




# Determinación de la eficiencia en el uso de fosas sépticas y filtros anaerobios (Biodigestor) para el tratamiento de aguas residuales domésticas

*Determination of the efficiency in the use of septic tanks and anaerobic filters (Biodigester) for the treatment of domestic wastewater*

- <sup>1</sup> María Valeria González León  <https://orcid.org/0000-0002-0034-6699>  
Universidad Católica de Cuenca, Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Cuenca, Ecuador  
[maria.gonzalez.78@est.ucacue.edu.ec](mailto:maria.gonzalez.78@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Diego Coronel Sacoto  <https://orcid.org/0000-0001-8105-4102>  
Universidad Católica de Cuenca, Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Cuenca, Ecuador,  
[dcoronels@ucacue.edu.ec](mailto:dcoronels@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Carlos Matovelle Bustos  <https://orcid.org/0000-0003-2267-0323>  
Universidad Católica de Cuenca, Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable, Cuenca, Ecuador  
[cmmatovelleb@ucacue.edu.ec](mailto:cmmatovelleb@ucacue.edu.ec)



## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 05/12/2021

Revisado: 20/12/2021

Aceptado: 17/01/2022

Publicado: 05/04/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v4i2.1.191>

**Cítese:** González León, M. V., Coronel Sacoto, D., & Matovelle Bustos, C. (2022). Determinación de la eficiencia en el uso de fosas sépticas y filtros anaerobios (Biodigestor) para el tratamiento de aguas residuales domésticas. AlfaPublicaciones, 4(2.1), 6–24. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i2.1.191>



ALFA PUBLICACIONES, es una Revista Multidisciplinar, **Trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras**

**claves:** fosa  
séptica,  
biodigestor,  
agua residual,  
eficiencia.

**Keywords:**

ptic tank,  
biodigester,  
wastewater,  
efficiency.

**Resumen**

**Introducción** La construcción de fosas sépticas o implantación de biodigestores en residencias habitacionales generan una serie de dudas sobre la calidad del tratamiento que se da a las aguas residuales domésticas; manifestadas en problemas como: malos olores, color del agua y la inseguridad de la sociedad sobre los parámetros que cumple el líquido tratado próximo a regresar a un lecho filtrante. **Objetivo.** En la presente investigación, se plantea demostrar y comparar la efectividad de fosas sépticas y biodigestores en el tratamiento de aguas residuales domésticas. **Metodología.** Esto se realiza mediante el análisis estadístico de los datos proporcionados del monitoreo de fosas sépticas que realiza el departamento de operaciones de agua potable y saneamiento de ETAPA EP y del control de agua de salida que se toma en Biodigestores. Para establecer los rangos de calidad del agua tratada y emitir recomendaciones para el diseño y uso de estos aparatos de tratamiento de aguas residuales fue necesario tabular datos estadísticos de monitoreo de aguas. Con los datos obtenidos y en distintos escenarios en condiciones óptimas y condiciones específicas con diferentes características como: tipo de suelo, área para su implantación, vías de acceso y su disposición final, una vez obtenidos los resultados se realizó un diagnóstico comparativo para identificar la eficiencia en el uso de fosas sépticas y biodigestores. **Resultados.** Los resultados obtenidos no demuestran que la falta de conocimiento sobre las condiciones previas a la implantación de este tipo de tratamiento influye directamente en el mal uso de estos. **Conclusión.** Concluimos que tanto fosas sépticas como biodigestores son efectivos en el tratamiento de aguas residuales domésticas siempre y cuando estén bien construidas e instaladas, tomando en cuenta las normativas existentes para su construcción, es importante mencionar que es imprescindible tomar medidas para la utilización de estos aparatos en las edificaciones actuales y futuras y así obtener resultados positivos.

**Abstract**

**Introduction** The construction of septic tanks or the implantation of biodigesters in residences generate a series of doubts about the quality of the treatment given to domestic wastewater; manifested in problems such as: bad odors, color of the water and the insecurity of society about the parameters that the treated liquid meets, about

---

to return to a filter bed. Target. In the present investigation, it is proposed to demonstrate and compare the effectiveness of septic tanks and biodigesters in the treatment of domestic wastewater. Methodology. This is done through the statistical analysis of the data provided from the monitoring of septic tanks conducted by the department of drinking water and sanitation operations of ETAPA EP and from the control of outlet water that is taken in Biodigesters. To establish the quality ranges of the treated water and issue recommendations for the design and use of these wastewater treatment devices, it was necessary to tabulate statistical data from water monitoring. With the data obtained and in different scenarios in optimal conditions and specific conditions with distinctive characteristics such as: type of soil, area for its implementation, access roads and its final disposal, once the results were obtained, a comparative diagnosis was made to identify the efficiency in the use of septic tanks and biodigesters. Results. The results obtained do not show that the lack of knowledge about the conditions prior to the implementation of this type of treatment directly influences their misuse. Conclusion. We conclude that both septic tanks and biodigesters are effective in the treatment of domestic wastewater if they are well built and installed, considering the existing regulations for their construction, it is important to mention that it is essential to take measures for the use of these devices in current and future buildings and thus obtain positive results.

---

## Introducción

El presente artículo tiene como objetivo demostrar la efectividad de dos tipos de tratamiento para aguas residuales que son, la fosa séptica y el uso de biodigestores, para lo cual se realiza un análisis estadístico de datos obtenidos, tanto de fosas sépticas, proporcionados por la empresa municipal ETAPA EP, como de biodigestores, datos obtenidos del laboratorio ANAVALAB, donde los resultados nos demuestran una efectividad de las dos metodologías, dado que se evidencia una tendencia baja considerable en cuanto a los valores de ingreso del agua con los de salida, para el tratamiento de agua basadas en fosas sépticas se consigue una efectividad de DBO del 80,86%, para DQO 75,1% y para SST de un 90,23%, mientras que para los biodigestores la efectividad es de 84.16% para DBO, 75,32% para DBQ y 85,44% para SST. En los resultados que se pudieron analizar de los distintos tratamientos existe una diferencia no

mayor al 5% lo que significa que funcionan de manera adecuada y que son sistemas óptimos para cumplir con el tratamiento primario de aguas residuales.

### *Aguas Residuales*

El agua es una fuente vital para el ser vivo, sobre todo para el ser humano ya que no solo la utiliza para consumo sino también para diferentes actividades que le proporcionan una buena salud, alimentación, desarrollo, confort, entre otros, estas aguas usadas se convierten en desechos que han adquirido el nombre de aguas residuales (Muñoz Cruz, 2008). Proviene de cuatro fuentes principales, aguas domésticas, industriales, de uso agrícola, y pluviales (Muñoz y Orellana, 2019).

Es en las zonas residenciales y centros comerciales en donde se generan la mayor cantidad de agua residuales. En la primera se producen caudales que dependen de la densidad de la población y de la contribución de aguas residuales por habitante, en la segunda la obtención de caudales se basa en la comparación de datos existentes en la zona con la futura o nueva implantación (Cajigas, 1995).

Por otro lado, Valdez y Vázquez (2003) mencionan que los componentes más significativos de este tipo de agua son: 1) Los sólidos suspendidos, de naturaleza orgánica, en su gran mayoría se encuentran en los desechos humanos, desperdicios de alimentos, papel, trapos, entre otros, 2) Los compuestos orgánicos biodegradables, estos se consideran organismos solubles y está compuesto de proteínas, carbohidratos y lípidos, estos contiene carbono por lo que poseen una demanda de oxígeno y oxígeno nitrogenado y 3) Los microorganismos patógenos, en estos están presentes bacterias, virus, protozoarios y helmintos, estos pueden ser causantes de varias enfermedades como la tularemia, cólera, Hepatitis, amebiasis, equinococosis, entre otros.

Las aguas residuales poseen ciertas características físicas, químicas y biológicas que son de suma importancia para su análisis, aquí mencionaremos unas de las principales, dentro de las físicas están los sólidos totales (desde ahora ST) que a su vez se dividen en 1) Sólidos suspendidos totales (SST), a estos pertenecen los sólidos suspendidos volátiles (SSV) y los sólidos suspendidos fijos (SSF), 2) Sólidos Disueltos Totales (SDT) y 3) Sólidos Sedimentables (SS), en cuanto a los parámetros químicos tenemos: 1) Materia orgánica (MO) en donde encontramos proteínas, lípidos y carbohidratos los cuales se pueden analizar bajo dos parámetros a) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) que es un método indirecto que mide el oxígeno disuelto, se usa para estudios de materia orgánica, que sea biodegradable, y b) Demanda Química de Oxígeno (DQO) que de igual manera mide el oxígeno pero con el fin de crear procesos de estabilización química, además este valor siempre será mayor al de DBO (Muñoz y Orellana, 2019).

Cajigas (1995) menciona que para el estudio de aguas residuales existen métodos cuantitativos que ayudan a determinar la composición química, estos pueden ser gravimétricos, volumétricos o fisicoquímicos y métodos cualitativos que permiten un estudio de las características físicas y biológicas.

### *Fosas Sépticas*

Las llamas fosas sépticas aparecen gracias a Haute Saone quien por una eventualidad, decidió ejecutar un estanque, donde recolectaría, aguas usadas y agua proveniente de la lluvia, con fin de evadir limpiezas constantes adiciono al estanque un tubo que daba salida a un pozo absorbente, durante años el estanque no necesito limpieza, es por eso que junto con Moyrno, un periodista, realizaron varios ensayos añadiendo materias fecales, orina, entre otros, con fin de estudiar el fenómeno, sus pruebas constataron una desintegración de la materia completa, a los 20 días, obviando algunos componentes que no eran digeribles en el estómago humano, semillas, coles, cebollas entre otros, como resultado de las descomposición se generaba un líquido, de color café tenue con olor a sulfhidrato de amoniaco, comprobaron además que el uso de abundante de agua era de gran ayuda para una mejor descomposición de la materia (López, 2014).

Ahora bien, las fosas sépticas, se han ido implementando a lo largo de los años, como uno de los mecanismos más importantes para el tratamiento de aguas residuales, según Gijón et al. (2007) las fosas sépticas están diseñadas y construidas para recibir estas aguas, separar sólidos de líquidos, proveer una digestión de la materia orgánica, almacenar sólidos, y permitir extraer el líquido para posteriormente darle tratamiento. Este tratamiento consta de 3 etapas: 1) El tanque como tal, que funciona como sedimentador, 2) La etapa del drenaje, aquí se presentan dos acontecimientos, a) la continuación del tratamiento mediante biodegradación y b) la absorción que se genera por la preparación del suelo, para esta etapa es recomendable utiliza piedras, entre 7 y 10cm, con objeto de permitir una evapotranspiración y 3) y la remoción, que se refiere al tratamiento de lodos (Rosales Escalante, 2005).

Respecto al tanque séptico este posee tres zonas determinadas: 1) Zona inferior, donde se asientan los llamados lodos, 2) Zona Central, la que permite la separación de las partículas, y 3) Zona Superior, donde se alojas las grasas, aceites, entre otros, formando una capa de espuma en la superficie del tanque, llamadas natas (Gijón et al., 2007). Dentro de este se origina un proceso biológico considerado natural y bacteriológico, que provoca la presencia de un tipo de bacterias pertenecientes al grupo de las anaeróbicas, esto se debe a que el tanque al ser hermético no permite el ingreso de aire, además de las bacterias se producen gases, encargados de una mayor descomposición en la zona superior, estos gases ayudan a la putrefacción, por otro lado es importante destacar que el tiempo de funcionamiento del tanque está determinado por la capacidad anaerobia que poseen, ya que

no solo ayudará a la descomposición de sólidos sino además de materia orgánica disuelta y coloidal (González et al., 2020).

Asimismo, Rosales Escalante (2005), menciona que este sistema aprovecha la capacidad de absorción del suelo, por lo que, su eficacia depende de que el tanque cumpla de manera apropiada la retención de sólidos y grasas, sin dejar de lado que el suelo donde se emplace deberá permitir una absorción adecuada, asevera además que el tamaño ideal para una buena sedimentación debería tener una relación de 1:3 entre el ancho y la longitud, y una profundidad mínima de 1 metro.

Es indispensable mencionar que el mantenimiento del taque es primordial para que este tratamiento funcione de manera correcta, por lo que es preciso realizar como mínimo una inspección al año, donde se considera, la revisión del taque, el ingreso de sustancias tóxicas y desinfectantes al tanque, los empaques en las conducciones que conectan el tanque con el sistema en campo, y la cantidad de lodo y espuma acumulado (Gijón et al., 2007).

Las fosas sépticas son una herramienta bastante válida para el tratamiento de aguas residuales, han sido utilizadas con resultados positivos durante varios años, sin embargo, la mala construcción, el mal uso, la falta de mantenimiento, puede causar conflictos importantes para la salud del ser humano, es por esto la importancia de tomar en cuenta recomendaciones que permitan que el sistema funcione adecuadamente.

Como ya se dijo este sistema es muy utilizado por su efectividad, tal es el ejemplo de la ciudad de Cuenca en donde en los últimos años se han construido diferentes proyectos para el tratamiento de aguas residuales, siendo algunos de ellos los siguientes: Achayacu, Cementerio, Escaleras, Laureles, Octavio Cordero, Quillopungo, Quingeo, Tutupali, San Pedro, Bella Unión, Tarqui Macas, Guabo, El Chorro, entre otras (Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento de Cuenca [ETAPA], 2021).

### *Biodigestores*

El uso de nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas residuales domésticas ha generado que la empresa privada a nivel mundial innove y pueda brindar nuevas alternativas para cumplir con esta función, teniendo así el sistema Biodigestor Autolimpiable que es un sistema para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas.

El biodigestor es un contenedor hermético, cerrado, el cual se diseña para recibir materia orgánica, principalmente desechos, dentro de este se coloca agua pretendiendo descomponer la materia orgánica, este proceso genera gas metano y además fertilizantes orgánicos que contienen potasio, fósforo y nitrógeno (Jaimovich et al., 1901).

Según Alarcón y Carrasco (2021) es un proceso digestivo que resulta de la secuencia de varias etapas que se desarrollan en un marco de tiempo, está conformado por varios componentes como son : a) Cámara de carga, donde se ingresa los desechos orgánicos, b) Reactor o digestor, es un tanque subterráneo que cumplen la función de descomponer desechos, está conectado con cámaras de carga y descarga, c) Cámara de descarga, recoge los residuos del reactor, mimas que sirven de abono d) Cubierta de plástico, va colocada sobre el reactor, su objetivo es no permitir que ingrese el aire evitando fugas de gas, e) Tubería, conduce el gas que se produce e impide que sobresalga de los niveles permitidos además expulsa el agua condensada y f) llave de paso, sirve como regulador de salida del gas.

Es transcendental aludir que es considerado amigable con el medio ambiente, por su factibilidad para construir y por su capacidad de producir bacterias anaerobias, mismas que genera biogás, las cuales pueden ser utilizadas en vez de gasolina o Diesel, en procesos de combustión, además pueden generar energía que reemplaza a la electricidad, por otro lado las biogás convierten las excretas en residuos válidos para destruir microorganismos, huevos de parásitos, con lo que logran impedir que se multipliquen y de esta manera ayudan a la reducción de contaminación del ambiente (Menéndez Peralta, 2021).

### **Metodología**

Para obtener datos del monitoreo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales acudimos a entidades de control y monitoreo de la ciudad de Cuenca; mientras que para los datos relacionados con la calidad de agua de Biodigestores se obtuvo información del monitoreo que realiza el laboratorio ANAVANLAB a biodigestores ubicados en la ciudad de cuenca. La relevancia de los factores externos de la ubicación de cada una de las PTAR como de los Biodigestores han sido omitidos ya que todos están ubicados en la zona rural del cantón.

Con estos datos pudimos realizar diferentes comparaciones de calidad de agua de salida, tomando en cuenta factores sociales de costo-beneficio de cada uno de estos sistemas.

En la parte comparativa de los sistemas de tratamiento se ha tomado como horizonte del estudio los límites máximos permisibles encontrados en Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua.

**Tabla 1**
*Información PTAR rurales: Promedios anuales y Límites máximos permisibles*

Sistema	DBO de entrada	DBO de salida	Límite máximo permisible	DQO de entrada	DQO de salida	Límite máximo permisible	SST Entrada	SST Salida	Límite máximo permisible
Achayacu	108.88	41.67	100	335.68	154.75	250	197.94	59.07	100
Cementerio	366.02	93.17	100	786.29	251.5	250	504.43	53.25	100
Escaleras	296.33	53.56	100	1023.11	322.11	250	797.56	28.33	100
Laureles	352.15	87.69	100	937.11	274.26	250	318.04	39.73	100
Octavio	71.63	7.86	100	212.22	42.17	250	100.33	7.33	100
Quillopungo	216.79	84.39	100	612.54	188.31	250	743.56	31.84	100
Quingeo	436.63	23.07	100	1016.34	84.28	250	1856	15.1	100
Tutupali	662.18	53.23	100	1484.88	156.29	250	1283.28	58.15	100
San Pedro	200.85	30.33	100	616.93	147.57	250	338.46	29.69	100
Bella Unión	304.77	31.5	100	850.92	205.92	250	491.83	24	100
Tarqui	417.72	107.11	100	1221.44	304.61	250	846.59	116.12	100
Macas	98.34	15.14	100	252.22	67.53	250	121.21	33.71	100
Guabo	472.57	44.23	100	1334.03	170.32	250	1485.23	31.97	100
Churuguzo	282.44	58.38	100	647.75	187.27	250	941.08	56.04	100

Fuente: Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento de Cuenca (2021)

**Tabla 2**
*Información Biodigestores: Promedios anuales y Límites máximos permisibles*

Sistema	DBO de entrada	DBO de salida	Límite máximo permisible	DQO de entrada	DQO de salida	Límite máximo permisible	SST Entrada	SST Salida	Límite máximo permisible
BIODIGESTOR 1	275.22	34.22	100	350.33	80.33	250	303.3	30.12	100
BIODIGESTOR 2	313.33	57.92	100	378	90.3	250	289.33	33.41	100
BIODIGESTOR 3	340.33	65.73	100	380.23	102.22	250	279.12	35.42	100
BIODIGESTOR 4	225.22	52.93	100	279.11	89.22	250	180.22	44.12	100
BIODIGESTOR 5	262.93	14.33	100	313.33	55.55	250	215.23	30.44	100

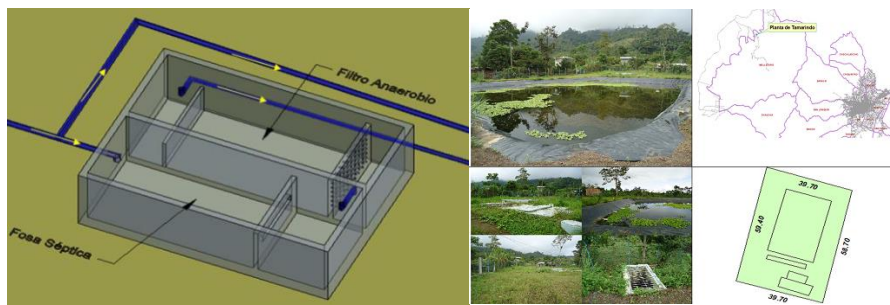
Fuente: Analítica Avanzada Asesoría y Laboratorios Cía. Ltda. (ANAVANLAB, 2021); Ministerio del Medio Ambiente (2011)



El esquema de funcionamiento de las Plantas de Tratamiento de Agua Residuales domesticas monitoreadas por ETAPA-EP tenemos la Fosa Séptica + Filtro Anaerobio y Fosa Séptica + Humedales Artificiales (figura 1).

**Figura 1**

*Vista interna de la fosa séptica y filtro anaerobio de la PTAR Macas; y Esquema de funcionamiento del sistema humedal*

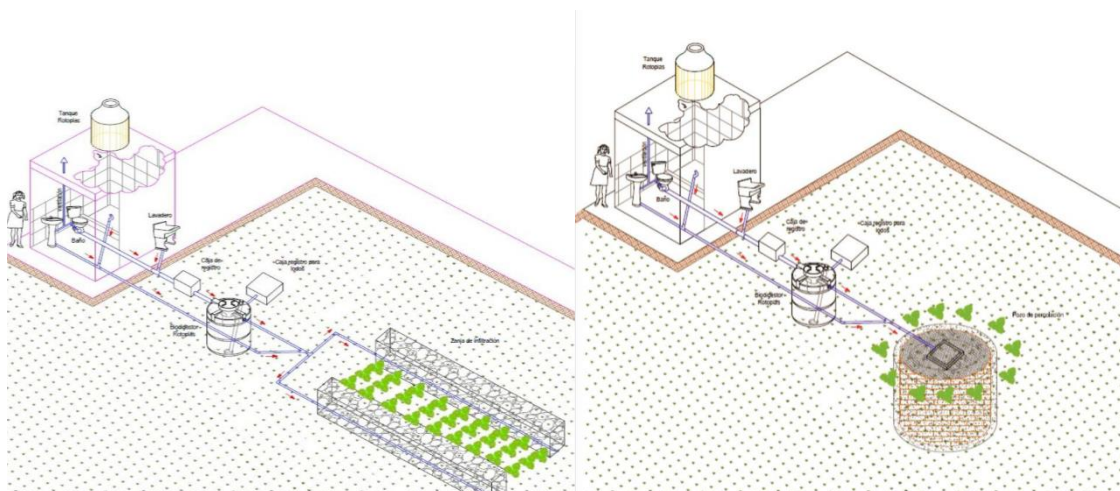


Fuente: Guamán y Molina (2015)

Mientras que el biodigestor, posee un sistema para tratar aguas primarias domésticas, esto mediante un proceso de retención y degradación, séptica anaerobia, y de manera orgánica, el agua tratada es infiltrada hacia el terreno aledaño mediante una zanja de infiltración, pozo de adsorción y/o humedal artificial según el tipo de terreno en donde se coloque el biodigestor (Figura 2).

**Figura 2**

*Esquema de funcionamiento biodigestor*



Nota: Vista del funcionamiento del biodigestor

Fuente: PROCON (2018)

Una medida cuantitativa de la contaminación del agua por materia orgánica es la determinación de la rapidez con la que se consume el oxígeno por la descomposición bacteriana y se denomina Demanda Biológica/Bioquímica de oxígeno (DBO). Existen algunos factores que afectan la DBO como la temperatura del medio, la clase de microorganismos, la cantidad y tipo de elementos nutritivos presentes, si estos factores son constantes, se puede utilizar el tiempo de la permanencia del agua en un reactor para eliminar la materia orgánica por consumos en medios aerobios o anaerobios.

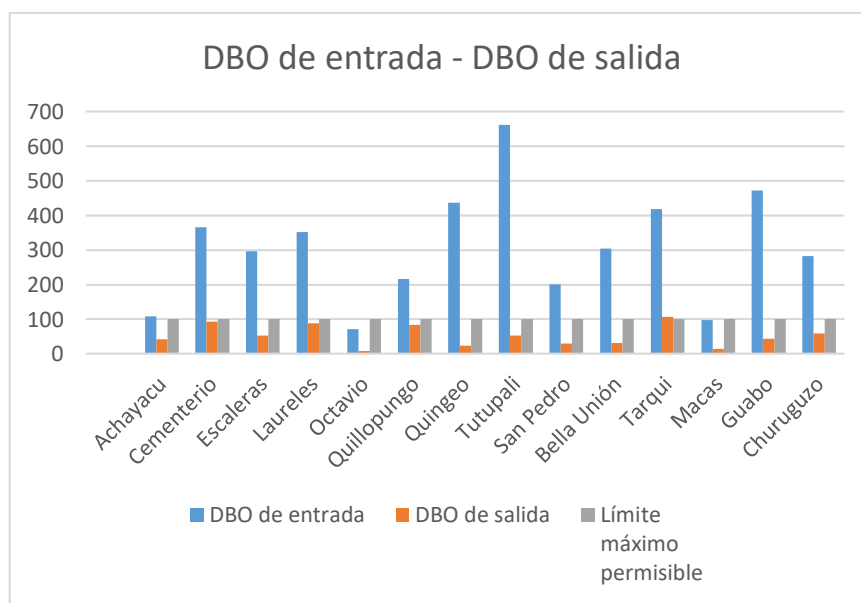
Esta investigación según su naturaleza es de tipo cualitativa participativa ya que estudiamos un caso en específico, como variables tenemos los datos de calidad de agua de ingreso y salida, estudiado en la zona rural del cantón Cuenca obteniendo datos mediante monitoreos de ETAPA-EP y pruebas en laboratorio ANAVANLAB.

### Resultados

Tanto del monitoreo de calidad de agua de PTAR en la zona rural proporcionados por ETAPA-EP, como el monitoreo realizado con el laboratorio ANAVANLAB con un promedio anual tomado desde enero 2020 a diciembre del mismo año. obtenemos curvas de comportamiento de los siguientes valores: DBO de entrada, DBO de salida, DQO de entrada, DQO de salida, Solidos Suspendidos Totales de entrada, Solidos Suspendidos Totales de salida, Coliformes Fecales de entrada, Coliformes Fecales de salida, mismos que serán analizados con porcentajes de efectividad mediante fórmulas matemáticas y detallados en cada una de las figuras.

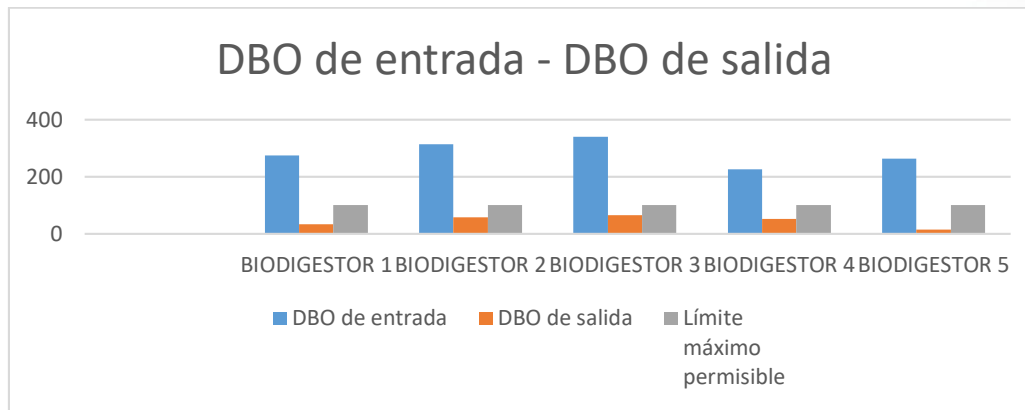
**Figura 3**

*Comportamiento DBO de entrada y salida de PTAR*



**Figura 4**

*Comportamiento DBO de entrada y salida de Biodigestores*



Del análisis del DBO de PTAR hemos obtenido el comportamiento para determinar su porcentaje de efectividad en el tratamiento de aguas residuales domesticas de la siguiente manera (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Porcentaje de efectividad DBO PTAR*

Sistema	DBO de entrada	DBO de salida	Diferencia	%
Achayacu	108.88	41.67	67.21	61.73
Cementerio	366.02	93.17	272.85	74.55
Escaleras	296.33	53.56	242.77	81.93
Laureles	352.15	87.69	264.46	75.10
Octavio	71.63	7.86	63.77	89.03
Quillopungo	216.79	84.39	132.4	61.07
Quingeo	436.63	23.07	413.56	94.72
Tutupali	662.18	53.23	608.95	91.96
San Pedro	200.85	30.33	170.52	84.90
Bella Unión	304.77	31.5	273.27	89.66
Tarqui	417.72	107.11	310.61	74.36
Macas	98.34	15.14	83.2	84.60
Guabo	472.57	44.23	428.34	90.64
Churuguzo	282.44	58.38	224.06	79.33

En promedio de los porcentajes de efectividad tenemos:

$$\% \text{ de efectividad} = \frac{\sum \% \text{ individual}}{N^{\circ} \text{ de sistemas}}$$

$$\% \text{ de efectividad} = \frac{1133.57}{14}$$

$$\text{efectividad} = 80.96 \%$$

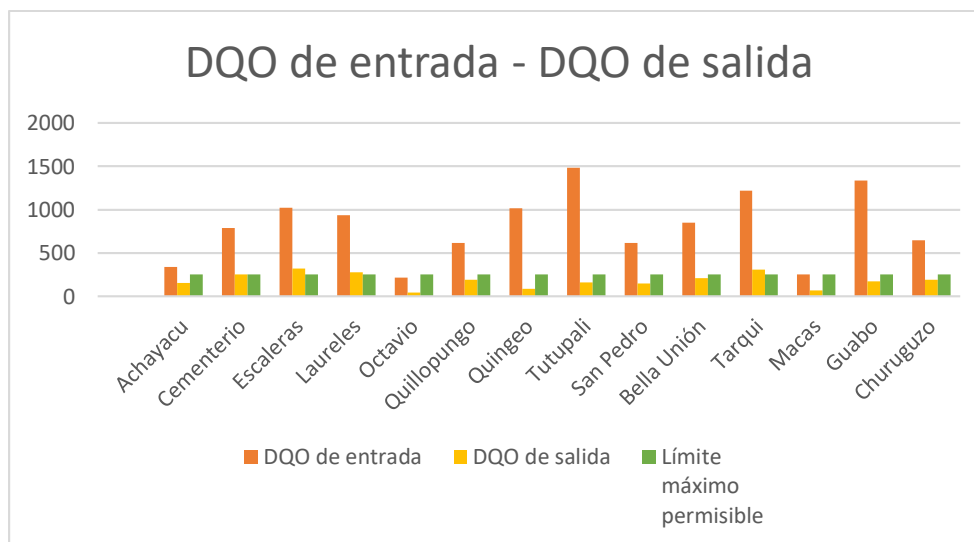
De la misma manera con el análisis del DBO de Biodigestores obtenemos el comportamiento para determinar su porcentaje de efectividad en el tratamiento de aguas residuales domesticas de la siguiente manera (Tabla 4).

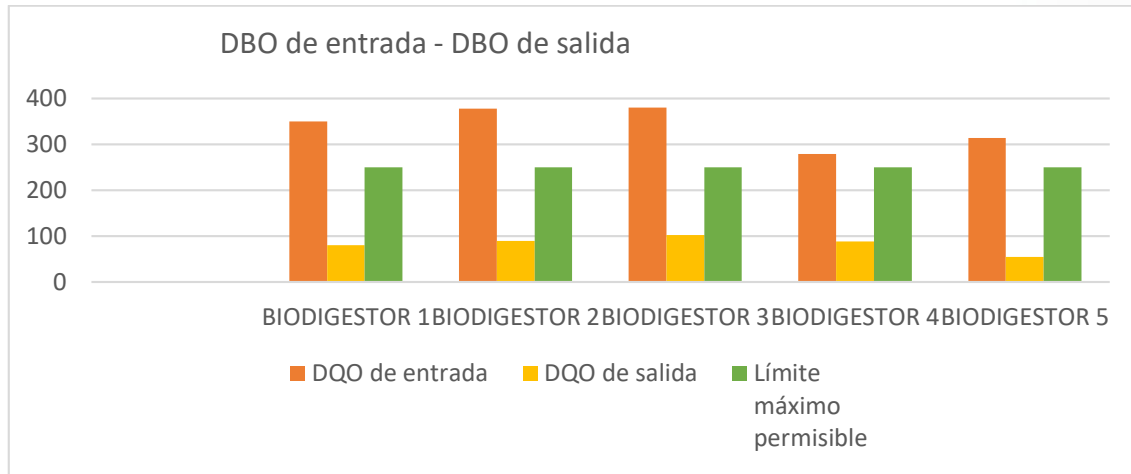
**Tabla 4**  
*Porcentaje de efectividad DBO Biodigestor*

Sistema	DBO de entrada	DBO de salida	Diferencia	%
BIODIGESTOR 1	275.22	34.22	241	87.57
BIODIGESTOR 2	313.33	57.92	255.41	81.51
BIODIGESTOR 3	340.33	65.73	274.6	80.69
BIODIGESTOR 4	225.22	52.93	172.29	76.50
BIODIGESTOR 5	262.93	14.33	248.6	94.55

$$\text{efectividad} = 84.16 \%$$

**Figura 5**  
*Comportamiento DQO de entrada y salida de PTAR.*



**Figura 6**
*Comportamiento DQO de entrada y salida de Biodigestores*


Del análisis del DQO de PTAR hemos obtenido el comportamiento para determinar su porcentaje de efectividad en el tratamiento de aguas residuales domesticas de la siguiente manera (tabla 5).

**Tabla 5**
*Porcentaje de efectividad DQO PTAR*

Sistema	DQO de entrada	DQO de salida	Diferencia	%
Achayacu	335.68	154.75	180.93	53.90
Cementerio	786.29	251.5	534.79	68.01
Escaleras	1023.11	322.11	701	68.52
Laureles	937.11	274.26	662.85	70.73
Octavio	212.22	42.17	170.05	80.13
Quillopungo	612.54	188.31	424.23	69.26
Quingeo	1016.34	84.28	932.06	91.71
Tutupali	1484.88	156.29	1328.59	89.47
San Pedro	616.93	147.57	469.36	76.08
Bella Unión	850.92	205.92	645	75.80
Tarqui	1221.44	304.61	916.83	75.06
Macas	252.22	67.53	184.69	73.23
Guabo	1334.03	170.32	1163.71	87.23
Churuguzo	647.75	187.27	460.48	71.09

*efectividad = 75.01 %*

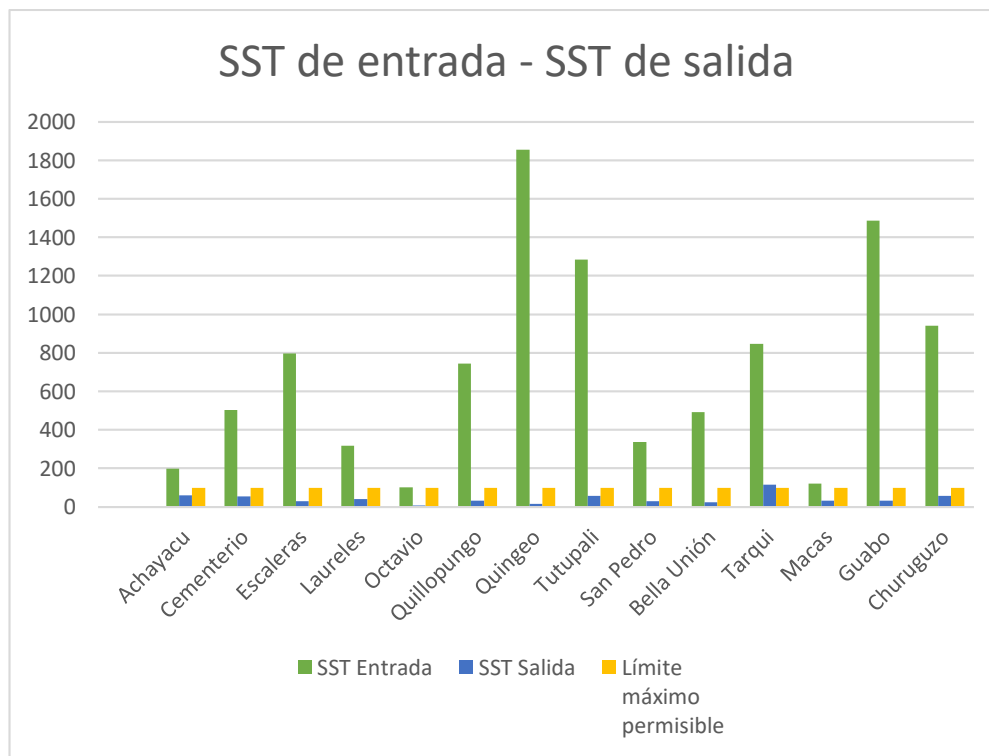
De la misma manera con el análisis del DQO de Biodigestores obtenemos el comportamiento para determinar su porcentaje de efectividad en el tratamiento de aguas residuales domesticas de la siguiente manera (Tabla 6).

**Tabla 6**  
*Porcentaje de efectividad DQO Biodigestor*

Sistema	DQO de entrada	DQO de salida	Diferencia	%
BIODIGESTOR 1	350.33	80.33	270	77.07
BIODIGESTOR 2	378	90.3	287.7	76.11
BIODIGESTOR 3	380.23	102.22	278.01	73.12
BIODIGESTOR 4	279.11	89.22	189.89	68.03
BIODIGESTOR 5	313.33	55.55	257.78	82.27

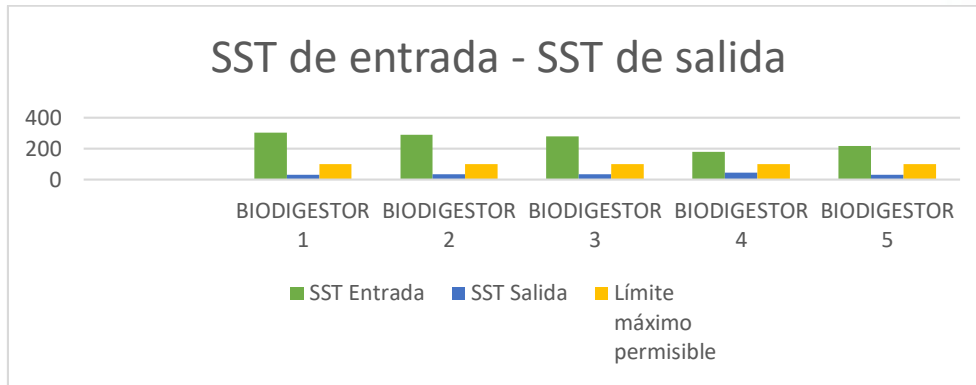
*efectividad = 75.32 %*

**Figura 7**  
*Porcentaje de efectividad SST PTAR.*



**Figura 8**

*Comportamiento SST de entrada y salida de Biodigestores*



Del análisis de SST de PTAR hemos obtenido el comportamiento para determinar su porcentaje de efectividad en el tratamiento de aguas residuales domesticas de la siguiente manera (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Porcentaje de efectividad SST PTAR*

Sistema	SST Entrada	SST Salida	Diferencia	%
Achayacu	197.94	59.07	138.87	70.16
Cementerio	504.43	53.25	451.18	89.44
Escaleras	797.56	28.33	769.23	96.45
Laureles	318.04	39.73	278.31	87.51
Octavio	100.33	7.33	93	92.69
Quillopungo	743.56	31.84	711.72	95.72
Quingeo	1856	15.1	1840.9	99.19
Tutupali	1283.28	58.15	1225.13	95.47
San Pedro	338.46	29.69	308.77	91.23
Bella Unión	491.83	24	467.83	95.12
Tarqui	846.59	116.12	730.47	86.28
Macas	121.21	33.71	87.5	72.19
Guabo	1485.23	31.97	1453.26	97.85
Churuguzo	941.08	56.04	885.04	94.05

*efectividad = 90.23 %*

De la misma manera con el análisis de SST de Biodigestores obtenemos el comportamiento para determinar su porcentaje de efectividad en el tratamiento de aguas residuales domesticas de la siguiente manera (Tabla 8).

**Tabla 8**  
*Porcentaje de efectividad SST Biodigestor*

Sistema	SST Entrada	SST Salida	Diferencia	%
BIODIGESTOR 1	303.3	30.12	273.18	90.07
BIODIGESTOR 2	289.33	33.41	255.92	88.45
BIODIGESTOR 3	279.12	35.42	243.7	87.31
BIODIGESTOR 4	180.22	44.12	136.1	75.52
BIODIGESTOR 5	215.23	30.44	184.79	85.86
<i>efectividad = 85.44%</i>				

### Discusión

Con el análisis de los parámetros de calidad de agua tanto de entrada como de salida podemos observar gráfica y matemáticamente que las tendencias en los tres parámetros analizados de DQO, DBO y Solidos Suspendidos Totales con respecto al agua que ingresa, versus a la que sale luego de su tratamiento, tiene una tendencia a la baja de sus valores teniendo la siguiente efectividad para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales DBO 80.96% de efectividad, DQO 75.1% de efectividad y SST 90.23% de efectividad, mientras que en Biodigestores tenemos la siguiente efectividad DBO 84.16% de efectividad, DQO 75.32% de efectividad y SST 85.44% de efectividad.

### Conclusiones

- Con el análisis de la efectividad de cada uno de los parámetros y en distintas condiciones tanto climáticas como territoriales y al tener resultados que no varían con más del 5% podemos decir que los dos sistemas cumplen su objetivo primordial que es dar un tratamiento primario a las aguas residuales domesticas antes de ser depositadas en un receptor final para así evitar la contaminación y mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.
- En un ámbito socio-económico se considerar varios aspectos como el tipo de suelo, número de habitantes, vías de acceso y presupuestos, sin embargo, existen otros factores que son imprescindibles tomar en cuenta, como el caso del 1) el área disponible para la implantación, 2) el presupuesto referencial, que para un Biodigestor es menor al de una PTAR, 3) el mantenimiento, en el caso de PTAR



debe ser realizado con equipos especiales, mientras que el Biodigestor posee un sistema de autolimpieza, y 4) el número de usuarios para cada sistema, en caso de los Biodigestores existe límite de usuarios para un adecuado funcionamiento.

- Es necesario implementar un catastro general de estas unidades de tratamiento de manera tal que se pueda clasificar su uso según el tipo de suelo del sector.
- Además, es indispensable el mantenimiento de las PTAR mínimo cada 6 meses, puesto a que al no realizarlo estas pueden fracasar y no cumplir su objetivo, lo que puede provocar malestares a la población.
- Por otro lado, es conveniente considera que el uso de PTAR y Biodigestores, al ser un tratamiento primario; lo óptimo sería contar con tratamiento posterior como los humedales.

### Agradecimientos

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, 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 Bibliográficas

- Alarcón, Y., y Carrasco, M. (2021). Tratamientos de aguas residuales mediante biodigestor para el recinto matecito, cantón Vinces, provincia de los Ríos.
- Análítica Avanzada Asesoría y Laboratorios Cía. Ltda. (2021). *Promedios Anuales de Biodigestores*.
- Cajigas, Á. (1995). *Ingeniería de aguas residuales* (3.<sup>a</sup> ed.).
- Empresa de Telecomunicaciones, Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento de Cuenca. (2021). *Datos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales en la ciudad de Cuenca*.
- Gijón, Y., Quintal, F., Rodríguez, O., & Méndez, N. (2007). Determinación de la tasa de acumulación de lodos en fosas sépticas de la ciudad de Mérida, Yucatán. *Ingeniería*, 11(3), 55-64.
- González, J., González, A., & González, F. (2020). *Evaluación de un sistema de filtración lenta en arena como alternativa para la remoción de contaminación bacteriológica*

*en aguas residuales de efluentes secundarios Anaerobio.*

- Guamán, V., & Molina, M. (2015). *Evaluación de las plantas de depuración de agua residual de las comunidades de Macas y San Pedro, cantón Cuenca, Azuay.* <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21662/1/TESIS.pdf>
- Jaimovich, O., Acevedo, F., Badell, N., Cerdá, A., Hardoy, E., & Vallarino, J. (1901). *Tratamientos de residuos cloacales con Biodigestores, (1).*
- López, J. L. y. (2014). Fosas Sépticas. *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*, 295-310. <https://revistas.uchile.cl/index.php/AICH/article/view/34514/36222>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2011). *Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. TULAS Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente.*
- Muñoz, A. (2008). Caracterización y tratamiento de aguas residuales. *Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería*, 305. [http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Especialidad/Modulo1\\_PDF/Gen12/ESTEM01T01E08.pdf](http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Especialidad/Modulo1_PDF/Gen12/ESTEM01T01E08.pdf)
- Muñoz, I., & Orellana, C. (2019). *Caracterización de lodos de fosas sépticas de las plantas de tratamiento rurales del cantón Cuenca.*
- Peralta, W. M. (2021). Sistema de tratamiento de aguas residuales domiciliarias con biodigestores para la comunidad El Ramito, Parroquia La Unión Del Cantón Jipijapa.
- PROCON. (2018). Ficha técnica de biodigestor autolimpiadle. <http://www.proconsrl.com/pdfs/3.pdf>
- Rosales-Escalante, E. (2005). Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. *Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones*, 18(2), 26-33.
- Valdez, E., & Vázquez, A. (2003). Ingeniería de los sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales. *Fundación Ica*, 341. [http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/ingenieria\\_de\\_los\\_sistemas\\_de\\_tratamiento\\_y\\_disposicion\\_de\\_aguas\\_residuales\\_civilgeeks.pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/ingenieria_de_los_sistemas_de_tratamiento_y_disposicion_de_aguas_residuales_civilgeeks.pdf)

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



#### Indexaciones

