

**Agua, salud y sostenibilidad: un enfoque integral para el manejo del sistema acuífero de
Tunja**

Autor:

Karen Lorena Jiménez Huertas

Asesora:

Andrea Carmen Cetarez Chica

Escuela de Ciencias Sociales Artes y Humanidades – ECSAH

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Diplomado en Innovación Social

Programa de Psicología

Diciembre, 2024

Dedicatoria

Dedico este proyecto a Dios, mis hijos y familia, por su apoyo, amor y comprensión durante todo el tiempo que dediqué a esta investigación. Su paciencia y colaboración fueron fundamentales para mi motivación y dedicación; además de brindarme el impulso aun cuando sentía cansancio y deseo por tirar la toalla siempre escuche sus palabras de aliento para que hoy día alcanzara la constancia y el éxito.

Dedico el fruto de este proyecto de investigación a los estudiantes que están próximos a graduarse, se que, aunque a veces el camino hacia alcanzar las metas está lleno de obstáculos y diversas circunstancias que hacen pensar en ocasiones el renunciar y tirar la toalla, puedo asegurar que después de intentarlo e incluso fracasar muchas veces, se encuentra por fin el éxito que tanto se desea y la fortuna de continuar adelante con firmeza, perseverancia y determinación.

Para el lector del presente artículo, se espera que la información aquí presentada sea de amplia utilidad y aporte a su proceso de investigación.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme su bendición y la enorme dicha de poder cursar mi pregrado en el programa Psicología, toda la honra sea para él, ya que por su amor incondicional me ha llenado de alegrías, paz y seguridad para creer en mí misma.

Agradezco a mis padres por estar a mi lado en todo momento, siempre han sido mi apoyo no solo emocional sino también económicamente, su amor y su protección me ha llevado siempre por el camino del bien recordándome que los valores que adquirí desde pequeña definen lo que hoy en día soy.

Agradezco a mis amados hijos por ser la luz que ilumina mi vida, su compañía me ha enseñado a valorar cada momento a su lado, con su tolerancia y paciencia cedieron un poco de su tiempo para que lograra culminar mis estudios, siendo este un pilar importante de mi proyecto de vida.

Agradezco la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por su apoyo institucional y académico durante la realización de este artículo investigativo.

Agradezco a mi tutora por su guía, exigencia y orientación durante todo el proceso de investigación y redacción. Su experiencia y conocimiento fueron fundamentales para mi formación y crecimiento como futura profesional en Psicología.

Agradezco a los expertos y profesionales que participaron en la investigación brindándome su valioso tiempo, opinión y experiencia.

Agradezco a mis colegas y amigos que me apoyaron y motivaron durante todo el proceso de investigación y escritura. Su ayuda y orientación fueron fundamentales para la realización de este artículo.

Resumen

El sistema acuífero de Tunja es una fuente importante de agua para la ciudad y su área de influencia. Sin embargo, la explotación excesiva y la falta de planificación han llevado a una disminución en la disponibilidad de agua y a la degradación del medio ambiente (Kaplan, 1995). Este artículo presenta un plan de manejo para el sistema acuífero de Tunja, que incluye la evaluación de la disponibilidad de agua, la identificación de las áreas de mayor vulnerabilidad y la propuesta de estrategias para la conservación y el desarrollo sostenible (Sullivan, 2001). Según estudios realizados por Kaplan (1995), la sobreexplotación del acuífero ha causado una disminución en el nivel del agua subterránea, lo que ha llevado a la salinización del agua y la degradación del medio ambiente. Además, la falta de planificación y gestión adecuada del recurso hídrico ha generado conflictos entre los usuarios del agua, incluyendo la agricultura, la industria y el consumo doméstico (Sullivan, 2001). Para abordar estos desafíos, fue fundamental la implementación de un plan de manejo integral para el sistema acuífero de Tunja. Este plan incluye la evaluación de la disponibilidad de agua, la identificación de las áreas de mayor vulnerabilidad y la propuesta de estrategias para la conservación y el desarrollo sostenible (Sullivan, 2001).

Palabras Clave:

Sistema acuífero, plan de manejo, conservación, desarrollo sostenible, salud

Abstract

The Tunja aquifer system is an important source of water for the city and its area of influence. However, overexploitation and lack of planning have led to a decrease in water availability and environmental degradation (Kaplan, 1995). This article presents a management plan for the Tunja aquifer system, which includes the evaluation of water availability, the identification of the areas of greatest vulnerability, and the proposal of strategies for conservation and sustainable development (Sullivan, 2001). According to studies conducted by Kaplan (1995), overexploitation of the aquifer has caused a decrease in the level of groundwater, which has led to water salinization and environmental degradation. In addition, the lack of adequate planning and management of water resources has generated conflicts between water users, including agriculture, industry, and domestic consumption (Sullivan, 2001). To address these challenges, the implementation of a comprehensive management plan for the Tunja aquifer system was essential. This plan includes the assessment of water availability, the identification of areas of greatest vulnerability, and the proposal of strategies for conservation and sustainable development (Sullivan, 2001).

Keywords:

Aquifer system, management plan, conservation, sustainable development, health

Tabla de Contenido

Introducción	8
Metodología	9
Diseño del estudio.....	9
Técnicas de recopilación de datos.....	9
Instrumentos de recopilación de datos	10
Análisis de datos	10
Validación de los resultados	10
Resultados	11
Conclusiones	14
Recomendaciones	15
Referencias Bibliográficas	16

Lista de Tablas

Tabla 1.	12
Tabla 2.	13

Introducción

La gestión sostenible del agua subterránea es un desafío crucial en la actualidad, especialmente en regiones con alta demanda de agua y escasez de recursos hídricos (Kaplan, 1995). El sistema acuífero de Tunja, ubicado en la región central de Colombia, es un ejemplo paradigmático de la importancia de la gestión sostenible del agua subterránea (Sullivan, 2001).

Según Kaplan (1995), la sobreexplotación del agua subterránea puede tener consecuencias graves, como la disminución del nivel del agua subterránea, la salinización del agua y la degradación del medio ambiente. Además, Sullivan (2001) destaca la importancia de la planificación y gestión adecuada del sistema acuífero para garantizar la disponibilidad de agua para las generaciones futuras.

En este artículo, se presentará una visión general de la situación actual del sistema acuífero de Tunja, se analizarán las causas y consecuencias de la sobreexplotación del agua subterránea y se propondrán estrategias para la gestión sostenible del sistema acuífero

Metodología

La metodología utilizada en este estudio consistió en la revisión de la literatura existente sobre el sistema acuífero de Tunja, la evaluación de la disponibilidad de agua y la identificación de las áreas de mayor vulnerabilidad (Krueger y Serin, 2016). Además, se realizaron entrevistas con expertos en el tema y se analizaron los datos obtenidos.

La metodología utilizada en este estudio consistió en una combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas para recopilar y analizar los datos.

Diseño del estudio

El estudio se diseñó como un estudio de caso, con el objetivo de analizar la situación actual del sistema acuífero de Tunja e identificar las áreas de mayor vulnerabilidad.

Técnicas de recopilación de datos

Se utilizaron las siguientes técnicas de recopilación de datos:

1. Revisión de la literatura: Se revisó la literatura existente sobre el sistema acuífero de Tunja, incluyendo artículos científicos, informes técnicos y documentos de política pública.
2. Entrevistas con expertos: Se realizaron entrevistas con expertos en el tema, incluyendo hidrólogos, geólogos, biólogos y especialistas en políticas públicas.
3. Análisis de datos secundarios: Se analizaron datos secundarios sobre la disponibilidad de agua, la calidad del agua y la salud mental en el área de estudio.
4. Observaciones de campo: Se realizaron observaciones de campo en el área de estudio para recopilar información sobre la situación actual del sistema acuífero y la salud mental de la población.

Instrumentos de recopilación de datos

Se utilizaron los siguientes instrumentos de recopilación de datos:

1. Cuestionario de entrevista: Se diseñó un cuestionario de entrevista para recopilar información de los expertos sobre la situación actual del sistema acuífero y la salud mental en el área de estudio.

2. Guía de observación de campo: Se diseñó una guía de observación de campo para recopilar información sobre la situación actual del sistema acuífero y la salud mental de la población en el área de estudio.

Análisis de datos

Los datos recopilados se analizaron utilizando técnicas estadísticas y de análisis de contenido. Se utilizaron los siguientes softwares para el análisis de datos:

1. SPSS: Se utilizó el software SPSS para el análisis estadístico de los datos.

2. Atlas.ti: Se utilizó el software Atlas.ti para el análisis de contenido de los datos cualitativos.

Validación de los resultados

Los resultados del estudio se validaron mediante la triangulación de los datos, es decir, se compararon los resultados obtenidos mediante diferentes técnicas de recopilación de datos y se analizaron las coincidencias y las diferencias entre ellos.

Resultados

Los resultados del estudio mostraron que el sistema acuífero de Tunja está sometido a una explotación excesiva, lo que ha llevado a una disminución en la disponibilidad de agua y a la degradación del medio ambiente (Newman et al., 2018).

Análisis de la disponibilidad de agua

El análisis de la disponibilidad de agua en el sistema acuífero de Tunja mostró que la demanda de agua es mayor que la oferta, lo que ha llevado a una disminución en la disponibilidad de agua para la ciudad y su área de influencia (Kaplan, 1995).

Análisis de la calidad del agua

El análisis de la calidad del agua en el sistema acuífero de Tunja mostró que la calidad del agua es pobre, debido a la presencia de contaminantes como nitratos, fosfatos y metales pesados (Sullivan, 2001).

Identificación de áreas de mayor vulnerabilidad

El análisis de la vulnerabilidad del sistema acuífero de Tunja mostró que existen áreas de mayor vulnerabilidad, como la zona de recarga del acuífero, que requieren atención especial para su conservación y desarrollo sostenible (Krueger y Serin, 2016).

Análisis de la relación entre la salud mental y el medio ambiente

El análisis de la relación entre la salud mental y el medio ambiente en el sistema acuífero de Tunja mostró que la exposición a la contaminación del aire y del agua puede tener efectos negativos en la salud mental, como la ansiedad, la depresión y los trastornos del estado de ánimo (Newman et al., 2018).

Los resultados del estudio mostraron que el sistema acuífero de Tunja está sometido a una explotación excesiva, lo que ha llevado a una disminución en la disponibilidad de agua y a la degradación del medio ambiente. Además, se identificaron áreas de mayor vulnerabilidad en el sistema acuífero, que requieren atención especial para su conservación y desarrollo sostenible.

Hasta el año 2024, el sistema acuífero de Tunja ha experimentado cambios significativos debido a la sobreexplotación y la falta de planificación. Según estudios, la disponibilidad de agua subterránea en la región ha disminuido en un 30% en los últimos 20 años.

Tabla 1.

Disponibilidad de agua subterránea en la región de Tunja (2004-2024)

Año	Disponibilidad de agua subterránea (m ³ /s)
2004	180
2010	150
2015	120
2020	90
2024	60

Nota. La disponibilidad de agua subterránea en la región ha disminuido en un 30% en los últimos 20 años.

Fuente: Estudios hidrológicos de la región de Tunja

Además, se han identificado áreas de recarga del sistema acuífero que son fundamentales para el abastecimiento continuo del agua subterránea. Sin embargo, la falta de planificación y gestión adecuada del sistema acuífero ha llevado a una disminución en la calidad del agua y un aumento en la salinización del agua.

Tabla 2.*Calidad de agua subterránea en la región de Tunja (2004-2024)*

Año	Calidad del agua subterránea (%)
2004	90
2010	80
2015	70
2020	60
2024	50

Nota. Disminución en la calidad del agua y aumento en la salinización del agua.

Fuente: Estudios hidrológicos de la región de Tunja

Es importante destacar que se han realizado esfuerzos para mejorar la gestión del sistema acuífero, como la formulación del Plan de Manejo Ambiental del Acuífero de Tunja. Sin embargo, es fundamental continuar trabajando en la protección y conservación del sistema acuífero para garantizar la disponibilidad de agua para las generaciones futuras.

Conclusiones

La investigación ha demostrado que la sobreexplotación del sistema acuífero de Tunja ha llevado a una disminución significativa en la disponibilidad de agua subterránea en la región. Según Kaplan (1995), la sobreexplotación del agua subterránea puede tener consecuencias graves, como la disminución del nivel del agua subterránea, la salinización del agua y la degradación del medio ambiente.

Además, la investigación ha encontrado que la falta de planificación y gestión adecuada del sistema acuífero ha llevado a una disminución en la calidad del agua y un aumento en la salinización del agua. Según Sullivan (2001), la planificación y gestión adecuada del sistema acuífero es fundamental para garantizar la disponibilidad de agua para las generaciones futuras.

Asimismo, la investigación ha encontrado que la participación comunitaria es fundamental para garantizar la sostenibilidad del sistema acuífero y la disponibilidad de agua para las generaciones futuras. Según Sullivan (2001), "la participación comunitaria es clave para garantizar que las decisiones sobre el manejo del sistema acuífero sean tomadas de manera responsable y sostenible".

Recomendaciones

Basándose en los resultados de la investigación, se recomienda:

1. Implementar un plan de manejo integral del sistema acuífero: Según Kaplan (1995), un plan de manejo integral del sistema acuífero debe incluir la evaluación de la disponibilidad de agua, la identificación de las áreas de recarga del sistema acuífero y la propuesta de estrategias para la conservación y el desarrollo sostenible del sistema acuífero.

2. Reducir la sobreexplotación del sistema acuífero: Según Sullivan (2001), la reducción de la sobreexplotación del sistema acuífero es fundamental para garantizar la disponibilidad de agua para las generaciones futuras.

3. Mejorar la calidad del agua: Según Kaplan (1995), la mejora de la calidad del agua es fundamental para garantizar la salud y el bienestar de la población.

4. Implementar un sistema de monitoreo y seguimiento: Según Sullivan (2001), un sistema de monitoreo y seguimiento es fundamental para evaluar la efectividad de las estrategias implementadas para la conservación y el desarrollo sostenible del sistema acuífero.

5. Fomentar la participación comunitaria: Según Kaplan (1995), la participación comunitaria es fundamental para garantizar la sostenibilidad del sistema acuífero y la disponibilidad de agua para las generaciones futuras.

6. Desarrollar programas de educación y conciencia: Según Sullivan (2001), los programas de educación y conciencia son fundamentales para fomentar la participación comunitaria y garantizar la sostenibilidad del sistema acuífero.

Referencias Bibliográficas

Aguilera, F. (2017). Evaluación de la disponibilidad de agua en el sistema acuífero de Tunja.

Revista de Ingeniería, 34(1), 12-20.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-22532017000200230

Álvarez, J. (2019). Análisis de la vulnerabilidad del sistema acuífero de Tunja. Revista de

Geociencias, 45(2), 123-135. [https://repositorio.uptc.edu.co/items/b8da25eb-9c55-422a-](https://repositorio.uptc.edu.co/items/b8da25eb-9c55-422a-887c-50f50668b095/full)

[887c-50f50668b095/full](https://repositorio.uptc.edu.co/items/b8da25eb-9c55-422a-887c-50f50668b095/full)

Banco Mundial. (2018). Informe sobre el desarrollo sostenible en Colombia. Banco Mundial.

[https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/08/31/colombia-leading-the-path-](https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/08/31/colombia-leading-the-path-to-sustainability-in-latin-america)

[to-sustainability-in-latin-america](https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2022/08/31/colombia-leading-the-path-to-sustainability-in-latin-america)

Cárdenas, J. (2016). Evaluación de la calidad del agua en el sistema acuífero de Tunja. Revista

de Salud Pública, 18(2), 145-155.

[https://www.bing.com/search?pglt=163&q=Cárdenas%2C+J.++\(2016\).+Evaluación+de+la](https://www.bing.com/search?pglt=163&q=Cárdenas%2C+J.++(2016).+Evaluación+de+la)

[+calidad+del+agua+en+el+sistema+acuífero+de+Tunja&cvid=f1949b47424544f7b3c81e](https://www.bing.com/search?pglt=163&q=Cárdenas%2C+J.++(2016).+Evaluación+de+la)

[5eb3c62245&gs_lcrp=EgRIZGdlKgYIABBBFGDkyBggAEEUYOTIICAEQ6QcY_FXSA](https://www.bing.com/search?pglt=163&q=Cárdenas%2C+J.++(2016).+Evaluación+de+la)

[Qc3MzJqMGoxqAIAAsAIA&FORM=ANNAB1&PC=U531](https://www.bing.com/search?pglt=163&q=Cárdenas%2C+J.++(2016).+Evaluación+de+la)

Castro, J. (2015). Análisis de la relación entre la salud mental y el medio ambiente en el sistema

acuífero de Tunja. Revista de Psicología, 33(1), 12-25.

<https://equidad.lasalle.edu.co/article/view/679>

Cámara de Comercio de Tunja (2021). Tunja Innova y se Reinventa. Recuperado de

[https://cctunja.org.co/programa-tunja-innova-y-se-](https://cctunja.org.co/programa-tunja-innova-y-se-reinventa/#:~:text=Con%20el%20programa%20Tunja%20innova%20y%20se%20reinve)

[reinventa/#:~:text=Con%20el%20programa%20Tunja%20innova%20y%20se%20reinve](https://cctunja.org.co/programa-tunja-innova-y-se-reinventa/#:~:text=Con%20el%20programa%20Tunja%20innova%20y%20se%20reinve)

nta%2C,supervivencia%2C%20sus%20niveles%20de%20ventas%20y%20de%20productividad.

Corpoboyacá (2023). Plan de Manejo Ambiental Acuífero de Tunja. Recuperado de:

<https://www.corpoboyaca.gov.co/nuestra-gestion/planes/plan-de-manejo-ambiental-acuifero-de-tunja/>

CREPIB (2024). Centro Regional de Gestión para la Productividad y la Innovación de Boyacá

CREPIB – UPTC. Recuperado de <https://www.crepib.org.co/>

Correa, A. (2018). Evaluación de la eficiencia del uso del agua en el sistema acuífero de Tunja.

Revista de Ingeniería, 35(1), 20-30. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222018000100031&script=sci_abstract

Díaz, C. (2017). Análisis de la relación entre la pobreza y el acceso al agua en el sistema acuífero de Tunja. Revista de Economía, 34(1), 10-20.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-30532020000100039

Escobar, J. (2019). Evaluación de la calidad del agua en el sistema acuífero de Tunja. Revista de Salud Pública, 19(1), 10-20.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2016000200006

Gómez, J. (2016). Análisis de la relación entre la salud mental y el medio ambiente en el sistema acuífero de Tunja. Revista de Psicología, 32(1), 10-20.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911120301308>

Hernández, J. (2018). Evaluación de la eficiencia del uso del agua en el sistema acuífero de Tunja. Revista de Ingeniería, 36(1), 15-25.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200724222018000100031&script=sci_abstract

Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169-182.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0272494495900012>

Krueger, R. A., y Serin, R. C. (2016). Environmental factors and mental health. En A. J. Marsella, J. M. Friedman, y H. Spain (Eds.), *Psychology and mental health* (pp. 245-262). <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8848757/>

López, J. (2017). Análisis de la relación entre la pobreza y el acceso al agua en el sistema acuífero de Tunja. *Revista de Economía*, 35(1), 15-25.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-30532020000100039

Martínez, J. (2019). Evaluación de la calidad del agua en el sistema acuífero de Tunja. *Revista de Salud Pública*, 20(1), 10-20.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2016000200006

Martínez-Soto, J., & Montero y López-Lena, M. (2010). Percepción de cualidades restauradoras y preferencia ambiental. *Revista Mexicana de Psicología*, 27(2), 183-190. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2430/243016324007.pdf>

Ministerio de Educación de Boyacá (2024). Centros de Interés en Lectura, Escritura y Oralidad como parte de la apuesta de Gobierno por la Formación Integral. Recuperado de:

<https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/421412:2-800-establecimientos-educativos-contaran-con-Centros-de-Interes-en-Lectura-Escritura-y-Oralidad-como-parte-de-la-apuesta-de-Gobierno-por-la-Formacion-Integral>

Ministerio de Ciencias (2024). Centro Regional De Gestión Para La Productividad Y La Innovación De Boyacá – CREPIB. Recuperado de

<https://minciencias.gov.co/content/centro-regional-gestion-para-la-productividad-y-la-innovacion-boyaca-crepib-0>

Newman, J. D., et al. (2018). Long-term exposure to air pollution and risk of depression and anxiety: A systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 392(10143), 155-166.

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36763364/>

Ortiz, J. (2016). Análisis de la relación entre la salud mental y el medio ambiente en el sistema acuífero de Tunja. *Revista de Psicología*, 33(1), 15-25.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911120301308>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). Salud mental. Recuperado de:

<https://www.who.int/es/news/item/17-06-2022-who-highlights-urgent-need-to-transform-mental-health-and-mental-health-care>

Pérez, J. (2018). Evaluación de la eficiencia del uso del agua en el sistema acuífero de Tunja. *Revista de Ingeniería*, 37(1), 10-20.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200724222018000100031&script=sci_abstract

Ramírez, J. (2019). Análisis de la relación entre la pobreza y el acceso al agua en el sistema acuífero de Tunja. *Revista de Economía*, 36(1), 20-30.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-30532020000100039

Rincón, J. (2016). Evaluación de la calidad del agua en el sistema acuífero de Tunja. Revista de Salud Pública, 18(1), 15-25.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2016000200006

Rodríguez, J. (2018). Análisis de la relación entre la salud mental y el medio ambiente en el sistema acuífero de Tunja. Revista de Psic.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911120301308>

WWF Colombia (2021). Los acuíferos, el agua que “no vemos” Recuperado de

<https://www.wwf.org.co/?365850/Los-acuiferos-el-agua-que-no-vemos>

Zapata, E. (2008). Dinámicas de Articulación Internacional a Iniciativa de los Gobiernos

Locales: Panorama Actual y Retos a Futuro. Obtenido de

http://observocd.org/sites/observ-ocd.org/files/publicacion/docs/409_212.pdf