



*Análisis sobre la gestión de aguas residuales en la ciudad de Cuenca: Caso ETAPA-EP*

*Analysis on wastewater management in the city of Cuenca: Case STAGE-EP*

*Análise da gestão de águas residuais na cidade de Cuenca: Caso STAGE-EP*

Mercedes Yadira Sigüencia Sigüencia <sup>I</sup>  
[mysiguencias50@est.ucacue.edu.ec](mailto:mysiguencias50@est.ucacue.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-4107-675X>

José Luis Solano Peláez <sup>II</sup>  
[jsolano@ucacue.edu.ec](mailto:jsolano@ucacue.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-8388-0338>

José Abelardo Paucar Camacho <sup>III</sup>  
[jose.paucarcamacho@ucacue.edu.ec](mailto:jose.paucarcamacho@ucacue.edu.ec)  
<http://orcid.org/0000-0003-2722-1850>

**Correspondencia:** [mysiguencias50@est.ucacue.edu.ec](mailto:mysiguencias50@est.ucacue.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de junio de 2022 \* **Aceptado:** 12 de julio de 2022 \* **Publicado:** 05 de agosto de 2022

- I. Ingeniería Civil por la Universidad Católica de Cuenca, Posgradista en el Programa de Maestría en Construcciones con mención en la Administración de la Construcción Sustentable en la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
- II. Supervisor Industrial, Ingeniero Químico y Especialista en Docencia Universitaria por la Universidad Católica de Cuenca, Magíster en Sistemas de Gestión Ambiental por la Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE, candidato a Doctor en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible por la Universidad de Cuyo, Argentina, Docente Investigador y Coordinador del Laboratorio de Simulación en Tiempo Real de la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
- III. Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, por la Universidad Estatal de Bolívar, Máster en Planificación y Gestión de Riesgos Naturales por la Universidad de Alicante, Doctorado en Desarrollo Local y Territorio por la Universitat de València, Docente Tutor maestría en el Programa de Maestría en Construcciones con mención en la Administración de la Construcción Sustentable en la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.



## Resumen

La presente investigación realiza un análisis de gestión de aguas residuales en la ciudad de Cuenca, específicamente la Empresa Pública Municipal de Telefonía, Agua Potable y Alcantarillado de Cuenca (ETAPA-EP). Para cumplir con este objetivo, se aplica un método mixto, es decir, cualitativa y cuantitativa donde se realiza un estudio de caso sobre el sistema gestor que tiene la entidad estudiada en cuanto al uso y aprovechamiento para las aguas negras en la ciudad. Se inicia realizando una indagación bibliográfica sobre los indicadores que se pueden utilizar para medir la eficiencia y calidad de la gestión y sobre la importancia en el manejo sustentable para los recursos acuíferos como estrategia para conservar las fuentes disponibles a mediano y largo plazo. Se diseña un instrumento para la recolección de datos dirigido a profesionales que tienen sólidos conocimientos por su experiencia laboral en el proceso administrativo relacionado con la temática para medir una variable mediante los indicadores registrados del análisis bibliográfico. Entre los principales resultados obtenidos, se menciona que se tiene índices bajos en cuanto a su organización, puntualmente en la implementación de políticas las cuales impulsen la coordinación entre diferentes entidades para el control en las aguas públicas y cuencas hídricas, no se cuenta con un sistema alternativo para la captación de aguas lluvias ni un sistema independiente para estas aguas; además las estrategias sobre el tratamiento tiene una baja efectividad para la conformidad con Normas Ecuatorianas; al igual que los diferentes procesos en saneamiento.

**Palabras Clave:** Gestión; Aguas residuales; Institución pública.

## Abstract

The present investigation carries out an analysis of wastewater management in the city of Cuenca, specifically the Municipal Public Company of Telephone, Drinking Water and Sewerage of Cuenca (ETAPA-EP). To meet this objective, a mixed method is applied, that is, qualitative and quantitative, where a case study is carried out on the management system that the entity studied has in terms of the use and exploitation of sewage in the city. It begins by carrying out a bibliographical research on the indicators that can be used to measure the efficiency and quality of management and on the importance of sustainable management of aquifer resources as a strategy to conserve available sources in the medium and long term. An instrument is designed for data collection aimed at professionals who have solid knowledge due to their work experience in the

administrative process related to the subject to measure a variable through the registered indicators of the bibliographic analysis. Among the main results obtained, it is mentioned that there are low rates in terms of organization, specifically in the implementation of policies which promote coordination between different entities for the control of public waters and watersheds, there is no system alternative for the collection of rainwater or an independent system for these waters; In addition, treatment strategies have low effectiveness for compliance with Ecuadorian Standards; as well as the different processes in sanitation.

**Keywords:** Management; Sewage water; Public institution.

## Resumo

A presente investigação realiza uma análise da gestão de águas residuais na cidade de Cuenca, especificamente a Empresa Pública Municipal de Telefone, Água Potável e Esgotos de Cuenca (ETAPA-EP). Para atender a esse objetivo, é aplicado um método misto, ou seja, qualitativo e quantitativo, onde é realizado um estudo de caso sobre o sistema de gestão que a entidade estudada possui quanto ao uso e aproveitamento do esgoto no município. Inicia-se por realizar uma pesquisa bibliográfica sobre os indicadores que podem ser utilizados para medir a eficiência e qualidade da gestão e sobre a importância da gestão sustentável dos recursos aquíferos como estratégia de conservação das fontes disponíveis a médio e longo prazo. Foi elaborado um instrumento de coleta de dados destinado a profissionais que possuem conhecimentos sólidos devido à sua experiência de trabalho no processo administrativo relacionado ao assunto para mensurar uma variável por meio dos indicadores registrados da análise bibliográfica. Entre os principais resultados obtidos, menciona-se que há baixos índices em termos de organização, especificamente na implementação de políticas que promovam a articulação entre diferentes entidades para o controle de águas públicas e bacias hidrográficas, não há alternativa de sistema para captação de águas pluviais. ou um sistema independente para essas águas; Além disso, as estratégias de tratamento têm baixa eficácia para o cumprimento dos Padrões Equatorianos; bem como os diferentes processos em saneamento.

**Palavras-chave:** Gestão; Águas residuais; Instituição pública.

## Introducción

En la actualidad, el manejo sustentable de los recursos del planeta ha sido un tema recurrente para la comunidad científica a nivel global, puesto que el aumento la población, la expansión de las ciudades, la producción a nivel industrial, la contaminación, entre otros factores relacionados con actividades antropocéntricas, han afectado su disponibilidad, especialmente aquellos que son necesarios para sustentar la vida humana (Gómez et al., 2020; Milán et al., 2019). Uno de los recursos que se ha visto afectado con mayor impacto por las actividades humanas es el agua, pues según el informe 2020 sobre agua y cambio climático presentado por la UNESCO, en la actualidad, existen más de 2200 millones de personas que están privadas del acceso a este líquido, mientras que otros 4200 millones de individuos carecen completamente de un sistema adecuado de saneamiento de agua (UNESCO, 2020).

Al respecto, Rodríguez et al. (2021) y Shi et al. (2015) mencionan que los recursos hídricos tienen una gran relevancia para el desarrollo de la sociedad actual, puesto que el ser humano no solo utiliza el agua como un líquido necesario para cumplir con las necesidades biológicas del cuerpo, por el contrario, también lo usa como fuente de energía (eléctrica, mecánica, etc.), para el desarrollo industrial, para los sistemas de saneamiento urbano, para las actividades agrícolas, ganaderas, entre otros. Es decir, el recurso hídrico forma parte esencial para el desarrollo de la vida tal como se la conoce, por lo tanto, el uso eficiente y sustentable del mismo es importante para mantener el estilo de vida que tienen las sociedades actuales a largo plazo (Molina et al., 2018).

Asimismo, uno de los usos más extendidos que se da al agua en la actualidad, es como un medio de transporte de desechos orgánicos e inorgánicos, que son el resultado de las actividades cotidianas de una población a través de un sistema de alcantarillado y que son catalogadas como aguas negras (Herrera y Naranjo, 2019).

Todos los días, recursos valiosos son evacuados a través del inodoro. Ni qué decir de los lavamanos, duchas y desagües industriales del mundo. Cuando finalmente se abre paso hasta las alcantarillas – o, peor aún, hasta nuestros arroyos y ríos – habremos desperdiciado una valiosísima fuente de agua, energía, y nutrientes: para decirlo en dos palabras, las aguas residuales (Gómez et al., 2020; Milán et al., 2019).

Un alcantarillado, utiliza una serie de conexiones de tuberías, canales, túneles, entre otras obras complementarias para evacuar los desechos de las viviendas, industrias o negocios hacia las diferentes plantas de tratamiento que realizan un proceso de saneamiento o limpieza de estas aguas para eliminar los componentes que puedan causar daños ambientales o envenenamiento de

acuíferos naturales para reutilizarlos como agua de riego, para usos en factorías, granjas o incluso para la generación de energía (Aghalari et al., 2020; Vallejo et al., 2017).

Sin embargo, uno de los problemas más relevantes en cuanto al uso sustentable de recursos acuíferos es que estas redes de alcantarillado dispuestos a lo largo de la red vial de las ciudades, no solo llevan aguas negras, también son usado como recolectores de aguas lluvia o también denominados aguas pluviales que se mezclan con las aguas negras, contaminando millones de litros de agua limpia al año, que pudieron ser utilizados con otros fines más provechosos (Trapote, 2016; León Agatón et al., 2016). Respecto a esto, Seguido y Hernández (2017) comentan que las aguas pluviales, tienen diversos beneficios para las sociedades modernas, ya que pueden ser redirigidas hacia las fuentes locales para diversos usos sin realizar ningún proceso de saneamiento previo, lo que reduciría considerablemente los costos de tratamiento de aguas.

Además, es importante mencionar que los recursos hídricos se encuentran sometidos a presión a causa del continuo crecimiento demográfico y la urbanización, especialmente en los países en desarrollo, se considera que para el año 2050 la población urbana actual podría llegar casi a duplicarse, con un crecimiento demográfico aún más rápido en los barrios marginales. Es importante citar que muchas de las ciudades en distintos países no disponen de sistemas adecuados de gestión y tratamiento de las aguas residuales, esto constituye una amenaza tanto para la salud y el bienestar humano; así como para los ecosistemas, a nivel mundial. (UNESCO, 2020).

El origen de la crisis radica en la falta de infraestructuras y sistemas de gestión adecuados para el volumen de la creciente de aguas residuales generadas, se considera que a nivel mundial se vierten dos millones de toneladas de aguas servidas y desechos industriales y agrícolas en los cursos de agua del planeta, esto sin contar el vertido no regulado o ilegal de agua contaminada (Trapote, 2016; León Agatón et al., 2016).

A pesar de los beneficios ambientales ya probados, de salud, económicos y financieros de reutilizar las aguas residuales, un asombroso 80 % a nivel mundial es vertido en el ambiente sin tratamiento adecuado. Con una población en crecimiento y una demanda de recursos hídricos en ascenso, no reutilizar las aguas residuales es una práctica cada día más insostenible e inaceptable (UNESCO, 2020).

Recordemos que la contaminación del medio hídrico se debe a la transmisión de enfermedades, los efectos sobre la fauna y flora, la pérdida de calidad del agua o del cauce receptor, etc. De esta manera, se podría definir la contaminación del medio hídrico, como cualquier alteración de las

características de tipo físico, químico, biológico, o simplemente estéticas, producidas por la actividad del hombre, ya sea de forma directa o indirecta sobre el agua Shi et al. (2015).

La polución de las aguas provoca una sucesión de acontecimientos indeseables fáciles de observar en un cauce receptor, donde los tipos de procesos que tienen lugar en una zona determinada, se pueden controlar y medir desde el punto donde se realizó el vertido del agua residual que originó la contaminación Shi et al. (2015).

La gestión integrada del agua es un proceso que incluye la participación de todos los actores involucrados, para que de esta manera exista un manejo efectivo que asegure el mejor uso de los recursos disponibles, previniendo la contaminación y reduciendo los conflictos que usualmente genera el acceso al agua dulce, así como los problemas de salud pública relacionados con la calidad de agua (Herrera y Naranjo, 2019).

Apenas seis de cada 10 habitantes de América Latina cuentan con conexión domiciliar a una red de alcantarillado, y un escaso 30 a 40 % de las aguas residuales recolectadas es sometida a tratamiento. Estas cifras son sorprendentes dado los altos niveles de urbanización e ingresos, y acarrear graves consecuencias para la salud pública, la sostenibilidad ambiental y la equidad social (UNESCO, 2020).

Pese a todo lo mencionado, varios países en el mundo, incluido algunos en Latinoamérica, no realizan un proceso de gestión adecuado sobre sus sistemas de alcantarillado que disminuya la contaminación de fuentes acuíferas alternativas como las aguas pluviales y que aproveche este recurso como medida de sustentabilidad para las redes de distribución (Cieza et al., 2021). Un ejemplo de lo mencionado, es el caso de ETAPA-EP que es un ente regulador en la ciudad de Cuenca, encargada entre otras cosas, a la gestión de agua potable y saneamiento para toda la ciudad. Esta entidad, pese a ser una de las mejor referidas a nivel de Ecuador, no posee un sistema alternativo de captación de aguas pluviales que sea independiente del sistema de alcantarillado, por lo cual, las aguas lluvia se mezclan y contaminan con las aguas negras de la ciudad lo que incrementa el volumen de líquido que la planta de tratamiento de aguas residuales debe procesar (ETAPA, 2022a).

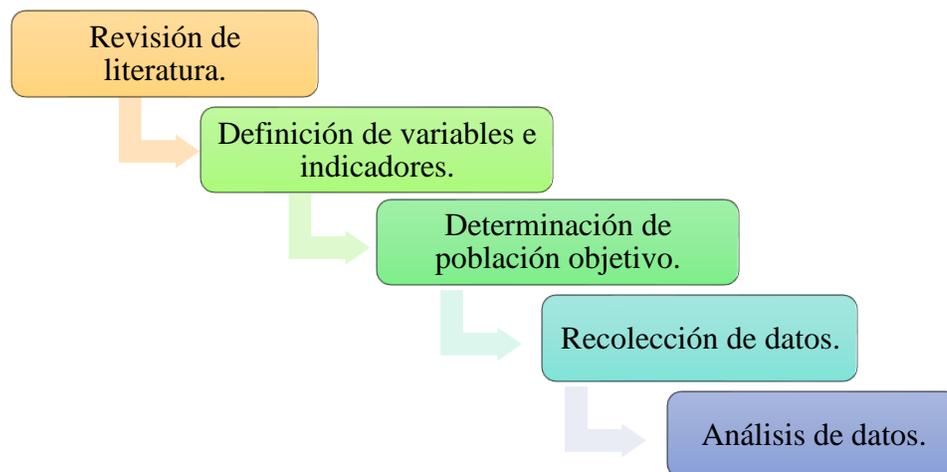
Ante la problemática anteriormente mencionada, resulta de gran interés analizar el sistema de gestión de aguas residuales en la ciudad de Cuenca, específicamente de su ente rector ETAPA-EP como estrategia para caracterizar sus procesos y verificar si cumplen con indicadores de sustentabilidad. En el marco, se aplicó una metodología mixta y corte descriptivo, en el cual, se

diseña una encuesta dirigida a los directivos relacionados con la gestión de saneamiento en aguas residuales. Asimismo, se utiliza criterios de selección de información, análisis de datos e interpretación que permitieron caracterizar el proceso administrativo de la organización.

### Metodología

La presente investigación se enmarca en un estudio de caso ya que se realiza una caracterización y análisis detallado sobre la situación actual de una entidad pública en cuanto a la gestión de sistemas de alcantarillado y sostenibilidad de estrategias para recursos hídricos en la ciudad de Cuenca que permita abrir nuevas líneas de investigación y sirva como referente de mejora para la institución. Asimismo, tiene un alcance descriptivo, debido a que se exponen representaciones literarias del tema estudiado para describir el fenómeno observado. Igualmente, el estudio presentado, incorpora el enfoque mixto, es decir, tanto cuantitativo como cualitativo, puesto que se diseña y aplica una encuesta dirigida a la población objetivo para analizarla con un software estadístico y se añade un instrumento para la recolección de datos con preguntas libres para analizar las respuestas de los encuestados. A continuación, se presentan las fases usadas en la investigación, que es una adaptación del método presentado por Hernández y Mendoza (2019):

**Figura 1.** *Fases de la Investigación Utilizado*



Fuente: Adaptado de (Hernández y Mendoza, 2019)

Como se puede observar en la figura anterior, se inicia con una revisión de la literatura, en la cual, se procedió a indagar en los principales repositorios digitales e institucionales de índole científico relacionado con sistemas de alcantarillado, desarrollo sostenible y procesos de gestión de aguas residuales. Una vez que se recopiló esta información realizó un análisis de los indicadores que

permitirán medir y caracterizar el estado actual de la gestión de aguas residuales de la entidad ETAPA-EP en la ciudad de Cuenca. Entre los indicadores más relevantes encontrados se mencionan: Organización, Tratamiento de aguas residuales, Eficacia y control y Tratamiento de aguas pluviales.

Una vez que se determinaron los indicadores que permitieron medir el estado actual de la entidad ETAPA-EP para la gestión de aguas residuales sostenible en la ciudad de Cuenca, se procedió a determinar la población sujeta a estudio de la investigación, para el cual, se utilizó un muestreo por conveniencia de siete profesionales de la Ingeniería que fueron escogidos por su rol de administradores así como la pertenencia que tienen dentro de la entidad relacionado con la gestión de aguas residuales y sistema de alcantarillado.

Para el proceso de recolección de datos cuantitativos, se tomó en consideración los indicadores determinados en la segunda fase de la investigación para elaborar 10 preguntas, las cuales, tuvieron un rango de respuesta basado en la escala de *Liker*, la misma que se considera como una escala de calificación que se utiliza para cuestionar a las personas sobre su nivel de acuerdo o desacuerdo con una declaración. Posteriormente, las respuestas fueron remplazadas por equivalentes numéricos para su análisis estadístico. La escala de respuesta utilizada se presenta a continuación en la tabla 1.

También, para la recolección de datos cualitativos se diseñaron seis preguntas; las mismas que fueron de estilo libre para que cada uno de los encuestados puedan responder con sus propias palabras, permitiendo total libertad en las respuestas; de esta manera el encuestado podrá expresar sus ideas sin limitaciones; además de dar a conocer los aspectos positivos o negativos que está atravesando la institución y nos permitirá además conocer los motivos de una respuesta dada en una pregunta anterior.

**Tabla 1.** *Escala de Likert*

<b>Tipo</b>	<b>Opciones de respuesta</b>	<b>Equivalente numérico</b>
Escala de Likert	Totalmente de acuerdo	5

De acuerdo	4
Neutral	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Para realizar el análisis de datos cuantitativos, se reemplazó los equivalentes numéricos de las respuestas de los encuestados y se introdujeron en el programa de análisis estadístico “SPSS” en el cual, se elaboró una herramienta para determinar la media, mínimos, máximos y desviación estándar. Para validar la herramienta utilizada, así como los resultados obtenidos se aplicó el Alfa de *Cronbach*, como se puede ver a continuación en la figura 2, se obtuvo una puntuación de 0,7092 por lo tanto, el instrumento queda validado.

**Figura 2.** Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,7092	10

## Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos con el instrumento para la recolección de datos en 2 subpartados que corresponden a los resultados del instrumento cuantitativo y el cualitativo respectivamente:

### *Resultados del instrumento cuantitativo*

Como se puede observar en los resultados presentados en la tabla 2, cuatro de los diez valores de las medias calculadas por el programa estadístico obtuvieron puntuaciones satisfactorias o totalmente satisfactorias, es decir, entre 4 a 5 respectivamente, también, se observa que dos de las preguntas obtuvieron valores promedios, mayor a 3. Sin embargo, se puede apreciar que hay cuatro valores que destacan por su puntaje bajo (menor a 3), es decir, se consideran desfavorable y corresponde a la pregunta 5, 8, 9, 10 que están marcados de color rojo.

**Tabla 2.** Resultados de promedios, mínimos y máximos de Preguntas

No. Pregunta	Media	Mínimo	Máximo
P1	4,57	4	5
P2	3,14	3	4
P3	3,57	3	4
P4	4,71	4	5
P5	2,71	2	3
P6	4,14	4	5
P7	4,29	4	5
P8	1,29	4	5
P9	1,14	1	1
P10	1,29	1	2

Al analizar los datos mostrados en la tabla 3, puede observar que la pregunta 5, que pertenece al indicador de organización, se evidencia que la empresa ETAPA-EP no implementa políticas las cuales impulsen la coordinación entre diferentes entidades para el control de aguas públicas y cuencas hídricas en Cuenca.

Con relación a la pregunta 8, que corresponde al indicador de tratamiento de aguas pluviales, se visualiza que ETAPA-EP no posee un plan estratégico para la captación y aprovechamiento de aguas pluviales.

Referente a la pregunta 9, perteneciente al indicador de tratamiento de aguas pluviales, se observa que la ciudad de Cuenca no cuenta con un sistema sólidos e independiente para aguas pluviales que los separe de las aguas negras.

En referencia a la pregunta 10 perteneciente al indicador de tratamiento de aguas pluviales, se visualiza que las estrategias sobre el tratamiento de aguas pluviales no cumplen en su totalidad con la conformidad de las Normas Ecuatorianas pertinentes.

**Tabla 3.** Preguntas con los Menores Promedios de la Encuesta Cuantitativa

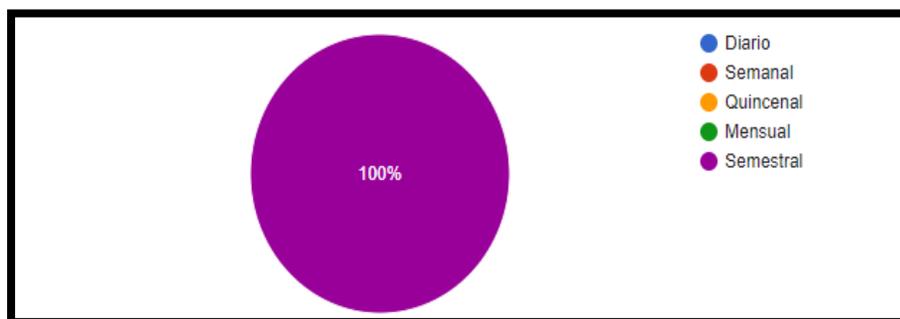
Pregunta	Promedio	Indicador	Concepto
P5	2,71	Organización	Implementación de políticas que impulsen la coordinación entre diferentes entidades para el

			control de aguas públicas y cuencas hídricas en Cuenca.
P8	1,29	Tratamiento de aguas pluviales	Plan estratégico para la captación y aprovechamiento de aguas pluviales.
P9	1,14	Tratamiento de aguas pluviales	No dispone de un sistema independiente para aguas pluviales que los separe de las aguas negras.
P10	1,29	Tratamiento de aguas pluviales	Disponibilidad de un sistema independiente para aguas pluviales que los separa de las aguas negras.

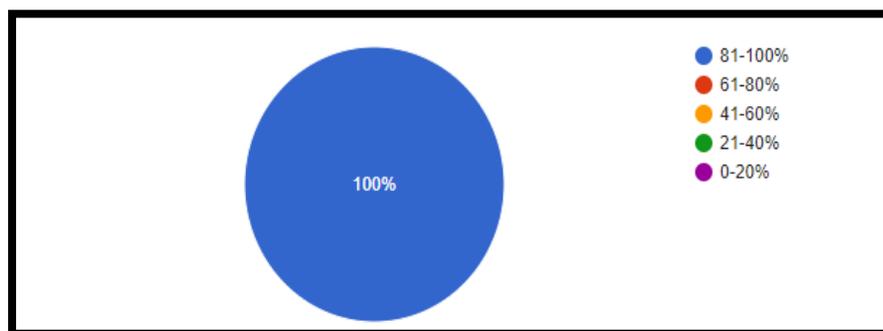
*Resultados del instrumento cualitativo*

Como se puede observar en las respuestas graficadas de la figura 3, que hace mención a la pregunta: ¿Con que frecuencia ETAPA--EP realiza estudios sobre la calidad de aguas públicas como los ríos, para verificar la eficacia de su planta procesadora? El 100% de los encuestados mencionó que se realiza esta actividad con una frecuencia Semestral.

**Figura 3.** *Respuestas a Pregunta 1 de la Encuesta Cualitativa*



Posteriormente analizamos la figura 4 que corresponde a la pregunta: ¿Qué porcentaje de aguas residuales en la ciudad de Cuenca se da un tratamiento adecuado para su reutilización según normativas nacionales? El 100% de los encuestados mencionó que en la ciudad de Cuenca se da un tratamiento adecuado de las aguas para su reutilización con un rango entre el 81 al 100%.

**Figura 4.** *Respuestas a Pregunta 2 de la Encuesta Cualitativa*

Respecto a la pregunta libre número 3 de la encuesta cualitativa que hace referencia a: ¿Considera que los procesos de saneamiento de aguas negras de ETAPA-EP son energéticamente eficientes? Se puede observar en la tabla 4 que el 71.43% de los encuestados mencionaron que no consideran que los procesos de saneamiento de aguas que se realiza en esta entidad sean energéticamente eficientes; sin embargo, el 28.57% considera que los procesos si son eficientes por el funcionamiento de la depuradora.

**Tabla 4.** *Respuestas a Pregunta 3 de la Encuesta Cualitativa*

Pregunta	Encuestados	Respuesta
P3	E1	No.
	E2	No existe valoración energética.
	E3	No existe recuperación de nutrientes ni energía.
	E4	Considero que los procesos de saneamiento de aguas negras aún no son energéticamente eficientes.
	E5	Medianamente eficientes.
	E6	En función de resultados de evaluaciones se ha ido optimizando desde el inicio mismo de funcionamiento de la depuradora (1999) el componente energético.
	E7	Si, con el funcionamiento de la depuradora.

Asimismo, en la pregunta libre 4 de: ¿ETAPA-EP posee un sistema de control de energía consumida por cada m<sup>3</sup> de agua tratada? El 100% de los encuestados mencionaron que si dispone

de un sistema de control de energía. A continuación, en la tabla 5 se muestran las respuestas de los encuestados.

**Tabla 5.** *Respuestas a Pregunta 4 de la Encuesta Cualitativa*

Pregunta	Encuestados	Respuesta
P4	E1	Por supuesto.
	E2	La depuradora dispone de medición de caudales y de medición de consumo de energía.
	E3	Si existe un control correcto de energía por cada m <sup>3</sup> de agua tratada.
	E4	Si existe control.
	E5	Si existe control, la depuradora mide el caudal y la energía consumida.
	E6	Claro que si.
	E7	Si existe el control mencionado.

Para la pregunta libre número 5, respecto a ¿ETAPA-EP posee un sistema de control de distribución de aguas tratadas que asegure la reutilización sustentable y responsable de las mismas?

En la tabla 6 se puede observar que el 100% de los encuestados mencionó que la empresa ETAPA-EP no dispone de este control, es decir que luego del tratamiento de las aguas, se vierte este caudal al río y no se tiene un registro de la utilización de las aguas abajo.

**Tabla 6.** *Respuestas a Pregunta 5 de la Encuesta Cualitativa*

Pregunta	Encuestados	Respuesta
P5	E1	No debido a que el agua tratada se vierte directamente al río Cuenca.
	E2	Las aguas residuales tratadas son descargadas al río Cuenca.
	E3	Ningún control de distribución.
	E4	Las aguas son arrojadas directamente al río Cuenca.
	E5	No existe ningún control de distribución.

E6	Las aguas tratadas se descargan al río sin ningún control de distribución.
E7	No, luego de tratarlas sea vierten al río Cuenca.

Por otro lado, en la pregunta libre 6 sobre: ¿Que normas implementa ETAPA-EP para el manejo y control de aguas pluviales en la actualidad? El 71.42% mencionó que no existe ninguna gestión de las aguas pluviales; mientras que un 14.29% comentó que se incorpora la: “ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua”; asimismo el 14.29% menciona que se realiza la proyección de sistemas sanitarios en la zona rural y sistemas combinados en casos excepcionales. Para corroborar lo mencionado en el párrafo anterior, a continuación, se presenta la tabla 7; en donde se muestran las respuestas de los encuestados; mismas que hacen referencia a la no gestión de aguas pluviales, en su mayor porcentaje.

**Tabla 7.** *Respuestas a Pregunta 6 de la Encuesta Cualitativa*

Pregunta	Encuestados	Respuesta
P6	E1	No gestiona aguas pluviales.
	E2	Ninguno.
	E3	Actualmente, ETAPA-EP no tiene una normativa implementada para aguas pluviales
	E4	Ninguno, las aguas pluviales y las aguas residuales van a un sistema de alcantarillado único.
	E5	Proyección de sistemas sanitarios en la zona rural y sistemas combinados en casos excepcionales.
	E6	Ninguna, el alcantarillado es combinado,
	E7	Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua

## Discusión

Como se pudo observar en la presentación de los resultados, la entidad ETAPA-EP no considera a la implementación de políticas que impulsen la coordinación entre diferentes entidades para el control de aguas públicas en la ciudad como un eje rector para su administración, lo cual, podría llegar a reducir la prontitud y efectividad de los proyectos planificados por ETAPA-EP debido a que se realizan estas labores sin la colaboración de otras organizaciones que pudiesen aportar de forma positiva a la administración.

Es importante mencionar que un ejemplo de entidades que pueden colaborar con la institución, son los GAD's parroquiales que disponen de recursos suficientes para brindar información sobre el área de aporte de agua, gestionar fondos y solicitar apoyos de otros órganos de gobierno.

De igual manera, el Grupo Banco Mundial puede apoyar para mejorar la capacidad institucional, reducir la contaminación del agua y aumentar el acceso equitativo en las zonas más vulnerables de la ciudad, el programa del Banco Mundial apunta a aumentar la sostenibilidad financiera y ambiental de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento.

Con respecto a lo anterior, Tapia (2022) menciona que la colaboración y gestión de varias entidades públicas para la ejecución de proyectos del casco urbano, fomenta la modernización de la gestión pública, puesto que abarca a todos los entes que lo constituyen, comprometiendo así a los gobiernos descentralizados, instituciones políticas, organismos autónomos y la sociedad civil.

Por lo tanto, al involucrar de forma activa los diferentes organismos, se puede mejorar los procesos de gestión en aguas residuales en la ciudad de Cuenca.

Asimismo, se puede corroborar que el tratamiento de aguas pluviales de la ciudad no es un abordaje principal para la gestión de ETAPA-EP ya que no se planifica o ejecutan de manera adecuada la implantación de sistemas de captación y aprovechamiento de estas aguas, lo cual, causa que se mezclen con los residuos de la red de alcantarillado de Cuenca provocando un incremento en el volumen de líquido que debe ser tratado para su reutilización.

La aseveración mencionada anteriormente, se puede corroborar con el informe que presenta ETAPA (2022) en su página oficial, donde afirman que la entidad no posee un sistema dedicado al aprovechamiento de aguas pluviales dentro del casco urbano. Esta situación, provoca que se incremente la contaminación en los ríos de la ciudad ya que el agua tratada se vierte directamente en el río Cuenca.

En concordancia con esto, la investigación de Pauta et al. (2019) menciona que ETAPA, en la actualidad, no contempla la ejecución de proyectos para implementar sistemas de tratamiento de

aguas lluvia, lo que provoca que estas aguas sean trasladadas hacia ríos y vertientes, provocando desbordamientos y contaminación en fuentes acuíferas.

En relación al tratamiento de aguas negras, pese a que este proceso abarca entre el 81 y 100% de las aguas residuales de la ciudad y que la entidad posee un sistema de control de energía consumida por cada m<sup>3</sup> de agua tratada este proceso no es energéticamente eficiente; es necesario incorporar a las instalaciones de cogeneración eléctrica, transformando en electricidad el biogás proveniente de los digestores de lodo; de esta manera se estima que el potencial de generación de las plantas podrá cubrir entre el 35 % y el 40 % de las necesidades energéticas para operar las PTAR.

### **Conclusiones**

Se realizó una revisión bibliográfica para determinar cuáles son los indicadores más relevantes en cuanto a la medición de la calidad de la gestión de aguas residuales en organizaciones públicas y se evidenció que los indicadores más relevantes tienen que ver con los sistemas de organización de las empresas, implementación de sistema de tratamiento de aguas residuales, sistema de eficiencia - control de actividades y gestión de tratamientos de aguas pluviales.

Se implementó una encuesta cuantitativa a una muestra de ingenieros que trabajan o trabajaron directamente en el proceso administrativo de ETAPA-EP en la gestión de aguas residuales y se evidenció que la entidad estudiada posee índices insatisfactorios en cuanto a la organización, sobre todo en la coordinación entre diferentes entidades para el control de aguas públicas y cuencas hídricas en Cuenca. Del mismo modo, se comprobó que ETAPA-EP no posee un plan estratégico para la captación y aprovechamiento de aguas pluviales; además el sistema de tratamiento de aguas pluviales no posee una infraestructura adecuada que separe las aguas negras de las aguas lluvia. Asimismo, se evidenció que las estrategias sobre el tratamiento de aguas pluviales de ETAPA-EP no están en conformidad con las Normas Ecuatorianas pertinentes.

La encuesta aplicada de carácter cualitativo de la muestra de gestores de ETAPA-EP reveló los procesos de saneamiento de aguas negras de la institución, no son energéticamente eficiente: por lo que es necesario aumentar la eficiencia del tratamiento, mejorar la calidad del agua de descarga o generar ganancias a partir de un valioso recurso recuperado de las aguas residuales transformando en electricidad el biogás proveniente de los digestores de lodo.

Mediante el análisis de resultados se determinó que ETAPA -EP no disponen de un control de distribución de aguas tratadas que asegure la reutilización sustentable y responsable de las mismas;

este es un indicador muy preocupante debido a que es indispensable conocer para que se utilizan las aguas tratadas, con el levantamiento de información se puede llevar un registro de los usuarios y la utilización de las mismas.

De igual manera la entidad en estudio no implementa normativas para el manejo y control de aguas pluviales en la actualidad, por lo que, este recurso no es aprovechado de manera adecuada; genera aumento en los caudales diarios a tratar en la PTAR, además se elevan los costos de tratamiento de las aguas por el incremento del caudal, se tratan aguas que no son contaminadas y ETAPA -EP no lleva a cabo la ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua en su artículo 11.

Teniendo en cuenta el contexto nacional, es necesario hacer énfasis primordial en métodos de minimización de volúmenes de aguas residuales más que en el diseño de sistemas de tratamiento; debido a que la implementación de estos sistemas es costosa. Para minimizar los caudales que llegan a la planta de tratamiento de aguas residuales se debería implementar un sistema de alcantarillado pluvial; considerando que, a minimización de caudales a tratar, se evidencia menor volumen y por ende menor serán los costos de tratamiento.

Es importante recalcar que el agua potable y el saneamiento básico son un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos; por esta razón se debe implementar alternativas de prevención que estén focalizadas en la minimización de volúmenes de consumo y por ende en la minimización de volúmenes vertidos.

Es necesario además que exista un trabajo mancomunado entre varias instituciones, tanto públicas como privadas para de esta manera realizar una correcta gestión de aguas residuales, es necesario además considerar experiencias no solamente en otras regiones de América Latina sino también en todo el mundo, de esta manera se conocerá y conseguirá el apoyo de varias entidades, tal es el caso del Banco Mundial, el mismo que promueve y facilita la incorporación de un enfoque holístico en el abordaje de la gestión de las aguas residuales.

Además es muy significativo, cerciorarse de que la gestión de aguas residuales funcione correctamente en todos los aspectos principales de la cadena de servicios de saneamiento seguro, entre ellos infraestructura para el tratamiento de aguas residuales, rehabilitación de la red de alcantarillado y ampliación de la cobertura a los zonas marginales, así como asistencia para ayudar a los clientes a reacomodar sus conexiones internas de agua y saneamiento de manera tal que estén conectadas efectivamente a la red.

Este enfoque se basa en una metodología de conexión existente que se puede desarrollar en Cuenca, la misma que emplea intervenciones sociales y de sensibilización de la población acerca de los problemas de saneamiento.

Se debe también desarrollar un enfoque de gestión integral del agua urbana para la planificación del desarrollo urbano en áreas de la ciudad en expansión que actualmente están menos consolidadas y requieren intervenciones en alcantarillado urbano y gestión de aguas residuales, para de esta manera brindar a la población una adecuada cobertura y servicio de alcantarillado.

### **Agradecimiento**

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcciones con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, vinculados al Proyecto de Investigación: INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD URBANA PARA LA CIUDAD DE CUENCA – ECUADOR, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente y Tecnología (CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

### **Referencias**

1. Aghalari, Z., Dahms, H.-U., Sillanpää, M., Sosa-Hernandez, J. E., & Parra-Saldívar, R. (2021). Effectiveness of wastewater treatment systems in removing microbial agents: A systematic review. *Globalization and Health*, 16(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s12992-020-0546-y>
2. Cieza Pérez, A., Lozada, M. M. C., Rodríguez, M. V. H. P., & Alarcón, D. M. C. (2021). La Gestión de procesos internos en las empresas prestadoras de servicio de agua y alcantarillado en el Perú. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 12185-12201. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i6.1224](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1224)
3. ETAPA. (2022a). ETAPA EP - Servicios de Telefonía, Televisión, Internet, Agua Potable, Alcantarillado de Cuenca—Ecuador > Información > Saneamiento. <https://www.etapa.net.ec/informacion/saneamiento>

4. ETAPA. (2022b). 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. Gómez Romero, J. A., Garduño Román, S., Gómez Romero, J. A., & Garduño Román, S. (2020). Desarrollo sustentable o desarrollo sostenible, una aclaración al debate. *Tecnura*, 24(64), 117-133. <https://doi.org/10.14483/22487638.15102>
6. 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>
7. Herrera, G. C. G., & Naranjo, S. I. L. (2019). Evaluación del impacto ambiental de los sistemas de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales en Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(3.2.1), 73-87. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.2.1.783>
8. León Agatón, A., Córdoba Ruiz, J. C., & Carreño Sayago, U. F. (2016). Revisión del estado de arte en captación y aprovechamiento de aguas lluvias en zonas urbanas y aeropuertos. *Tecnura*, 20(50), 141-153. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2016.4.a10>
9. Milán-García, J., Uribe-Toril, J., Ruiz-Real, J. L., & de Pablo Valenciano, J. (2019). Sustainable Local Development: An Overview of the State of Knowledge. *Resources*, 8(1), 31. <https://doi.org/10.3390/resources8010031>
10. Molina, E., Quesada, F., Calle, A., Ortiz, J., & Orellana, D. (2018). CONSUMO SUSTENTABLE DE AGUA EN VIVIENDAS DE LA CIUDAD DE CUENCA. *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, 20. <https://www.redalyc.org/journal/5055/505555586003/html/>
11. 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>
12. Rodríguez, A. N. S., Bustamante, V. V. C., & Ortega, Y. C. (2021). Modelo de gestión sostenible de los recursos hídricos de la microcuenca alta del río Santa Rosa. *Ciencia Digital*, 5(1), 182-196. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v5i1.1532>
13. 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.

14. Shi, Q., Chen, S., Shi, C., Wang, Z., & Deng, X. (2015). The Impact of Industrial Transformation on Water Use Efficiency in Northwest Region of China. *Sustainability*, 7(1), 56-74. <https://doi.org/10.3390/su7010056>
15. Tapia, V. A. D. (2022). Modernización de la gestión pública y su influencia en la atención de la ciudadanía desde los gobiernos locales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(2), 2405-2420. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i2.2034](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2034)
16. Trapote, A. (2016). Gestión de las aguas pluviales en entornos urbanos mediante técnicas de Drenaje Sostenible. <https://doi.org/10.22507/jet.v5n2a1>
17. UNESCO. (2020). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020: Agua y cambio climático. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/search/N-EXPLORE-dcc59bbc-4dfb-418a-8b7b-ea94cb0c98f6>
18. Vallejo, M. V. C., Mejía-Lopez, A., & Carillo, Y. (2017). REMOCIÓN DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PRESENTES EN AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA MEDIANTE PROTOTIPO A ESCALA DE LABORATORIO. *La Granja*, 26(2), 72-83.

© 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/>).