

Evaluación, causas y recomendaciones en las fallas de los sedimentadores primarios en colegios públicos y particulares en el sector este.

Evaluation, causes and recommendations of the failures of primary sedimenters in public and private schools in the eastern sector.

Irving Isaac Isaza Santos

Universidad de Panamá. Panamá.

irving.isaza@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-4029-0992>

Andrea Victoria

Universidad de Panamá. Panamá.

andrea.victoria@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0000-0962-1581>

Lenard Pérez

Universidad de Panamá. Panamá.

lenar.perez@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0008-1486-1713>

Recepción: 26 de noviembre de 2024

Aprobación: 25 de marzo de 2025

DOI: <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v5n2.7168>

Resumen

Esta investigación se trata sobre el desbordamiento de tanque séptico de dos escuelas en Panamá, uno ubicado en Pacora y el segundo en mañanitas, nos percatamos de la falta de mantenimiento que hay en las dos escuelas, lo cual compromete a los alumnos a problemas de salud, daños en la estructura y malos olores. Es por eso por lo que realizamos un análisis comparativo del tamaño de la estructura y cada cuanto se le realiza o debe realizarse dicho mantenimiento, con el objetivo de encontrar una solución a estos problemas, como método investigamos las dos noticias en lo cual nos cuentan que desde la construcción de estos sedimentadores primarios no ha habido mantenimiento alguno teniendo como resultado la comparación de los dos tanque sépticos con la ayuda del volumen del sedimentador a lo que da es la falta de limpieza en las dos escuelas presentadas.



Palabras clave: escuela, mantenimiento, sedimentación

Abstract

This investigation is about the overflow of septic tanks in two schools in Panama, one located in Pacora and the second in Mañanitas. We noticed the lack of maintenance in both schools, which compromises the students with health problems, damage to the structure and bad odors. That is why we carried out a comparative analysis of the size of the structure and how often such maintenance is or should be carried out, with the aim of finding a solution to these problems. As a method, we investigated the two news items in which they tell us that since the construction of these primary sedimentation tanks there has been no maintenance whatsoever, resulting in the comparison of the two septic tanks with the help of the volume of the sedimentation tank, which shows a lack of cleaning in the two schools presented.

Keywords: maintenance, schools, sedimentation

INTRODUCCIÓN

Los sedimentadores primarios tienen como función recibir las aguas residuales crudas antes del tratamiento biológico, que permiten reducir los sólidos suspendidos, para que estos componentes no afecten los procesos de tratamientos posteriores a estos. Las escuelas deben tener un tanque séptico con el diseño que se corresponde con la cantidad de estudiantes que tienen, presentamos las causas y recomendaciones que se deben seguir para el tratamiento de los tanques sépticos de los colegios así no presentar problemas de desbordamientos. También hay otras tecnologías que se pueden utilizar para estos tratamientos y así reducir este problema para las escuelas. (Valdez y Vázquez 2003)

El tanque séptico es un sistema de tratamiento primario que permite la sedimentación de sólidos y la digestión anaeróbica en un ambiente cerrado. Este proceso reduce la cantidad de sólidos en el agua, pero el efluente resultante aún contiene niveles significativos de materia orgánica y patógenos, lo que requiere de tratamiento adicional o dispersión en el suelo a través de un campo de drenaje. (Coronado, 2022)



El diseño de los tanques sépticos permite separar y procesar tanto los residuos líquidos como los desechos sólidos, de esta manera se crea una capa de lodo en el fondo del pozo y otra superior de líquidos y grasa que se mantiene en constante flujo. Esta acumulación de desechos permite el desarrollo de microorganismos vivos que se alimentan de los sólidos, creando una gestión ecológica de los mismos, a estos seres se les conoce como microorganismos facultativos anaerobios. Podemos decir que este sistema de gestión de desechos es bastante orgánico y funcional, su período de vida útil oscila entre los 8 y 12 años, que dependen de características propias del tanque como adecuación del pozo, volumen del tanque, etc. Durante su tiempo de vida útil requerirá mantenimiento y cuidado periódico. Dentro del tanque se producen diversos tipos de gases que lo hacen peligroso para el contacto humano, asegúrate de contratar expertos responsables para hacer el mantenimiento con las medidas de seguridad adecuadas para gestionar el contenido del pozo. (Organización Panamericana de la Salud 2005)

¿Cómo Prevenir Problemas y Realizar la Limpieza de Tanques Sépticos?

Prevenir problemas en el sistema séptico y garantizar su correcto funcionamiento requiere un enfoque proactivo que incluye varias acciones clave. Primero, es fundamental programar limpiezas periódicas de acuerdo con el tamaño del tanque séptico y el número de personas que lo utilizan. La frecuencia con que se debe realizar la limpieza varía, pero una empresa de servicios autorizada en Panamá puede proporcionar asesoría adecuada y realizar el trabajo de manera profesional, evitando desbordamientos o daños al sistema. En segundo lugar, es crucial evitar el uso de productos químicos dañinos en el hogar, como limpiadores de drenajes agresivos, que pueden destruir las bacterias esenciales en el tanque séptico. Estas bacterias son necesarias para descomponer los residuos de manera eficiente. El uso excesivo de estos productos puede reducir la capacidad del tanque para procesar los desechos y aumentar el riesgo de obstrucciones. Además, es importante promover la conciencia y educación entre los miembros del hogar sobre el uso responsable del sistema séptico. Esto incluye evitar tirar objetos inadecuados al drenaje y asegurar que solo se eliminen por esta vía materiales compatibles con el sistema. Por último, junto con las limpiezas periódicas, es recomendable realizar inspecciones regulares del tanque séptico. Estas inspecciones permiten detectar

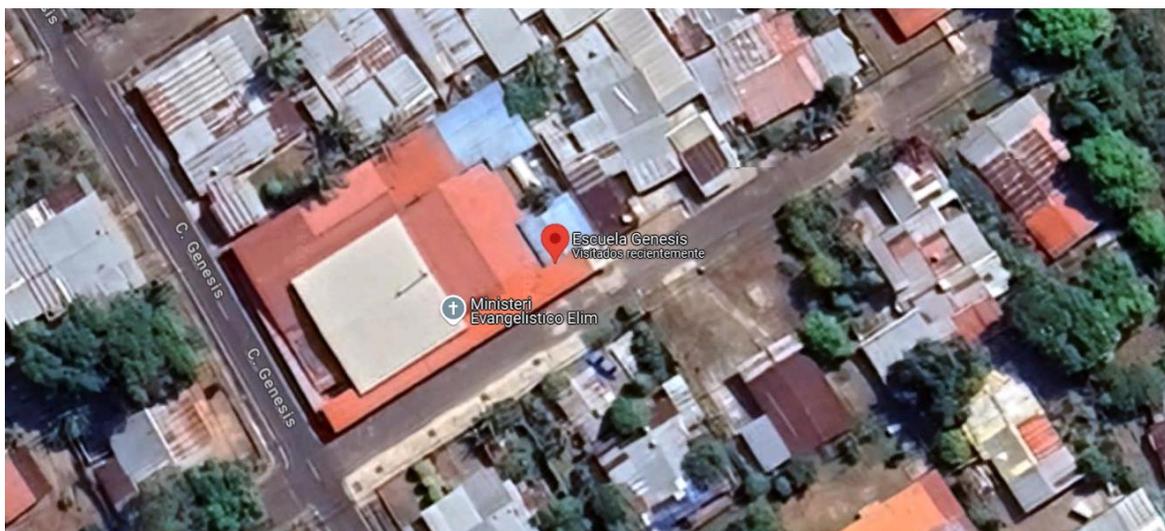
posibles problemas, como fugas o fallas estructurales, antes de que se conviertan en costosas reparaciones. Este mantenimiento preventivo puede extender la vida útil del sistema y asegurar su correcto funcionamiento a largo plazo. (Metcalf & Eddy (2003))

Como objetivos principales dentro de este artículo científico, se encuentran evaluar los periodos de limpieza de estos sedimentadores primarios, segundo evaluar los caudales de diseño ya que estos sistemas se diseñan para una cantidad de personas en específico, pero luego con los aumentos poblacionales en los lugares cercanos de los colegios, requieren de una limpieza en menor tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Figura 1.

Ubicación regional, Sector de Mañanitas, Provincia de Panamá



Nota: Escuela Genesis en Mañanitas. **Fuente:** Google Maps

Escuela Génesis

En esta ocasión, hemos realizado una investigación detallada sobre un grave problema que afecta a una escolita ubicada en el sector de Las Mañanitas, donde se ha observado el

desbordamiento recurrente de un tanque séptico. Este incidente, que ha ocurrido en varias ocasiones, ha provocado una situación muy incómoda y peligrosa, ya que el desbordamiento ocurre dentro del aula de clases. Trae como resultado, que los estudiantes se ven obligados a recibir lecciones en medio de un ambiente insalubre, afectado por olores extremadamente desagradables que emanan del sistema colapsado.

Una de las principales consecuencias de este problema es el deterioro de la salud de los niños que asisten a esta escuela. Muchos han comenzado a mostrar síntomas de enfermedades como diarrea, vómitos e incluso infecciones en la piel, lo que genera una gran preocupación entre los padres y el personal escolar. Además, existe el riesgo potencial de que se generen brotes de enfermedades como el dengue, agravando aún más la situación sanitaria. (Isaza, Gonzalez y Gomez 2021).

Además del problema del tanque séptico, la comunidad escolar enfrenta otro desafío. Carmen Castillo, una madre preocupada, mencionó que su hijo, que cursa el cuarto grado, no ha tenido maestra durante los últimos dos meses. Aunque esta situación educativa la inquieta, considera que la reparación del tanque séptico es una prioridad urgente debido al impacto en la salud de los estudiantes. (Isaza, Vallejo & De La Cruz 2022)

En nuestra segunda muestra tenemos a la Escuela Republica de Honduras ubicada en Pacora se produjo la pérdida de ocho días de clases debido al desbordamiento del tanque séptico en una de sus escuelas, lo que afectó gravemente el desarrollo normal de las actividades educativas. En respuesta a esta situación, la alcaldía de Panamá emitió un boletín informativo en el que anunció la implementación de un plan piloto de limpieza de tanques sépticos en diversas escuelas oficiales de la ciudad capital. Este programa fue concebido debido a que muchos de estos sistemas no habían sido sometidos a mantenimiento en más de 20 años, lo que generó problemas serios de obstrucción y recurrentes desbordamientos

Figura 2.

Ubicación regional, Pacora, Provincia de Panamá



Nota: Escuela República de Honduras en Pacora. **Fuente:** Google Maps

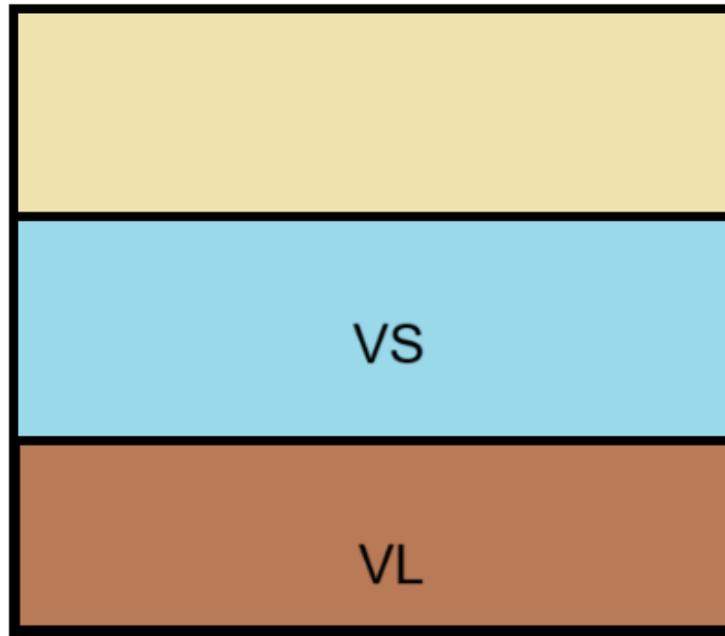
Uno de los planteles beneficiados por este plan piloto fue la Escuela República de Honduras, que alberga una matrícula de 1,600 estudiantes, distribuidos entre los turnos vespertinos y matutinos. Este centro educativo, como muchos otros en la región, sufría problemas derivados del mal estado de su sistema séptico, lo que hacía urgente la intervención.

Con esta muestra de dos colegios en el sector este, la metodología a aplicar sería conociendo la cantidad de estudiantes aproximada de estudiantes matriculados se diseñaría el sedimentador primario y usando las normas del Instituto de Acueductos de Alcantarillados Nacionales que habla del consumo per cápita de agua en zonas urbanas 100 gal/habitantes-día (IDAAN 2016), luego usando las normas de la Organización Panamericana de la Salud donde el volumen de lodos producidos es de Clima cálido 40 litros/habitantes*año

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 3.

Sedimentador Primario de Escuela Génesis



$$VT = VS + VL + Vd$$

$$VS = 1000 \text{ hab} * 100 \frac{\text{gal}}{\text{hab}} * \text{dia} * 2\text{dia} = 200000 \text{ gal} = 757 \text{ m}^3$$

$$Vd = 0.07 * 1000 * N = 70 * N$$

$$VL = 0.04 * 1000 = 40 \text{ m}^3$$

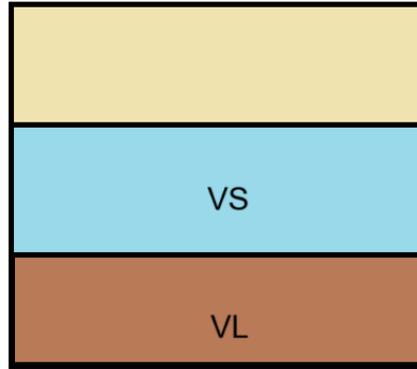
$$757 = 40 + 70 * N$$

$$N = 10.2 \text{ Años}$$

El periodo de limpieza mínimo que debe tener la escuela es de 10 años. Estas variables incluyen el caudal de diseño por consumo por cápita

Figura 4.

Sedimentador de Escuela República de Honduras



Nota: Periodo de limpieza 5 años (prueba)

$$VT = VS + VL + VN$$

$$VS = 1600 \text{ hab} * 100 \frac{\text{gal}}{\text{hab}} * \text{dia} * 2\text{dia} = 320000 \text{ gal} = 1211 \text{ m}^3$$

$$Vd = 0.07 * 1600 * N = 112 * N$$

$$VL = 0.04 * 1600 = 64 \text{ m}^3$$

$$1211 = 64 + 112 * N$$

$$N = 10.2 \text{ Años}$$

En el segundo sedimentador también se encontró que el periodo de limpieza mínimo debe ser de 10 años en el plantel.

Dentro del estudio se demostró que para colegios que tienen poblaciones tan grandes los volúmenes de los sedimentadores primarios deben ser tomados en cuenta ya que ocupan grandes extensiones de terreno 757 m³ y 1211 m³, por lo cual se debe verificar que estas sean las dimensiones que tengan estos sedimentadores primarios.



En lugares cálidos como es el caso de nuestro país el aporte de lodos almacenados por año debe ser tomado en cuenta al momento del dimensionamiento ya que después de los 10 años de estar en operación la planta esta puede comprometer su funcionamiento adecuadamente

RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO PARA LOS SEDIMENTADORES PRIMARIOS Y PROLONGAR SU VIDA ÚTIL

En los sedimentadores que no están diseñados para llevar a cabo procesos anaerobios, es fundamental realizar una remoción regular del lodo para prevenir condiciones sépticas. Estas condiciones pueden desencadenar la acumulación de gases y su eventual desprendimiento, lo cual interfiere negativamente en el proceso de sedimentación, ya que las burbujas de gas pueden volver a suspender los sólidos asentados (TILLEY et al. 2014). Este fenómeno de Re-suspensión complica la operación y hace más difícil la remoción de los sólidos, dado que el lodo transportado a la superficie por las burbujas es más difícil de retirar y puede llegar a la siguiente fase de tratamiento, reduciendo la eficiencia global del sistema (TILLEY et al. 2014).

La remoción de lodo, o desenlodado, puede variar según el diseño del sedimentador. Algunos sistemas permiten el uso de bombas de mano, suspensión, bombas de vacío o la remoción por gravedad mediante una salida en la parte baja del tanque. En casos donde el fondo del sedimentador está adecuadamente inclinado, el proceso de desenlodado se simplifica y es más eficiente (TILLEY et al. 2014). Este diseño favorece el flujo del lodo hacia los puntos de extracción, evitando la acumulación y facilitando la limpieza.

En sedimentadores primarios de mayor tamaño, equipos mecánicos especializados juegan un papel clave en el mantenimiento. Estos tanques suelen estar equipados con colectores que operan de manera continua, raspando los sólidos asentados hacia una tolva de lodo ubicada en la base del tanque. Desde esta tolva, el lodo es bombeado a instalaciones específicas para su tratamiento, como tanques de espesamiento o digestores (TILLEY et al 2014). Este sistema automatizado asegura una remoción más efectiva y constante de los residuos.

Por otro lado, es esencial la eliminación frecuente de la espuma que se forma en la superficie del sedimentador. Si no se retira, esta espuma puede mezclarse con el lodo o pasar a las siguientes etapas del tratamiento, comprometiendo el rendimiento del sistema. Para su manejo, la recolección puede ser manual o mediante equipos mecánicos. Su disposición final debe ser controlada de manera adecuada, ya sea juntamente con el lodo o a través de otros métodos de tratamiento específicos (TILLEY et al. 2014).

Implementar estas prácticas de mantenimiento de manera regular y adecuada no solo mejora la eficiencia operativa del sistema de sedimentación, sino que también prolonga la vida útil de los sedimentadores primarios, asegurando su funcionamiento a largo plazo y evitando la necesidad de reparaciones costosas o reemplazos anticipados.

Principios de diseño de tanque séptico Los principios que han de orientar el diseño de un tanque séptico son los siguientes:

- Prever un tiempo de retención de las aguas servidas, en el tanque séptico, suficiente para la separación de los sólidos y la estabilización de los líquidos.
 - Prever condiciones de estabilidad hidráulica para una eficiente sedimentación y flotación de sólidos.
 - Asegurar que el tanque sea lo bastante grande para la acumulación de los lodos y espuma.
 - Prevenir las obstrucciones y asegurar la adecuada ventilación de los gases.
- ((OPS), O. P. (2005).

Estrategias de mantenimiento preventivo y optimización de sedimentadores en instituciones educativas

El tratamiento de aguas residuales es fundamental para garantizar un entorno escolar saludable y sostenible. En los colegios, tanto públicos como particulares, los sedimentadores primarios juegan un rol esencial en la gestión de aguas residuales, ya que son el primer paso en el proceso de depuración. Estos dispositivos permiten la eliminación de sólidos



suspendidos y una parte significativa de la materia orgánica antes de que las aguas pasen a tratamientos secundarios o sean vertidas en el medio ambiente. El mantenimiento adecuado de estos sedimentadores es clave para prolongar su vida útil y asegurar su efectividad en el tiempo, lo que impacta directamente en la sostenibilidad y la eficiencia operativa de la infraestructura escolar.

Uno de los principales retos en la gestión de sedimentadores en colegios es la falta de mantenimiento periódico. Esto ocurre tanto en instituciones públicas como en privadas debido a una limitada asignación de recursos o a una falta de conciencia sobre la importancia del tratamiento adecuado de las aguas residuales. Los sedimentadores primarios, si no reciben el mantenimiento adecuado, pueden sufrir de obstrucciones, acumulación excesiva de lodos y pérdida de eficiencia en la sedimentación. Estos problemas no solo comprometen el funcionamiento del sistema, sino que también pueden provocar daños costosos o la necesidad de reemplazar los equipos de forma prematura.

Para prolongar la vida útil de los sedimentadores, se deben aplicar una serie de recomendaciones clave. En primer lugar, es fundamental llevar a cabo un mantenimiento preventivo regular. Esto incluye la inspección visual del equipo, el monitoreo de los niveles de lodo y la limpieza periódica de los depósitos de sedimentos. Un calendario bien estructurado que contemple inspecciones mensuales o trimestrales, dependiendo del uso y la carga de sólidos en el sistema, permitirá detectar posibles problemas antes de que se agraven.

En segundo lugar, es importante asegurar que el diseño y la instalación del sedimentador sean apropiados para la capacidad de tratamiento requerida por el colegio. Si el sedimentador está subdimensionado, no será capaz de manejar de manera efectiva el volumen de aguas residuales generado, lo que llevará a una mayor frecuencia de mantenimiento y una reducción de su vida útil. En este sentido, las autoridades escolares y los responsables de mantenimiento deben trabajar con ingenieros especializados para verificar que los sistemas instalados son los adecuados según las necesidades del plantel.

Otro aspecto crítico es la educación y sensibilización del personal encargado del mantenimiento. En muchas instituciones educativas, los encargados de infraestructura no

tienen formación especializada en el tratamiento de aguas residuales. Por ello, es recomendable que reciban capacitaciones periódicas sobre las mejores prácticas para el mantenimiento de los sedimentadores. Estas capacitaciones pueden incluir desde el correcto manejo de las válvulas y compuertas hasta la identificación de signos de desgaste o mal funcionamiento en los sistemas.

Además del mantenimiento preventivo, es fundamental implementar un programa de gestión de residuos en el colegio para minimizar la carga de sólidos que ingresa al sistema de tratamiento. Fomentar prácticas como la adecuada disposición de residuos sólidos, la instalación de rejillas de filtrado en los sistemas de drenaje y el uso racional del agua son estrategias que pueden reducir significativamente la acumulación de sedimentos en los equipos.

Finalmente, es crucial considerar la sustentabilidad financiera del mantenimiento de sedimentadores en colegios. Las autoridades, tanto gubernamentales como privadas, deben destinar un presupuesto específico para el mantenimiento y eventual reemplazo de equipos de tratamiento de aguas. Esto es especialmente importante en colegios públicos, donde los recursos pueden ser limitados. La implementación de políticas claras y la asignación de fondos para infraestructura hidráulica son esenciales para asegurar que estos sistemas funcionen de manera óptima y prolongar su vida útil.

CONCLUSIONES

En conclusión, la problemática del desbordamiento en los sedimentadores primarios de las escuelas es el resultado de múltiples factores interrelacionados, tanto técnicos como operativos. Un dimensionamiento inadecuado del sistema de tratamiento de aguas residuales, el aumento en la población escolar, la falta de mantenimiento regular y un uso incorrecto del sistema contribuyen significativamente a los fallos en el proceso de sedimentación y al riesgo de desbordamiento. Además, las condiciones externas como las lluvias intensas o la falta de sistemas de drenaje eficientes pueden agravar la situación



Para mitigar estos problemas, es fundamental realizar una correcta planificación y dimensionamiento del sistema desde el principio, teniendo en cuenta posibles aumentos futuros en la cantidad de estudiantes. Además, se deben establecer rutinas regulares de mantenimiento preventivo, como la limpieza periódica de los sedimentadores y la inspección de su integridad estructural. Por último, fomentar la educación y concienciación del personal y los estudiantes sobre el uso adecuado de los sistemas de aguas residuales es crucial para evitar su deterioro y asegurar su eficiencia a largo plazo.

Es importante destacar que un enfoque preventivo es clave para prolongar la vida útil de los sedimentadores primarios en las escuelas. Esto implica la implementación de planes de mantenimiento continuos y un monitoreo constante del sistema para detectar problemas en sus etapas iniciales. Otro aspecto crucial es la necesidad de realizar inversiones en infraestructura adecuada y escalable, que pueda ajustarse a futuras demandas sin comprometer su eficiencia operativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coronado, O. D. G. (2022b, junio 6). ¿QUÉ ES UN TANQUE SÉPTICO y COMO FUNCIONA? <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-un-tanque-s%C3%A9ptico-y-como-funciona-guti%C3%A9rez-coronado>
- Industrias, M. d. (1999). Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 24-99: Agua, Calidad de Agua Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas.. *Ministerio de Comercio e Industrias Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, MICI.*
- Industrias, M. d. (2000). Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000: Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales. *Ministerio de Comercio e Industrias Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, MICI.* .
- Industrias, M. d. (2019). Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2019: Descarga de Efluentes Líquidos a Cuerpos y Masas de Aguas Continentales y Marinas. *Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, MICI.*
- Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales – IDAAN. (2006a). Normas Técnicas para Aprobación de Planos de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2010). XI Censo de Población y VII de Vivienda de Panamá: Año 2010. Recuperado el 06 de agosto de 2021, de <https://www.inec.gob.pa/panbin/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=L P2010>



- Isaza I., Gonzalez F., & Gomez Y. (2021). Comparación de dos sistemas de tratamiento anaeróbicos de aguas residuales de características homogéneas para escuelas sin sistema de tratamiento. *Revista Científica Centros*, Volumen 10 N°1 pag 54-67. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/centros/article/view/1949>
- Isaza I., Vallejo J., & De La Cruz J. (2022). Comparación de dos sistemas de tratamiento anaeróbicos de aguas residuales de características homogéneas para escuelas ubicadas en áreas rurales con sistema de tratamiento preliminar. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, Vol 9, N°1 68-80. https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn/article/view/2619
- Metcalf & Eddy (2003) Ingeniería de Aguas Residuales, Volumen 1 Tratamiento, Vertido y Reutilización McGraw Hill Tercera Edición
- Organización Panamericana de la Salud (2005). Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanques IMHOFF y Lagunas de Estabilización. Perú, Lima
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). Especificaciones Técnicas para la Construcción de Tanques Sépticos, Tanques IMHOFF y Lagunas de Estabilización
- Pittí, Y. G. A. (2021). *Caracterización de los espacios rurales en Panamá a partir de estadísticas nacionales*. CEPAL.
- Sawyer Ron, (2006), presentación en taller de sistemas rurales en Girardot, ECOSAN
- Tratamiento de Aguas residuales en Pequeñas Comunidades. (s.f.). CAPÍTULO II. TANQUE IMHOFF, 19;20. Obtenido de Tratamiento de Aguas residuales en Pequeñas Comunidades: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19117/Capitulo2.pdf>
- Tilley, E., Ulrich, L., Lüthi, C., Reymond, P., Schertenleib, R., Zurbrügg, C. (2018): Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento. Dübendorf (Suiza): Instituto Federal Suizo para la Ciencia y la Tecnología Acuática (Eawag), 2da. edición revisada.
- Valdez E., Vazquez A. (2003) Ingeniería de los Sistemas de Tratamiento y disposición de aguas Residuales, Fundación ICA. https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/ingenieria_de_los_sistemas_de_tratamiento_y_disposicion_de_aguas_residuales_civilgeeks.pdf