



## Resumen

Este estudio cualitativo y documental presenta un análisis de la situación actual de los pozos sépticos en Puerto Rico, enfocándose en los marcos regulatorios, diseño, construcción, inspección y problemas comunes. Se discuten las principales regulaciones locales, los reglamentos vigentes, incluyendo el Reglamento Conjunto 2023 y el Reglamento para el Control de Inyección Subterránea (RCIS) del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), así como entrevistas con expertos y análisis comparativo con otros países. A través de una investigación exhaustiva, se busca identificar oportunidades de mejora en la regulación vigente, con el fin de optimizar la gestión ambiental de los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Además, se discuten los costos asociados y se proponen mejoras técnicas, regulatorias y educativas para una gestión más efectiva y sostenible del manejo de aguas sanitarias domésticas en áreas donde no existe disponibilidad de alcantarillado en la isla.

## Introducción

En Puerto Rico, los pozos sépticos son ampliamente utilizados en áreas rurales y suburbanas sin acceso a alcantarillado. Aunque son esenciales para el manejo de aguas residuales, la mayoría se construyen sin permisos, sin estudios técnicos ni fiscalización, lo que genera graves riesgos ambientales, especialmente en zonas kársticas. Actualmente se estima que existen entre 550,000 y 600,000 pozos activos, muchos de ellos sin control regulatorio. La falta de mantenimiento, el crecimiento urbano desordenado y la debilidad institucional agravan el problema. Este estudio analiza las regulaciones actuales, identifica deficiencias y propone mejoras, incluyendo el uso de tecnologías sostenibles como biojardineras y sistemas de reúso, con el fin de proteger los recursos hídricos y la salud pública.

## Objetivos

El objetivo principal del estudio es analizar integralmente la situación de los pozos sépticos en Puerto Rico, identificando deficiencias normativas, operativas y técnicas, con el fin de proponer soluciones sostenibles y viables. Entre los objetivos específicos se destacan:

- Evaluar las regulaciones actuales como el Reglamento Conjunto 2023 y el RCIS del DRNA.
- Identificar problemas comunes como contaminación y falta de mantenimiento.
- Comparar la normativa local con modelos de EE.UU., R.D., España y Alemania.
- Estimar costos asociados al diseño, construcción, permisos e inspección.
- Presentar alternativas sostenibles como biodigestores, biojardineras y sistemas de goteo.
- Proponer mejoras a la política pública y a la fiscalización interagencial.
- Sintetizar las normativas actuales sobre diseño, permisos y mantenimiento.

## Metodología

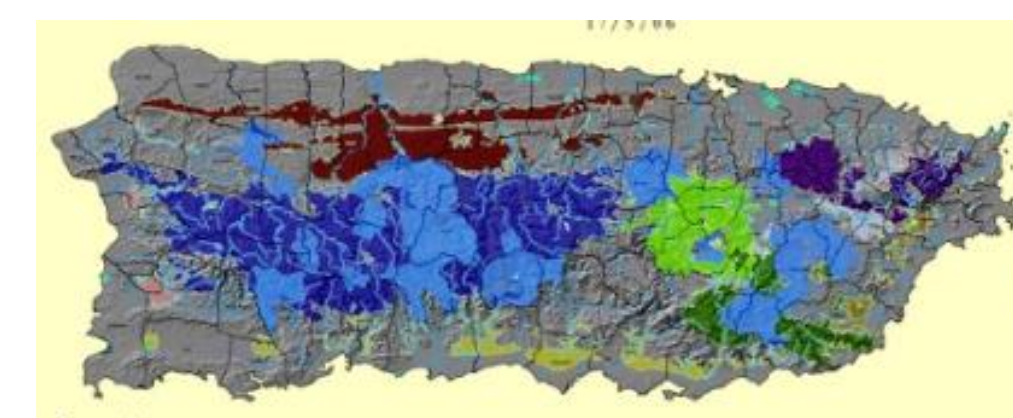
El estudio utilizó un enfoque cualitativo y documental, complementado con entrevistas a expertos y análisis comparativo internacional. Se revisaron reglamentos, informes técnicos y literatura académica sobre el diseño y fiscalización de pozos sépticos en Puerto Rico. Las fuentes clave incluyeron el Reglamento Conjunto 2023, el RCIS del DRNA, documentos de la EPA, CIAPR y presentaciones de expertos como Ferdinand Quiñones y Andrea Camacho. Se realizaron entrevistas con funcionarios del DRNA, OGP e y otros profesionales, que aportaron información contextual y validaron deficiencias operacionales. Además, se compararon normativas de EE.UU., España, Alemania y R.D., considerando aspectos como diseño, permisos, inspecciones y tecnologías alternativas. También se recopiló datos de costos reales asociados al ciclo de vida de estos sistemas.

## Impactos Ambientales y de Salud Pública

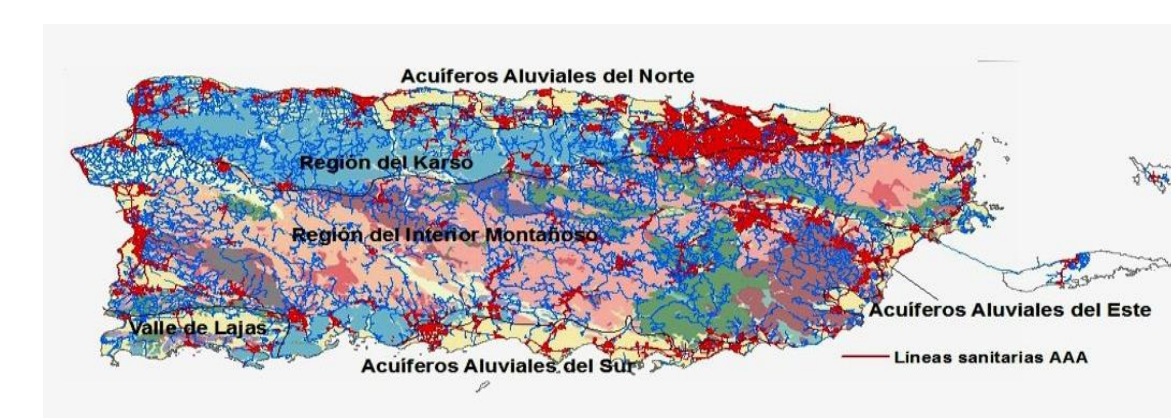
La mala gestión de pozos sépticos en Puerto Rico genera impactos significativos:

- **Contaminación de cuerpos de agua:** Aguas residuales mal tratadas afectan ríos, quebradas y costas, dañando ecosistemas acuáticos y los acuíferos.
- **Riesgos a la salud:** Patógenos presentes en aguas contaminadas provocan enfermedades. En Rincón, surfistas reportaron infecciones por esta causa.
- **Impacto al turismo:** La polución de playas impacta negativamente esta industria clave para la economía local.

Los efectos son más críticos en zonas sin cobertura de alcantarillado de la AAA, especialmente en regiones montañosas, zonas kársticas y valles costeros. Estudios del USGS confirman la presencia de nitratos, fosfatos y compuestos orgánicos derivados de pozos sépticos en áreas rurales como Manatí, Salinas e Isabela, lo que demuestra una amenaza directa a los acuíferos y a la calidad del agua en zonas de recarga.



Zonas de recarga de acuíferos de PR



Líneas Sanitarias AAA y Acuíferos PR

La AAA provee servicios de agua potable al 96 % de los 3.15 millones de habitantes en Puerto Rico. Los records de la AAA establecen que de aproximadamente 1.2 millones de sus clientes residenciales, el 41.5 % no están conectados a sus sistemas sanitarios y descargan las aguas usadas a pozos sépticos, directamente al terreno, o a cuerpos de agua.



Plantas y red de tuberías sanitarias operadas por la AAA en Puerto Rico, Vieques y Culebra en el 2021



Plantas de filtración y líneas de agua potable operadas por la AAA en Puerto Rico, Vieques y Culebra en el 2021

## Marco Teórico y Comparativa Internacional

El marco regulatorio en Puerto Rico para pozos sépticos está fragmentado entre varias agencias (OGPe, DRNA, Salud), lo que ha generado una débil fiscalización, permisología inconsistente y la proliferación de sistemas contruidos sin controles técnicos. El Reglamento Conjunto 2023 y el RCIS del DRNA no exigen inspecciones periódicas ni promueven tecnologías modernas. Se comparó el modelo de Puerto Rico con otros países:

- **España:** regulación técnica con normas UNE-EN. Problemas en zonas rurales por falta de control.
- **República Dominicana:** reglamento obsoleto (1956), pozos rudimentarios y contaminación frecuente.
- **Alemania:** sistema eficiente, exige registro, mantenimiento obligatorio y promueve tecnologías descentralizadas.
- **EE.UU.:** regulado por la EPA y los estados. Aunque millones de hogares usan pozos, muchos estados requieren inspecciones periódicas y registro.

País/Jurisdicción	Diseño Requerido por Ingeniero	Pruebas de Percolación	Inspección Obligatoria	Alternativas Permitidas	Mantenimiento Requerido
Puerto Rico	Si (parcial, no fiscalizado)	No siempre requeridas	No obligatoria	Limitadas	No
EE.UU. (EPA)	Si	Si	Si (frecuencia depende del estado)	Biodigestores, goteo, zonas de dispersión	Si (cada 3-5 años)
España	Si	Si	Si	Filtros verdes, humedales artificiales	Si
Rep. Dominicana	Parcial (por técnico)	No estándar nacional	No	Pozos rudimentarios	No
Alemania	Si	Si	Si (normado)	Alta variedad de sistemas sostenibles	Si

Tabla comparativa internacional de regulaciones

## Resultados y Análisis

El diseño y la construcción adecuados de los pozos sépticos son esenciales para minimizar su impacto ambiental. Una consideración crítica es la realización de pruebas de percolación precisas para evaluar la capacidad del suelo para absorber y filtrar las aguas residuales. El método tradicional utilizado en Puerto Rico ha sido cuestionado por su falta de precisión en ciertos tipos de suelo. La Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (EPA) recomienda un método alternativo que implica perforaciones más profundas y una saturación previa del pozo de prueba para obtener resultados más confiables. Puerto Rico ha avanzado con normativas, pero aún carece de inventario actualizado, monitoreo activo y tecnología moderna en muchos sistemas. Puerto Rico puede adoptar buenas prácticas de otros países que han sido efectiva. Las más recomendadas serían:

- Registro digital obligatorio.
- Inspección técnica periódica (como en EE.UU. y Alemania).
- Incentivos para actualizar sistemas deficientes.

Las recomendaciones más significativas que se proponen luego de la investigación y entrevistas clave se pueden resumir en: una mayor colaboración y mejor comunicación interagencial (OGPe, DRNA, Departamento de Salud), promover la educación ciudadana, y conseguir apoyo financiero a comunidades vulnerables.

## Conclusiones y Recomendaciones

El estudio confirma que los pozos sépticos en Puerto Rico representan una crisis ambiental urgente. La mayoría opera sin permisos ni mantenimiento, elevando los riesgos para acuíferos y salud pública. El marco regulatorio actual es fragmentado y obsoleto, y no promueve tecnologías sostenibles ni establece inspecciones obligatorias. Puerto Rico está rezagado frente a países como EE.UU., Alemania y España, donde se exige mantenimiento, inspección y se promueven soluciones como filtros verdes o biojardineras.

**Recomendaciones principales:**

- Crear un **registro de pozos sépticos digital** y obligatorio enlazado con las cuentas de AAA en conjunto con el registro de la propiedad (CRIM);
- Mantener y fiscalizar el **inventario oficial** digital obligatorio de pozos sépticos con datos georreferenciados;
- Actualizar el **RCIS** para incluir **inspección periódica**, pruebas obligatorias y validación de sistemas alternativos;
- Establecer **mantenimiento obligatorio** con incentivos y subsidios;
- Promover **tecnologías descentralizadas** como biojardineras, biodigestores y filtros verdes;
- Establecer **campañas educativas** comunitarias para propietarios, formación técnica para instaladores y agencias reguladoras;
- Mejorar la **coordinación interagencial** (OGPe, DRNA, D.S.) con herramientas digitales y bases de datos compartidas;
- Desarrollar **proyectos piloto demostrativos** en comunidades rurales como modelos replicables.

Estas acciones fortalecerían la sostenibilidad, reducirían riesgos sanitarios y posicionarían a Puerto Rico como referente en gestión descentralizada de aguas residuales.

## Reconocimientos

Agradezco a mi familia —a mi esposo e hijos— por su incondicional apoyo y motivación en esta etapa académica, culminando mi Maestría en Gerencia Ambiental más de tres décadas después de haber completado mis estudios en Ingeniería Química. Agradezco sinceramente a mi amiga y compañera de esta travesía, Wanda Marrero, por su respaldo constante, paciencia y solidaridad durante todo el proceso de la maestría. Extiendo un reconocimiento especial al Dr. Christian Villalta, mi asesor académico, por su orientación experta, compromiso educativo y pasión por la protección ambiental, cualidades que nos inspiran a continuar trabajando por un Puerto Rico más sostenible y justo.

## Referencias

- Referencias principales:
- OGPE - Reglamento Conjunto 2023 Vigente\_2024.06.06 - REGLAMENTO CONJUNTO PARA LA EVALUACIÓN Y EXPEDICIÓN DE PERMISOS RELACIONADOS AL DESARROLLO, USO DE TERRENOS Y OPERACIÓN DE NEGOCIOS (vigencia 16 de junio de 2023)
  - Reglamento para el Control de la Inyección Subterránea (RCIS) – Resolución R-83-23-1
  - DRNA (1983). *Reglamento para el Control de la Inyección Subterránea*. Núm. 3029.
  - EPA (2023). *UIC Class V Fact Sheet*.
  - OGPe (2023). *Reglamento Conjunto para Permisos*.
  - Quiñones, F. (2012). *Pozos Sépticos en Puerto Rico*.
  - Recursos de Agua de Puerto Rico. (s.f.). *Pozos Sépticos y su Impacto Ambiental*.
  - Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (2019). *Iniciativa de la EPA promueve sistemas sépticos más sólidos y más eficaces en el Caribe*.
  - Ing. Yelitza Díaz Trujillo – DRNA - Environmental Permit Officer II
  - Ing. Andrea Camacho, St. Benito LLC
  - Ing. Ferdinand Quiñones, PE at Water Resources Consultant