



*Análisis del Sistema Gestor para Aguas Pluviales en Empresas Públicas: Caso ETAPA*

*Analysis of the Management System for Rainwater in Public Companies: ETAPA Case*

*Análise do Sistema de Gestão de Águas Pluviais em Empresas Públicas: Caso ETAPA*

Manuel Rodrigo Faicán Pauta <sup>I</sup>

[manuel.faican.67@est.ucacue.edu.ec](mailto:manuel.faican.67@est.ucacue.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-6620-698X>

Carlos Matovelle <sup>II</sup>

[cmmatovelleb@ucacue.edu.ec](mailto:cmmatovelleb@ucacue.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-2267-0323>

**Correspondencia:** [manuel.faican.67@est.ucacue.edu.ec](mailto:manuel.faican.67@est.ucacue.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de mayo de 2022 \* **Aceptado:** 12 de junio de 2022 \* **Publicado:** 21 de julio de 2022

- I. Arquitecto, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- II. Ingeniero, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.



## Resumen

La presente investigación realiza un análisis del sistema gestor para las aguas pluviales en empresas públicas, específicamente en el caso ETAPA de la ciudad de Cuenca - Ecuador. Para cumplir con este objetivo, se aplica una metodología cuantitativa y con alcance descriptivo, es decir, se realiza una indagación sobre la situación actual del manejo de indicadores y gestores para las aguas pluviales, mediante una forma numérica para realizar su caracterización e identificar posibles problemáticas. Se inició, con una revisión literaria relacionada con los sistemas administrativos en el casco urbano para las aguas lluvia, con esta información se establecieron los indicadores necesarios para realizar la evaluación a ETAPA. Para la recolección de datos, se diseñó un instrumento, el cual fue aplicado a los directivos de esta entidad, que luego fueron analizados con un programa estadístico. Entre los principales resultados obtenidos se menciona los indicadores bajos en cuanto a la caracterización del casco urbano y al marco institucional, y a la gestión para las aguas lluvia. Asimismo, se concluye que la ejecución para los estudios y planificación de estas aguas, no es un eje transversal para la institución, lo que dificulta la implementación en futuros mecanismos de infiltración y aprovechamiento de las aguas lluvias en la ciudad.

**Palabras Clave:** Aguas pluviales; Gestión; Indicadores.

## Abstract

The present investigation carries out an analysis of the management system for stormwater in public companies, specifically in the ETAPA case of the city of Cuenca - Ecuador. To meet this objective, a quantitative methodology with a descriptive scope is applied, that is, an inquiry is made about the current situation of the management of indicators and managers for stormwater, through a numerical form to carry out its characterization and identify possible problems. . It began with a literary review related to the administrative systems in the urban area for rainwater, with this information the necessary indicators were established to carry out the evaluation at ETAPA. For data collection, an instrument was designed, which was applied to the directors of this entity, which were then analyzed with a statistical program. Among the main results obtained, the low indicators are mentioned in terms of the characterization of the urban area and the institutional framework, and the management of rainwater. Likewise, it is concluded that the execution for the studies and

planning of these waters is not a transversal axis for the institution, which makes it difficult to implement future mechanisms of infiltration and use of rainwater in the city.

**Keywords:** Rainwater; Management; Indicators.

## Resumo

A presente investigação realiza uma análise do sistema de gestão de águas pluviais em empresas públicas, especificamente no caso ETAPA da cidade de Cuenca - Equador. Para atender a esse objetivo, é aplicada uma metodologia quantitativa com escopo descritivo, ou seja, é feito um inquérito sobre a situação atual da gestão de indicadores e gestores de águas pluviais, por meio de um formulário numérico para realizar sua caracterização e identificar possíveis problemas. . Iniciou-se com uma revisão literária relacionada aos sistemas administrativos na área urbana para águas pluviais, com essas informações foram estabelecidos os indicadores necessários para realizar a avaliação na ETAPA. Para a coleta de dados, foi elaborado um instrumento, que foi aplicado aos dirigentes desta entidade, os quais foram então analisados com um programa estatístico. Entre os principais resultados obtidos, citam-se os baixos indicadores ao nível da caracterização da área urbana e do enquadramento institucional e da gestão das águas pluviais. Da mesma forma, concluiu-se que a execução dos estudos e planejamento dessas águas não é um eixo transversal para a instituição, o que dificulta a implementação de futuros mecanismos de infiltração e aproveitamento das águas pluviais na cidade.

**Palavras-chave:** Água da chuva; Gestão; Indicadores.

## Introducción

En el contexto globalizado actual, el manejo de recursos acuíferos ha cobrado gran relevancia en los sistemas de gestión de las ciudades modernas, puesto que este recurso es catalogado como el más crítico para la subsistencia del ser humano, ya que es utilizado para satisfacer diversas necesidades de las actividades antropocéntricas como: la ganadería, agricultura, sistemas sanitarios, sistemas industriales, consumo humano, entre otros (Aguilar et al., 2018; Navalpotro y Pérez, 2018). Sin embargo, según un reporte realizado por la Organización de las Naciones Unidas (UNESCO) este recurso no es aprovechado de manera sustentable puesto que se espera que a mediados de este siglo, cerca de 700 millones de personas en el mundo en más de 60 países van a experimentar problemas de escases de agua (UNESCO, 2019). Del mismo modo, el crecimiento

exponencial de la población, así como la expansión de las ciudades han incrementado la necesidad por este recurso, siendo el uso sustentable y responsable del agua cada vez más relevante para asegurar el modo de vida del siglo XXI (López et al., 2020).

Por otro lado, Cruz et al. (2020) relatan que una forma de solventar estas nuevas necesidades es a través del aprovechamiento de fuentes alternativas de recursos acuíferos como son las aguas pluviales, que es un recurso poco explotado en el mundo, especialmente en países de Latinoamérica. Según Rahman et al. (2014) el aprovechamiento de aguas pluviales consiste en la captación, almacenamiento o redirección del agua lluvia para su posterior aprovechamiento lo que reduce el consumo del agua en los servicios públicos, representan un ahorro de recursos para la captación de agua en las ciudades y repercute de forma significativa en la huella ambiental de una sociedad. Pese a lo anterior mencionado, según Seguido y Hernández (2017), y Trapote (2016) estas aguas son desaprovechadas, puesto que los sistemas de drenaje de aguas pluviales, por lo general, son captadas por sistemas de alcantarillado que transportan aguas contaminadas de toda la red sanitaria de la comunidad y son desembocadas en acuíferos, ríos, o lagos cercanos, creando una verdadera contaminación y desperdicio de aguas que pudieron ser aprovechadas para diversos usos beneficiosos.

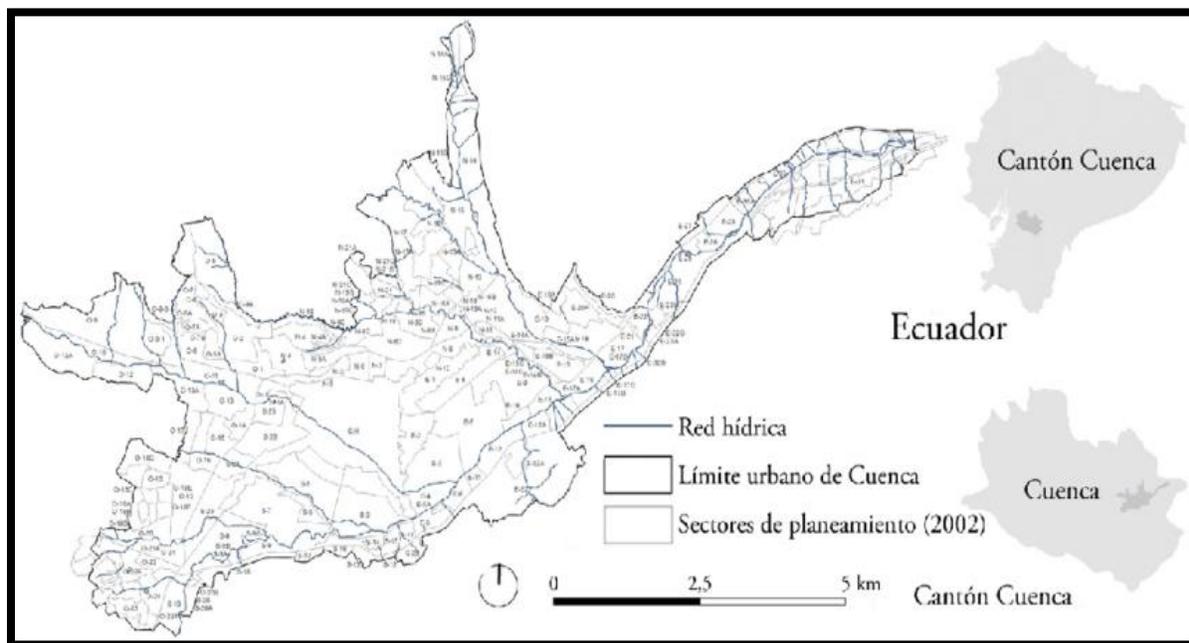
En el mismo orden de ideas, tan solo en Ecuador la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) reporta que el tratamiento de las aguas pluviales e industriales es casi inexistente en este país (apenas un 7%), mientras que las plantas de tratamiento existentes se ubican en el Austro ecuatoriano, porque no se aplican las normas ambientales establecidas por el Ministerio del Ambiente (MA), esto debido a que el agua de la lluvia pasa al alcantarillado, el mismo que desemboca directamente a los ríos. Este problema se intensifica a raíz del crecimiento de las ciudades, pues la misma arrastra residuos sólidos, los cuales suelen acumularse en botaderos, quebradas y cursos de agua, causando grave deterioro al ambiente y a la salud humana (CEPAL, 2014).

Uno de los problemas que agravan la situación anteriormente mencionada, es la falta de implementación de indicadores en la gestión que permitan realizar un uso eficiente de las aguas pluviales, que eviten impactos ambientales negativos en las ciudades y mejoren el estado actual de los recursos hídricos en las urbes (Martínez, 2015), (Bitterman et al., 2016). Por ejemplo, el sistema de gestión de aguas pluviales en Cuenca, cuya competencia se encuentra a cargo de la organización ETAPA, luego de una indagación, se pudo comprobar que en la actualidad, esta entidad no posee

un claro protocolo para el manejo de las aguas lluvia o indicadores que permitan medir su eficiencia.

Por todo lo anterior mencionado, la presente investigación realiza un análisis del sistema de gestión de aguas pluviales en empresas públicas, específicamente en la empresa ETAPA que tiene la competencia para el manejo de los recursos hídricos y gestión de operaciones relacionados con el agua en la ciudad de Cuenca. Asimismo, con este estudio se pretende determinar indicadores de gestión que permitan realizar un buen manejo y estado de los medios hídricos, mediante la selección y contextualización de indicadores que sean aplicables al área de estudio, con la finalidad de mejorar el ciclo del agua en el entorno urbano de la ciudad de Cuenca, y que el mismo sea la base para una futura intervención que permita garantizar la protección del medio ambiente, en este caso la protección de los recursos hídricos.

**Figura 1.** Mapa del límite urbano actual de la ciudad de Cuenca



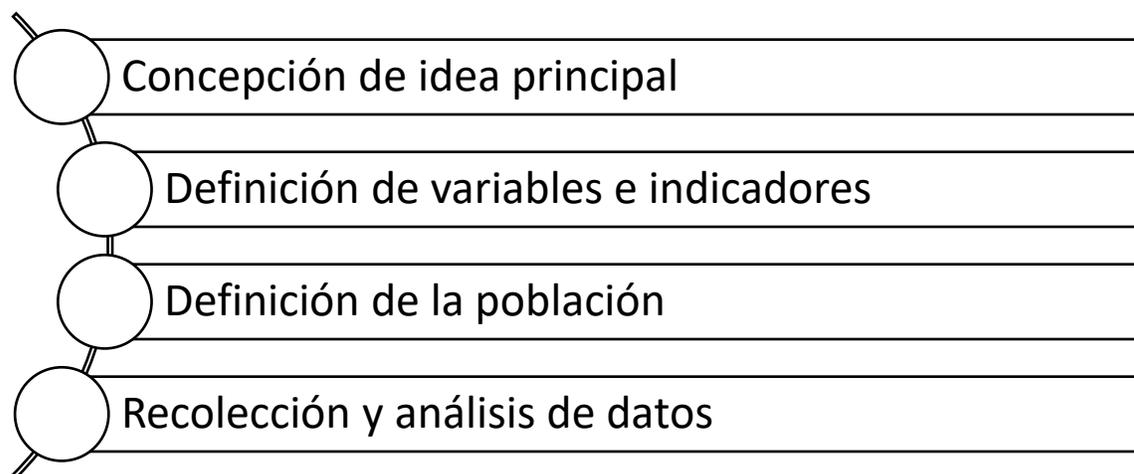
**Fuente:** La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad.

## Metodología

La presente investigación, corresponde a una metodología tipo cuantitativo, es decir, se realiza una indagación sobre la situación actual en el manejo de indicadores y gestión de aguas pluviales en la empresa ETAPA de forma numérica, para realizar su caracterización e identificar posibles

problemáticas que posteriormente pueden servir a la entidad para mejorar sus procesos administrativos con respecto a los recursos hídricos. Asimismo, el enfoque de esta investigación es de corte descriptivo, puesto que se realiza una representación literaria sobre los hallazgos encontrados. A continuación, en la figura 2 se menciona el método utilizado:

**Figura 2.** Metodología de la Investigación Cuantitativa



**Fuente:** Adaptado de (Hernández y Mendoza, 2019)

En primera instancia, para concebir la idea principal que dio origen a esta investigación, se partió desde una problemática presente en ETAPA, que es la falta de un sistema gestor para aguas lluvia en el casco urbano. Asimismo, se procedió con un análisis bibliográfico relacionado con las principales concepciones sobre el manejo de aguas pluviales y la importancia que tiene una implementación de sistemas para la gestión sostenible en los principales repositorios digitales e institucionales.

Seguidamente, para la definición de variables e indicadores se procedió a realizar una investigación sistémica de estudios que abordan el manejo administrativo y organizacional de aguas pluviales en cascos urbanos, para determinar los factores que puedan proveer la suficiente información sobre la condición actual del manejo de recursos pluviales en la ciudad de Cuenca. Los indicadores elegidos se muestran a continuación en la tabla 1.

**Tabla 1.** Tabla de Indicadores de Gestión de Aguas Pluviales

Variable	Indicador
Gestión de aguas pluviales	Caracterización del casco urbano
	Organización administrativa
	Presión de la cuenca urbana y ordenación del territorio
	Marco institucional en el ámbito de la gestión para aguas pluviales

Una vez se determina la variable de estudio y los indicadores necesarios para medir la gestión de aguas pluviales de ETAPA, se procedió a definir cuáles son los métodos que se utilizará. Esta investigación, se basó en la literatura presentada por Hernández y Mendoza (2019) referente al método cuantitativo. Para cumplir con el método, se desarrolló un instrumento de recolección de datos que fue aplicado a una población de ingenieros que están involucrados en la gestión de agua, la cual consta de 5 ingenieros, quienes fueron el objeto de estudio. El instrumento, contó con suficientes preguntas que aseguran una indagación completa sobre: caracterización del casco urbano, organización administrativa, presión de la cuenca urbana, ordenación del territorio y marco institucional en el ámbito de la gestión para aguas pluviales.

Luego de aplicar el instrumento, se continúa con el análisis de los resultados obtenidos para identificar las posibles problemáticas en cuanto a la gestión de aguas pluviales. Para esto, se utiliza el programa de análisis estadístico (SPSS), para cálculo de promedios, mínimos, máximos y desviaciones estándar, asimismo, para validar el instrumento utilizado. Se realizó un análisis denominado: “Alfa de Cronbach” que es un coeficiente usado para determinar cuál es la fiabilidad del test aplicado, en el cual, cualquier valor arriba de 0,70 valida el instrumento y como se puede observar en la figura 3, el coeficiente es de 0,972; por lo tanto, el instrumentó está validado estadísticamente para ser aplicado.

**Figura 3.** Estadístico de Fiabilidad

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,972	18

**Nota:** Análisis estadístico determinado en SPSS

## Resultados

Luego de validar el instrumento, se calcula la media, desviación típica, mínimos y máximos de los resultados obtenidos por la muestra. A continuación, se presenta un resumen de los resultados en la tabla 2.

**Tabla 2.** Medias Estadísticas de los Datos de la Muestra

Pregunta	Media	Desv. Tip.	Mínimo	Máximo
P1	<u>4,40</u>	0,89	3	5
P2	2,80	1,48	1	5
P3	3,40	1,81	1	5
P4	3,40	1,81	1	5
P5	2,80	1,30	1	4
P6	3,40	1,81	1	5
P7	3,20	1,78	1	5
P8	3,40	1,81	1	5
P9	3,80	0,44	3	4
P10	3,40	0,89	3	5
P11	3,20	1,30	1	4
P12	<u>4,00</u>	1,00	3	5
P13	3,20	1,09	2	5
P14	3,40	0,89	2	4
P15	3,00	0,77	2	4
P16	2,60	1,51	1	4

P17	3,00	1,58	1	5
P18	3,40	1,14	2	5

Fuente: Muestra

Como se puede observar en la tabla 2, una gran parte de los indicadores de la variable obtuvieron puntajes promedio, es decir, entre 3 y 4 puntos en la escala de Likert mientras que solo 2 valores (subrayados) obtuvieron un puntaje satisfactorio, concretamente las preguntas P1 y P12 que corresponden a la disponibilidad de mapas topográficos y la efectividad en la determinación de la presión por contaminantes respectivamente.

Por otra parte, hay algunos valores promedios de la encuesta que destacan por sus puntajes bajos, es decir, entre 1 y 3 que corresponden a las preguntas P2, P5, P15, P16, y P17. A continuación en la tabla 3 se muestra un resumen con los indicadores y la descripción a las que pertenecen estas preguntas para facilitar su análisis:

**Tabla 3.** Preguntas e Indicadores con los Valores más Bajos de la Encuesta

Indicador	Pregunta	Promedio	Descripción
Caracterización del casco urbano	P2	2,8	Realización de estudios de tipo de suelo para estudiar la potencialidad y limitaciones de la implementación de mecanismos de infiltración de aguas lluvias
	P5	2,8	Realización de estudios periódicos para conocer la vulnerabilidad de la cuenca urbana
Marco institucional en el ámbito de la gestión de aguas lluvia	P15	2,8	Frecuencia que la entidad realiza reuniones de coordinación intersectorial e intercompetencial sobre las aguas lluvia
	P16	2,60	Frecuencia que la entidad realiza estudios de diversidad de perfiles de los trabajadores de las entidades competentes

P17	2,8	Estudio del número de entidades involucradas en el proceso de definición del plan de actuaciones para una gestión integral de las aguas lluvia
-----	-----	--

Fuente: Muestra

Como se puede apreciar en la tabla anterior, dos variables presentaron indicadores con valores por debajo del promedio, que corresponden a los procesos de caracterización del casco urbano y al marco institucional en cuanto a la gestión de aguas lluvias. Respecto a la primera variable, se puede observar que los indicadores más bajos están relacionados con la ejecución en estudios de suelo en la ciudad de Cuenca, que muestra las limitaciones para la implementación en mecanismos de infiltración para las aguas lluvias. Asimismo, se denota que hay un puntaje bajo al ejecutar estudios para conocer la vulnerabilidad del casco urbano en Cuenca, ante posibles infiltraciones de aguas lluvia.

Por otra parte, se puede observar en la tabla 3, en cuanto al indicador: Marco institucional en el ámbito de la gestión de aguas lluvia, la institución tiene índices bajos en la frecuencia con que se realiza reuniones de coordinación intersectorial sobre el manejo de las aguas lluvias. Asimismo, la frecuencia con que se realizan estudios sobre los perfiles de trabajadores en las entidades competentes, obtuvo una valoración insatisfactoria. Para la realización de estudios, el número de entidades involucradas en el proceso para la definición del plan de actuaciones para una gestión integral de las aguas pluviales, el instrumento revela un promedio insatisfactorio.

## Discusión

A través del análisis de sistema gestor para aguas pluviales en la empresa pública ETAPA, se logró identificar que la ejecución de estudios y planificación para las aguas pluviales, no es un eje transversal de la institución, lo que dificulta que se use esta información como estrategia y respaldar futuros proyectos para la implementación de mecanismos de infiltración y aprovechamiento para las aguas lluvias en la ciudad de Cuenca. Asimismo, el sistema organizativo y gestor de la entidad debe ser reforzado, ya que no se realizan de forma oportuna las coordinaciones adecuadas entre las entidades involucradas en el tratamiento integral de aguas pluviales.

Lo anterior mencionado se puede corroborar con la información que presenta ETAPA (2022) en su página oficial, quienes mencionan que en la actualidad, esta entidad no posee un sistema dedicado al aprovechamiento de aguas pluviales o de una red de alcantarillado alterno de captación de aguas lluvia dentro del casco urbano. De igual manera, la investigación de Pauta et al. (2019) corrobora que la administración de los sistemas de gestión de la ciudad no contempla la ejecución de proyectos para implementar sistemas de tratamiento de aguas lluvia, lo que provoca que las aguas pluviales sean trasladadas hacia ríos y vertientes, provocando desbordamientos y contaminación en fuentes acuíferas.

## **Conclusiones**

A través de la bibliografía, se pudo evidenciar que, debido al crecimiento exponencial de la población se ha incrementado la necesidad por los recursos acuíferos, los sistemas de gestión del agua deben asegurar un uso sustentable y responsable del mismo para mantener el estilo de vida del siglo XXI. Asimismo, se debe asegurar el establecimiento de indicadores en los sistemas de gestión que permitan realizar un uso eficiente de las aguas pluviales que eviten impactos ambientales negativos en las ciudades y mejoren el estado actual de los recursos hídricos de las urbes.

Se analizó el sistema de gestión para las aguas pluviales en ETAPA y se pudo evidenciar que, en la actualidad la entidad no ejecuta las planificaciones o estudios necesarios dentro del casco urbano, para fomentar la implementación en sistemas para la captación de aguas pluviales como proyectos futuros. También, se logró identificar que el sistema gestor que implementa, pese a tener aspectos positivos, aún debe mejorar el control de las entidades involucradas en el proceso de definición para el plan de actuaciones en una gestión integral en las aguas pluviales, verificación en la diversidad de perfiles en trabajadores institucionales y la frecuencia con la que se realizan reuniones para la coordinación intersectorial e Inter competencial sobre las aguas lluvia.

## **Referencias**

1. Aguilar Barajas, I., Mahlknecht, J., Kaledin, J., Kjellén, M., & Mejía Betancourt, A. (Eds.). (2018). Agua y ciudades en América Latina: Retos para el desarrollo sostenible. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0001107>
2. Bitterman, P., Tate, E., Van Meter, K. J., & Basu, N. B. (2016). Water security and rainwater harvesting: A conceptual framework and candidate indicators. *Applied Geography*, 76, 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.09.013>
3. Cruz, A. O. D. L., Chavez, C. R. A., & Llano, D. C. O. (2020). Drenaje pluvial sostenible. Una alternativa de gestión del agua de lluvia en la Universidad de Sonora. *CONTEXTO. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León*, 14(20), Article 20. <https://doi.org/10.29105/contexto14.20-4>
4. ETAPA. (2022). ETAPA EP - Servicios de Telefonía, Televisión, Internet, Agua Potable, Alcantarillado de Cuenca—Ecuador > Información > Saneamiento > Colectores e interceptores. <https://www.etapa.net.ec/informacion/saneamiento/colectores-e-interceptores>
5. Hernández, R., & Mendoza, C. (2019). Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta | RUDICS. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
6. López Machado, N. A., Domínguez Gonzalez, C. G., Barreto, W., Méndez, N., López Machado, L. J., Soria Pugo, M. G., Lizano, R., Montesinos, V., López Machado, N. A., Domínguez Gonzalez, C. G., Barreto, W., Méndez, N., López Machado, L. J., Soria Pugo, M. G., Lizano, R., & Montesinos, V. (2020). Almacenamiento de agua de lluvia en medios urbanos utilizando techos verdes. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 32(2), 54-71. <https://doi.org/10.17163/lgr.n32.2020.05>
7. Martínez, L. S. (2015). Indicadores de sostenibilidad de la gestión integral de las aguas de lluvia en los entornos urbanos: Aplicación a la ciudad de Zaragoza [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad Politécnica de Madrid]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=119435>
8. Navalpotro, J. A. S., & Pérez, M. S. (2018). Consumo de agua y «Huella Hídrica» de las ciudades españolas. *Estudios Geográficos*, 79(284), 115-140. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201805>

9. Pauta-Calle, G., Velazco, M., Gutierrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, O., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 10(2), 76-88. <https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.08>
10. Rahman, S., Khan, M. T. R., Akib, S., Din, N. B. C., Biswas, S. K., & Shirazi, S. M. (2014). Sustainability of Rainwater Harvesting System in terms of Water Quality. *The Scientific World Journal*, 2014, e721357. <https://doi.org/10.1155/2014/721357>
11. Seguido, Á. F. M., & Hernández, M. H. (2017). El uso de aguas pluviales en la ciudad de Alicante. De viejas ideas a nuevos enfoques. *Papeles de Geografía*, 7-25. <https://doi.org/10.6018/geografia/2017/279451>
12. Trapote, A. (2016). Gestión de las aguas pluviales en entornos urbanos mediante técnicas de Drenaje Sostenible. <https://doi.org/10.22507/jet.v5n2a1>
13. UNESCO. (2019). Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás. UNHCR. [https://www.acnur.org/publications/pub\\_sal/5c93e4c34/informe-mundial-de-las-naciones-unidas-sobre-el-desarrollo-de-los-recursos.html](https://www.acnur.org/publications/pub_sal/5c93e4c34/informe-mundial-de-las-naciones-unidas-sobre-el-desarrollo-de-los-recursos.html)

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).