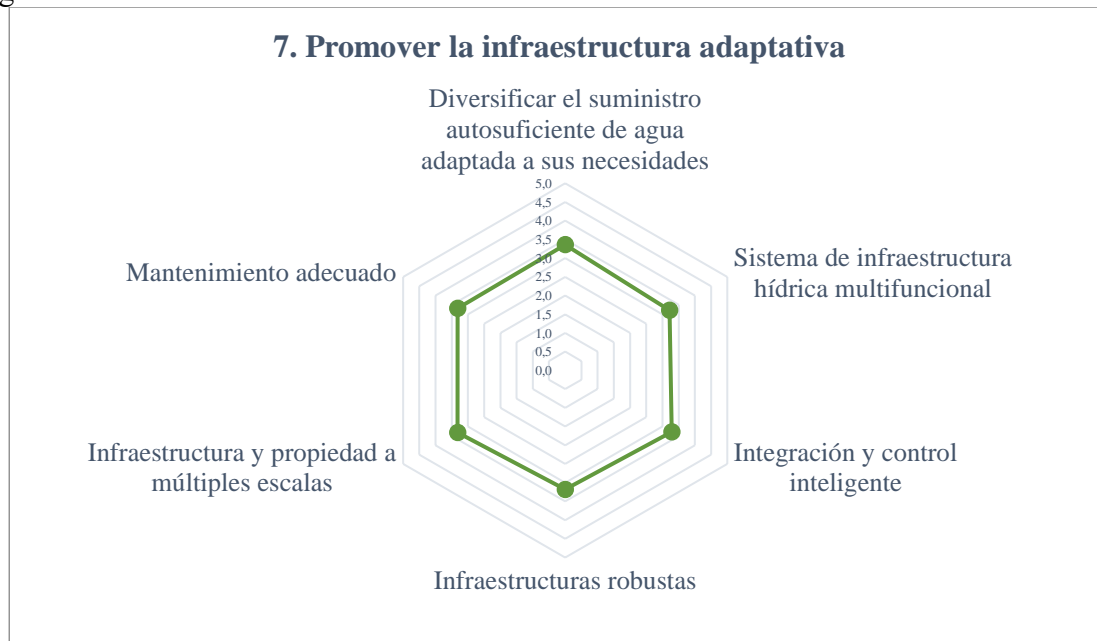


El análisis de este objetivo refleja un desempeño desigual en los aspectos evaluados en Villavicencio.

El ítem "Activar un agradable espacio urbano verde y azul conectado" recibió una puntuación de 3.3 sobre 5, lo que indica que Villavicencio cumple aceptablemente en este aspecto. Esto sugiere que los espacios urbanos de la ciudad tienen una buena integración de áreas verdes y cuerpos de agua, lo que proporciona un entorno más natural y agradable para los habitantes, mejorando su calidad de vida. Esta conexión entre el entorno verde y azul refleja un esfuerzo por promover la sostenibilidad y ofrecer un ambiente urbano más cohesionado. La Secretaría de Ambiente de Villavicencio ha implementado iniciativas para restaurar y conectar estos espacios (Alcaldía de Villavicencio, 2023c).

El indicador "Cobertura de vegetación" obtuvo una puntuación de alrededor de 3.9, lo que sugiere que, aunque hay espacios verdes conectados, la cantidad o extensión de la vegetación en general en la ciudad es limitada. Esto podría afectar la calidad del aire, la biodiversidad urbana y la mitigación del calor, resaltando la necesidad de incrementar los esfuerzos por aumentar las áreas verdes y mejorar su distribución en la ciudad. Según un estudio de la Universidad de los Llanos, se recomienda la creación de corredores ecológicos que faciliten la movilidad de especies y mejoren la calidad del ambiente urbano (Universidad de los Llanos, 2022).

Por último, el indicador "Elementos urbanos que funcionan como parte del sistema de agua urbano" obtuvo una puntuación de alrededor de 3 puntos, indicando un cumplimiento insatisfactorio, al apenas. Esto sugiere que existen algunas infraestructuras o elementos en el entorno urbano que están integrados al sistema de gestión del agua, como techos verdes o pavimentos permeables. Sin embargo, todavía hay un margen considerable de mejora para hacer de estos elementos una parte más significativa del sistema de agua urbano. Fomentar la expansión de soluciones basadas en la naturaleza y tecnologías sostenibles que apoyen la gestión del agua en áreas urbanas es esencial. La Alcaldía de Villavicencio ha comenzado a considerar estas soluciones, pero su implementación aún es limitada (Alcaldía de Villavicencio, 2023d).

Objetivo # 7. Promover la infraestructura adaptativa.**Figura 7.** Resultados del séptimo objetivo: Promover la infraestructura adaptativa para la gestión del agua en Villavicencio.

Un aspecto destacado es la diversificación del suministro autosuficiente de agua, que recibió una calificación de 3.4. Esto indica que los participantes perciben que la ciudad ha implementado medidas importantes para diversificar las fuentes de agua, lo cual es crucial para la resiliencia frente a posibles escaseces o cambios en la demanda. Según el Plan de Manejo de Recursos Hídricos de Villavicencio, se han desarrollado iniciativas para captar agua de lluvia y explorar fuentes alternativas, lo que mejora la sostenibilidad del suministro hídrico (Alcaldía de Villavicencio, 2023e).

De manera similar, el sistema de infraestructura hídrica multifuncional se percibe positivamente, con una puntuación que refleja que Villavicencio ha desarrollado sistemas que no solo cumplen su función primaria de gestión del agua, sino que también brindan otros beneficios, como el control del microclima y apoyo a la recreación. Esto es un avance en la integración de infraestructuras más versátiles, que son esenciales para una ciudad que enfrenta desafíos climáticos.

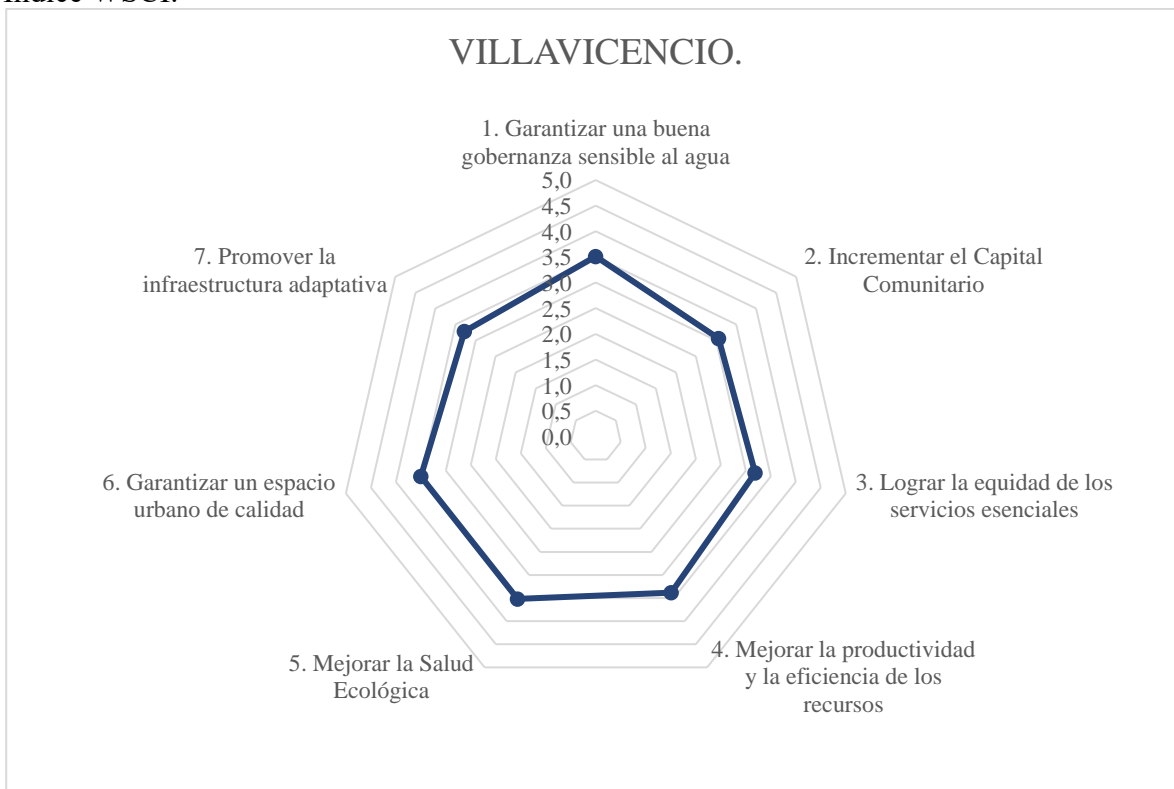
Sin embargo, la evaluación en términos de mantenimiento adecuado e infraestructuras robustas muestra áreas de mejora, con puntuaciones más cercanas a 3. Esto sugiere que, aunque la

infraestructura existente parece funcional, hay una percepción de que no es lo suficientemente resistente a largo plazo o ante eventos críticos. La Corporación Autónoma Regional de Meta, ha señalado la necesidad de establecer un programa de mantenimiento más regular y eficiente para garantizar la durabilidad de las infraestructuras (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena), s.f).

Además, en cuanto a la integración y control inteligente y la infraestructura y propiedad a múltiples escalas, los resultados indican que estos aspectos están en un nivel intermedio. Esto sugiere que, aunque existen esfuerzos para implementar sistemas inteligentes y coordinar infraestructuras a diferentes niveles, aún quedan desafíos por superar para que estas acciones sean completamente efectivas. La falta de un enfoque integral y coordinado puede limitar el potencial de las soluciones adaptativas en la gestión del agua.

Análisis General de los Resultados del Índice de Ciudades Sensibles al Agua (WSCI) en Villavicencio.

Figura 8. Resultados generales de la evaluación de la gestión del agua en Villavicencio mediante el Índice WSCI.



Los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología Water Sensitive Cities Index (WSC) en Villavicencio revelan un panorama mixto sobre la sostenibilidad y la gestión del agua en la ciudad. En términos de gobernanza hídrica, la calificación relativamente alta refleja que las políticas y estructuras de gestión del agua están bien establecidas, aunque hay margen para mejorar la coordinación y la participación inclusiva (Zamudio Rodríguez, 2012). Sin embargo, el contexto histórico muestra que la gobernanza hídrica ha sido un desafío en Villavicencio, con múltiples reformas desde hace dos décadas que han buscado mejorar la planificación y gestión del agua, aunque las deficiencias en la ejecución persisten (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020).

El capital comunitario obtuvo una valoración positiva, sugiriendo que la población tiene un cierto nivel de participación en la gestión del agua y un compromiso hacia la sostenibilidad hídrica. Sin embargo, este compromiso debe fortalecerse, especialmente considerando que el acceso a información sobre recursos hídricos ha sido limitado históricamente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2019).

La equidad en el acceso a los servicios esenciales de agua se percibe como insuficiente, con una calificación más baja que indica desigualdades significativas en la cobertura y calidad del suministro de agua en diferentes áreas de la ciudad. Esta situación ha sido documentada en estudios que evidencian la falta de acceso adecuado a servicios básicos en sectores vulnerables de Villavicencio, lo cual ha sido un problema persistente a lo largo de los años (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2021).

En cuanto a la productividad y eficiencia de los recursos hídricos, el puntaje bajo señala que no se está aprovechando de manera adecuada el agua en los procesos productivos. Históricamente, la ciudad ha enfrentado retos en la gestión sostenible del agua, lo que ha afectado tanto a la economía local como al medio ambiente (González, 2020).

Uno de los aspectos más preocupantes es la salud ecológica, que obtuvo la puntuación más baja de todos los objetivos evaluados. Esto sugiere un deterioro grave en los ecosistemas acuáticos y el entorno natural de la ciudad, probablemente vinculado a la contaminación y la gestión deficiente de los cuerpos de agua, una problemática que se ha evidenciado en los últimos 20 años debido a la urbanización descontrolada y la falta de tratamiento adecuado de aguas residuales (Cruz & Rojas, 2022).

En contraste, la infraestructura adaptativa fue uno de los aspectos mejor evaluados, lo que refleja que Villavicencio ha avanzado en la creación de infraestructuras más flexibles y resilientes frente a desafíos climáticos y urbanos. Sin embargo, el mantenimiento y la sostenibilidad de estas infraestructuras deben ser prioridad, ya que el crecimiento urbano y el cambio climático exigen respuestas proactivas (Ministerio de Ambiente, 2023).

Finalmente, el espacio urbano en relación con el agua recibió una calificación moderada, sugiriendo que, aunque hay zonas urbanas de calidad, aún se puede mejorar la integración del agua en el diseño y desarrollo urbano. La planificación urbana en Villavicencio ha comenzado a considerar estos aspectos, pero el enfoque aún no es lo suficientemente robusto como para abordar las necesidades de todos los habitantes. (Alcaldía de Villavicencio, 2022a).

Conclusiones

La evaluación general de la gestión del recurso hídrico en Villavicencio muestra un cumplimiento aceptable, según los resultados obtenidos a través de la aplicación del Water Sensitive Cities Index (WSCI). La ciudad ha demostrado avances importantes en varios aspectos relacionados con la integración del agua en sus políticas urbanas, aunque aún existen áreas con margen significativo para mejorar. Los resultados indican que Villavicencio ha logrado cierto progreso hacia la sostenibilidad hídrica, pero es necesario fortalecer la equidad en el acceso a los servicios de agua y mejorar la gobernanza hídrica para alcanzar un desempeño más óptimo.

Entre los factores más positivos de la evaluación se destaca la incorporación del agua en la planificación urbana, que ha obtenido una puntuación de 4.1. Esto refleja un alto grado de cumplimiento y demuestra que Villavicencio ha tomado medidas relevantes para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de sus recursos hídricos. Asimismo, la diversificación del suministro de agua y la implementación de infraestructura adaptativa se han consolidado como elementos clave para la resiliencia de la ciudad, alcanzando una calificación de 3.4. Estos avances permiten que la ciudad esté mejor preparada para enfrentar eventos extremos y satisfacer las demandas futuras. Además, la conexión del agua con sectores como la agricultura y el turismo, con una puntuación de 3.3, destaca cómo la gestión hídrica ha contribuido al desarrollo económico y al fortalecimiento del entorno productivo.

A pesar de estos avances, existen áreas críticas que requieren atención. La capacidad de Villavicencio para proteger a su población frente a eventos extremos, como las inundaciones, es insuficiente, con una puntuación de 3.1. Es fundamental que se realicen mejoras significativas en la infraestructura de protección ante estos fenómenos. De manera similar, la preparación comunitaria frente a eventos extremos ha mostrado debilidades preocupantes, con una calificación de 2.8, lo que evidencia la necesidad de implementar programas de capacitación que fortalezcan la resiliencia de la población. Además, la falta de iniciativas económicas y tecnológicas enfocadas en la gestión sostenible del agua es otra área con un desempeño insatisfactorio, con una puntuación de 2.7, lo que señala la urgencia de promover la innovación y el desarrollo de empresas locales en este sector.

Este estudio ofrece una visión integral sobre cómo Villavicencio está gestionando su recurso hídrico y las medidas necesarias para avanzar hacia una ciudad más resiliente y sostenible

en este aspecto. La investigación no solo refleja la situación actual, sino que también identifica los retos y oportunidades para mejorar, lo que resulta clave para la formulación de políticas futuras. La importancia de este estudio radica de igual forma, en su capacidad para proporcionar una evaluación integral y objetiva de la gestión del agua en Villavicencio, utilizando una metodología reconocida internacionalmente. Esto no solo permite identificar áreas de mejora específicas, sino que también facilita la comparación con otras ciudades que han implementado el WSCI, ofreciendo oportunidades de aprendizaje y benchmarking. Mi contribución como ingeniera ambiental en este análisis radica en ofrecer un enfoque metodológico riguroso, además de un análisis contextualizado de la situación hídrica en Villavicencio. Esto no solo aporta un entendimiento más profundo de la problemática, sino que también establece una base sólida para investigaciones futuras y para el diseño de estrategias que permitan mejorar la gestión del recurso hídrico en la ciudad.

Al integrar factores sociales, ecológicos y económicos, percibidos por los habitantes de la ciudad de Villavicencio, este estudio refleja una visión holística de la gestión del recurso hídrico, que es clave para abordar los desafíos del cambio climático y el crecimiento urbano acelerado, más allá de las convencionales consideraciones técnicas.

Bibliografía

- Alcaldía de Villavicencio. (2022a). *Informe de Gestión Hídrica de Villavicencio*. Secretaría de Ambiente.
- Alcaldía de Villavicencio. (2022b). *Plan de Adaptación al Cambio Climático de Villavicencio*. Villavicencio: Secretaría de Ambiente.
- Alcaldía de Villavicencio. (2022c). *Plan de Gestión de Riesgo de Villavicencio*. Villavicencio: Secretaría de Gestión del Riesgo.
- Alcaldía de Villavicencio. (2023a). *Informe sobre participación ciudadana en la gestión del agua*. Villavicencio: Secretaría de Planeación.
- Alcaldía de Villavicencio. (2023b). *Informe sobre Servicios Públicos de Villavicencio*. Villavicencio.
- Alcaldía de Villavicencio. (2023c). *Iniciativas de restauración y conservación de espacios verdes*. Villavicencio, Colombia.: Secretaría de Ambiente.
- Alcaldía de Villavicencio. (2023d). *Plan de acción para la sostenibilidad urbana*. Villavicencio, Colombia: Secretaría de Ambiente.
- Alcaldía de Villavicencio. (2023e). *Plan de Manejo de Recursos Hídricos de Villavicencio*. Villavicencio, Colombia: Secretaría de Ambiente.
- Alcaldía de Villavicencio. (2024). *Información general*. <https://villavicencio.gov.co/>
- Centro de Investigación Cooperativa para Ciudades Sensibles al Agua (CRCWSC). (2023). *Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities*. <https://watersensitivecities.org.au/solutions/water-sensitive-cities-index/>
- Chesterfield, C. B., Beck, L., Brown, R., Dunn, G., Haan, F., Lloyd, S., . . . Wong, T. (2020). *A Water Sensitive Cities Index to support transitions to more liveable, sustainable, resilient and productive cities*. Cooperative Research Centre of Water Sensitive Cities. https://watersensitivecities.org.au/wp-content/uploads/2016/08/CP_2016_SIWW-Chesterfield-et-al-WSC-Index.pdf
- Concejo Municipal de Villavicencio. (29 de diciembre de 2015). *Acuerdo No.297 de 2015*. Plan De Ordenamiento Territorial: https://www.asocapitales.co/wp-content/uploads/2020/11/Villavicencio_Acuerdo287_POT_2015.pdf

- Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities. (2023). *Water Sensitive Cities Index Benchmarking Brief*. <https://watersensitivecities.org.au/water-sensitive-cities-index-tool/>
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena). (2022). *Informe sobre la conservación y recuperación de ecosistemas en Meta*. Cormacarena. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Informe_Metas_Sector_Ambiente_PND_2014_-_2018.pdf
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena). (s.f). *Informe sobre la gestión de infraestructuras hídricas en Meta*. Villavicencio, Colombia: Cormacarena.
- Cruz, P., & Rojas, M. (2022). *Impacto de la Urbanización en los Ecosistemas Acuáticos de Villavicencio*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2021). *Censo de Población y Vivienda*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2021>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2020). *Indicadores de acceso a servicios de agua potable en Colombia*. DNP.
- García, M., Pérez, A., López, J., & Ramírez, C. (2019). *Impacto del crecimiento urbano en los recursos hídricos: Estudio de caso en Villavicencio*. Universidad Nacional de Colombia.
- González, J. (2020). *Sostenibilidad y Gestión del Agua en Villavicencio*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2020). *Estudio sobre la gestión de aguas subterráneas en Colombia*. IGAC.
- International Labour Organization. (2021). *Guidance on using the five-point rating scale for the overall performance rating*. ILO. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@exrel/documents/instructionalmaterial/wcms_745729.pdf
- Ministerio de Ambiente. (2023). *Estrategias para la Adaptación Climática en Ciudades*. <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2019). *Estrategias de participación comunitaria en la gestión del agua en Colombia*.

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2020). *Informe de Políticas de Gestión del Agua*.
https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/INFORME_GESTION_MINAMBIENTE_2020.pdf
- Molden, D. (. (2010). *Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. Earthscan.
https://archive.iwmi.org/assessment/files_new/synthesis/Summary_SynthesisBook.pdf
- Mora Beltrán , E., Liévano Ávila, L., & Hernández Solano, M. (2019). Participación comunitaria en los problemas del agua en Villavicencio. *[Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]*: Repositorio Institucional.
<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/77a12062-d5a1-4bf9-a427-c43cbfeb7691/content>
- Muy-Cabrera, N., Barahona-Avecilla, Fredy, Zumba-Llango, E., & Medina-Jiménez, D. (2021). Análisis sobre ciudades intermedias para identificar sus variables e indicadores de desarrollo sostenible. *Polo de Conocimiento*, 8(10).
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/6199/15629>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (2018). *The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water*. Unesco. <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2018>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD). (2015). *Water Resources Allocation: Sharing Risks and Benefit*. OECD Publishing.
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2015/04/water-resources-allocation_g1g507d6/9789264229631-en.pdf
- Ramírez Parrado, K. J., & Fonseca Rojas, T. A. (2019). Intervención urbana cuenca buque. *[Trabajo de grado, Universidad La Gran Colombia]*. Repositorio.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). *Estudio sobre la situación del sector agrícola en Meta*. Gobernación del Meta.
- Universidad de los Llanos. (2021). *Informe sobre la gestión ambiental y la sostenibilidad en Villavicencio*. Villavicencio, Colombia: Unillanos.
- Universidad de los Llanos. (2022). *Estudio sobre la biodiversidad urbana en Villavicencio*. Unillanos.

- Wong, C. C. (2016). *Un índice de ciudades sensibles al agua para apoyar la transición hacia ciudades más habitables, sostenibles, resilientes y productivas*. https://waterSENSITIVECITY.org.au/wp-content/uploads/2016/08/CP_2016_SIWW-Chesterfield-et-al-WSC-Index.pdf: Centro de Investigación Cooperativa para Ciudades Sensibles al Agua.
- Zamudio Rodríguez, C. (2012). Gobernabilidad sobre el recurso hídrico en Colombia: entre avances y retos. *Gestión y Ambiente*, 15(3), 99-112. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/36284>