

# 03

**Optimización en las estrategias de seguridad ambiental:**  
Tratamiento, reciclaje y reutilización de aguas residuales  
domésticas en sectores suburbanos del Uruguay.

CONTAMINACIÓN  
GESTION  
AMBIENTAL  
RESIDUOS  
TECNOLOGIAS  
ALTERNATIVAS

La presente investigación se propone indagar en la utilización de formas tipológicas replicables de saneamiento alternativo que resuelven el problema de la gestión de los desagües domésticos dentro del propio predio individual en determinados sectores suburbanos del país. Toma el tratamiento, reciclaje y reutilización de las aguas primarias y grises como estrategia de seguridad ambiental. Pretende de esta manera mostrar a usuarios y autoridades públicas, ejemplos acabados de soluciones técnicas adecuadas desde el punto de vista ambiental, y apropiadas para los privados, resolviendo problemas que hoy no tienen solución en el Uruguay suburbano y rural.

***Optimization strategies for environmental security: Treatment, recycling and reuse of domestic wastewater in suburban areas of Uruguay.***

*The purpose of this research is to explore the usage of replicable and typological, yet alternative drainage structures that are able to solve the domestic drain problem within the limits of the private land in some preset suburban areas in the country.*

*It uses the treatment, recycling and reuse of primary and grey water as a strategy for environmental security. It pretends to show finished examples of environmentally appropriate technical solutions to future users and to public authorities. These will prove themselves adequate for private users as a solution to the yet unsolved problems that we can find in the suburban and rural Uruguay.*



**Autora**

**Arq. María Saravia Martínez**

Facultad de Arquitectura,  
Universidad de la República,  
Uruguay.

**Palabras clave**

Comunidad local  
Contaminación  
Gestión ambiental  
Residuos líquidos  
Tecnologías alternativas

**Key words**

Local community  
Contamination  
Environmental management  
Liquid waste  
Alternative Technologies

---

**Artículo recibido | *Artigo recebido:***

02 / 06 / 2012

**Artículo aceptado | *Artigo aceito:***

01 / 08 / 2013

---

## INTRODUCCIÓN

### 1. El proceso de desarrollo de las ciudades y la desigualdad en la cobertura, acceso y uso de servicio de saneamiento.

El proceso de desarrollo de las ciudades y la desigualdad en la cobertura, acceso y uso de servicio de saneamiento

A pesar que en la mayoría de las ciudades del Uruguay no hubo grandes cambios demográficos, las áreas urbanas se dispersaron y fragmentaron. Lo que antes estaba contenido en un espacio limitado, ciudad compacta, ahora se encuentra disperso en fragmentos habitacionales. Existe en estas nuevas áreas habitacionales, un estrecho vínculo laboral, social, económico y cultural con las centralidades de las ciudades.

El desarrollo urbano y la extensión de la periferia como parte de este proceso, no se debe a un crecimiento demográfico, sino que tiene su origen en el cambio en las formas de usos y de ocupación del territorio. Las ciudades tendieron a expandirse sobre los bordes, generando así, gran presión sobre el territorio rural. La cantidad de viviendas por hectárea desciende en función del mayor crecimiento del área urbanizada. Las áreas periféricas se caracterizan por contener una población semidispersa, mientras que las áreas centrales concentran su población teniendo un alto factor de ocupación del suelo.

A su vez, se evidencian condiciones de gran precariedad sociourbana dentro de estas áreas periféricas de las ciudades del Uruguay, consecuencia de la gran desigualdad en la cobertura, acceso y uso de los servicios como la conexión del agua potable y el sistema convencional de saneamiento entre las zonas urbanas, suburbanas y rurales del país. Estas carencias de servicios en determinadas zonas amenazan a la ciudad y a su entorno como hábitat equilibrado, y profundiza los desequilibrios socio-territoriales y la segregación urbano-residencial.

Las diferencias en la cobertura de infraestructura provocan que se diferencien por un lado las áreas consolidadas de la ciudad que cuentan con servicios como alumbrado, saneamiento, agua potable, etc., de aquellas que carecen de los mismos. En las primeras, el alto precio de la tierra impuesto por el mercado, hace que los terrenos sean inaccesibles para toda la población, teniendo acceso solo aquellos con mayor poder adquisitivo. En las áreas que no cuentan con servicios de infraestructura existen fraccionamientos de carácter especulativo, donde se venden terrenos financiados en cuotas y a muy bajo costo, permitiendo así el acceso a la población con bajo poder adquisitivo.

### 2. El acceso al saneamiento: La competencia del Estado en la prestación del servicio de saneamiento.

Según el artículo 47 de nuestra constitución, el acceso al saneamiento se lo considera como un «derecho humano fundamental» y se somete la política nacional de saneamiento a la gestión sustentable de los recursos hídricos. Por otra parte, consagra que la prestación del servicio público de saneamiento deberá ejecutarse anteponiendo razones de orden social a las de orden económico.

Por un lado, le corresponde al Estado ser garante de la obligación de la prestación del servicio de saneamiento, esto implica que sea suficiente para toda la ciudad, que cumpla ciertos requisitos de calidad y que el precio sea razonable.

No obstante, las autoridades competentes, Intendencias, OSE, MSP, han descuidado el control de la disposición final de aguas residuales en estas áreas periféricas de las ciudades que no tienen cobertura de saneamiento convencional y los sistemas utilizados no garantizan ninguna seguridad a la población ni al medio ambiente.

Se detecta de esta situación, una gran contradicción y desfasaje entre lo propositivo y la realidad. Nos encontramos en una situación donde no hay planificación prospectiva con respecto al crecimiento expansivo de las ciudades, lo que deriva en la falta de cobertura de servicios e infraestructura en las nuevas áreas colonizadas por el crecimiento de población. A la vez, se detecta una falta de información y asesoramiento por parte del Estado y técnicos en lo que respecta a la mejora en la gestión de las aguas residuales, situación que hace que se agrave el problema y no fomente la atención para su resolución.

A pesar de que existen técnicas alternativas para el tratamiento y disposición de aguas residuales que han sido utilizadas de forma satisfactoria tanto en el ámbito nacional como internacional, esta información no tiene un fácil acceso por parte de los usuarios y no se encuentra sistematizada. Esto lleva a que se elijan sistemas de saneamiento ya conocidos (pozo negro impermeable, pozo filtrante, fosa séptica) a pesar de sus diversas limitaciones y que no se tengan en cuenta los riesgos que implican para el medio ambiente y los usuarios.

Se concluye de esta situación que la regulación, planificación urbana y monitoreo son factores determinantes para asegurar la calidad y eficiencia en la prestación del servicio de saneamiento.

### **3. El insuficiente desarrollo de la infraestructura de saneamiento: su impacto ambiental y el compromiso de la salud.**

Este insuficiente desarrollo de la infraestructura de saneamiento hace que se generalice el uso de pozos negros o fosas sépticas como disposición final de las aguas residuales. La ventaja que presentan estos sistemas es que requieren de poco espacio para su implementación pero por otro lado requieren de un mantenimiento periódico por parte del servicio de barométrica. Cuando los depósitos se llenan, estos son vaciados por los camiones barométricos que luego deberían ser trasladados a una planta urbana de tratamiento de efluentes, donde se les realiza un tratamiento primario y secundario, para luego ser vertidos en un cuerpo receptor. Pero la existencia de las extensas áreas periféricas que dependen del servicio de barométrica para la extracción de las aguas residuales, hace que el mismo no pue-

da cubrir de forma eficiente las zonas, siendo inadecuada la relación cantidad de camiones barométricos por cantidad de viviendas. Aproximadamente el 50 % de los habitantes de centros urbanos son afectados por esta problemática.

La situación se agrava aún más con el hecho de que la mayor parte de las barométricas no tienen suficiente control y vuelcan en muchos casos los efluentes directamente a los cursos de agua y algunas de las plantas de tratamiento no cumplen con las condiciones mínimas de eficiencia y mantenimiento.

Como consecuencia de esta situación, en muchos casos se recurre a la utilización de pozos filtrantes como disposición final de las aguas residuales. Los sólidos presentes en los efluentes van paulatinamente saturando la capacidad de absorción del suelo tornándolo impermeable. El otro recurso utilizado es el «robador». En algunos casos, los robadores son utilizados sólo para los desagües de aguas secundarias (aguas jabonosas) y en otros, para desborde del pozo filtrando las aguas directamente al terreno o a algún curso de agua cercano. Estas alternativas vuelven muchas veces muy esporádico (una vez por año) o prescindible el mantenimiento por parte de los servicios barométricos.

Cabe destacar entonces, que el recurso del agua tiene un doble carácter: por un lado, es el recurso que permite satisfacer diferentes necesidades humanas y se vincula, por lo tanto, a diversas actividades; y por otro, es el receptor de los destinos finales de residuos líquidos, sólidos, arrastre de suelo, etc. Este doble carácter determina que la cantidad y calidad del agua para satisfacer las necesidades varía en respuesta a nuestras propias actividades (Gazzano, 2011:231-268).

El inadecuado mantenimiento y uso de los sistemas de saneamiento, impacta negativamente en el medio generando desequilibrios, comprometiendo la salud de la población que vive en estas zonas y la preservación del medio ambiente. Se verifica ante esta situación un permanente riesgo sanitario.

Según la Ley 16466 art. 2; se considera impacto ambiental negativo o nocivo a:

«toda alteración de las propiedades físicas, químicas o biológicas del medio ambiente causadas por cualquier forma de materia o energía resultante de las actividades humanas que directa o indirectamente perjudiquen o dañen:

- La salud, seguridad o calidad de vida de la población
- Las condiciones estéticas, culturales o sanitarias del medio.
- La configuración, calidad y diversidad de los recursos naturales».<sup>2</sup>

#### 4. Descripción general del proyecto.

Ante la problemática planteada, el proyecto de investigación se propone analizar determinadas zonas suburbanas de nuestro país para realizar «proyectos tipo» de sistemas de saneamiento alternativo y disposición final de los efluentes residuales, para programas arquitectónicos de viviendas, ubicados en zonas periféricas de la ciudad.

La escala del proyecto es una característica a destacar, ya que hoy en día, vemos soluciones a estos problemas de contaminación hídrica aplicados a grandes proyectos, tales como industrias, conjuntos de viviendas, etc., pero no encontramos el estudio del tratamiento y disposición final de los efluentes residuales para programas de viviendas individuales o de pequeños conjuntos.

El siguiente cuadro, señala las respuestas del sistema alternativo a los problemas originados por ausencia de saneamiento.

#### 5. Características de las áreas de estudio.

Las áreas de estudio que se eligieron para indagar en la utilización de formas tipológicas replicables de saneamiento alternativo fueron: la zona de Villa Sara, Departamento de Treinta y Tres, y Los Arenales, localidad del departamento de Canelones, próximo a la ciudad de San Jacinto.

Villa Sara es una urbanización que se desarrolla a lo largo de un eje central, la Ruta Nacional nº 8, y oficia de «puerta de entrada» a la ciudad de Treinta y Tres desde Montevideo (ver imagen 1). Son seis predios los que conforman el área elegida del lugar. Las familias que habitan allí son pequeños productores de horticultura y fruticultura a quienes la Intendencia Departamental de Treinta y Tres los subsidia de impuestos por cultivar sus tierras. (Fig. 1)

Los Arenales, pequeña localidad del Noreste de Canelones, está circunscripta entre las Rutas 7-80 y 81 (ver imagen 2). La comunidad que habita allí, presenta la siguiente particularidad; la Comisión Fomento Rural (CFR) de Arenales presentó un proyecto al Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del FMAM, donde se propuso construir en el correr de 2012, sistemas de tratamiento de las aguas residuales y posterior disposición final segura al terreno en la escuela rural de la zona y en 11 viviendas donde habitan pequeños horticultores familiares que se reconvirtieron a la producción bajo invernáculos principalmente luego del cierre del Ingenio Azucarero de RAUSA en 1988.

Dados los puntos de encuentro entre el proyecto planteado por la CFR al PPD y el de la actual Investigación, se propuso vincularlos y trabajar en forma conjunta. La presente investigación diseñó y elaboró las propuestas específicas de implementación de los sistemas de saneamiento para cada predio participando en las jornadas de capacitación de la comunidad para brindar la información y asesoramiento técnico así como el posterior seguimiento de las obras. El proyecto PPD que actualmente se encuentra en etapa inicial de construcción de los sistemas de tratamiento de aguas, tiene como base de trabajo la apropiación del objeto de proyecto por parte de los actores locales involucrados.

Se identifica en esta comunidad un alto grado de organización y una activa participación en la CFR (Comisión Fomento Rural) de la zona. Se han registrado experiencias de trabajo de la comunidad en proyectos relativos a la temática del cuidado del Medio Ambiente. (Fig. 2)

CUADRO A	
Área problema	Acción del sistema alternativo
Exposición a enfermedades de origen hídrico.	Destruye o aísla agentes patógenos, contribuyendo a la prevención de enfermedades.
Contaminación ambiental del suelo y efluentes.	Previene la contaminación, regresa nutrientes a los suelos e intenta conservar los recursos de agua.
	Realiza un tratamiento de la disposición final de los efluentes, ya sea por infiltración o por evaporación a través de plantas y vegetales.
Imposibilidad de acceso a saneamiento convencional por altos costos.	Accesible económicamente.
Imposibilidad de acceso a saneamiento por déficit de capacidades locales instaladas.	Es simple y de fácil mantenimiento, considerando los límites de la capacidad técnica local y los recursos económicos.
	El sistema tiene el valor agregado de contribuir a la preservación de energía y a los valores paisajísticos.

Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 1 | Foto satelital de Villa Sara (Fuente Google Earth).



FIGURA 2 | Foto satelital de Arenales (Fuente Google Earth).

## METODOLOGÍA

### 1. Primera etapa: Generación de un diagnóstico zonal.

En una primera instancia se recaudó la información necesaria para realizar un diagnóstico de la zona:

1. Se recabó información sobre las dimensiones de los terrenos, el loteo, la topografía, la proximidad a los ecosistemas acuáticos, la abundancia de agua en el medio y características de la agricultura local y jardinería.
2. Mediante la realización de una encuesta a las diferentes unidades domésticas, se obtuvo información sobre las condiciones de vida de los diferentes hogares, sus potencialidades y dificultades. Los indicadores que fueron incluidos en dicha encuesta fueron: situación general del jefe de hogar (ocupación), cantidad de personas que habitan en la vivienda, modos de posesión de la vivienda, servicios sanitarios disponibles, existencia de conexión a red de agua potable, tipo de saneamiento disponible, mantenimiento del mismo, número de padecimientos de enfermedades típicas de transmisión hídrica que ha tenido el grupo familiar.

Por otro lado, se estudiaron y evaluaron de forma cualitativa, algunos de los sistemas alternativos ensayados en el Uruguay, particularmente en el Departamento de Canelones en tres escalas: a escala doméstica, de conjunto de viviendas y escala barrial.

Por último, se realizó estudio de las normativas vigentes para cada Departamento, y se realizaron entrevistas a funcionarios públicos de cada Municipalidad para obtener información acerca del rol que le compete al Estado en cuanto a la gestión de las aguas residuales.

### 2. Segunda etapa: Creación de «Proyectos Tipo».

En una Segunda Etapa, acorde a las particularidades de cada zona, se creó un nuevo conjunto de Proyectos tipo adaptados a los modelos de uso de predios y jardines identificados en la zona en estudio. Cada Proyecto Tipo consistió en la adaptación de un sistema de saneamiento a través del tratamiento, *reciclaje* y *reutilización* de las aguas residuales domésticas de cada vivienda. La reutilización de las aguas se realizó por infiltración al suelo natural o mediante usos de agua que no requieren potabilidad, por riego subsuperficial para jardines o huertos propios de las viviendas o de espacios públicos de la zona (permitiendo así la evaporación a través

de los vegetales), la alimentación de cisternas o enfriamiento de techos, dependiendo de las posibilidades de cada caso.

## RESULTADOS

### 1. Resultados Primera Etapa.

#### 1.1. Disposición final actual de las aguas residuales y su problemática ambiental.

En la localidad de Arenales la mayoría de las viviendas tienen pozo negro como disposición final de las aguas residuales, algunos de ellos en muy mal estado que filtran al terreno y en otros casos colocan «robadores» que desembocan a campo abierto, en aguadas, o pasan superficialmente por los predios cultivados o invernaderos.

Esta situación, sumado a los elevados costos que presenta el vaciado periódico de los pozos negros (de \$U600 a \$U1000, servicio privado) y la dificultad de coordinar entre los vecinos el contrato de la barométrica —ya que ésta no asiste al llamado de una sola vivienda sino que lo hace sólo si hay más de un pozo negro en la zona para desagotar—, hace que los depósitos de aguas residuales desborden, generando un alto grado de contaminación de suelos, tajamares cercanos que son utilizados como fuente de riego y las napas subsuperficiales, de donde se extrae el agua para consumo doméstico (ver Cuadros 1, 2 y 3).

En Villa Sara, la problemática ambiental radica en que próximos a las huertas donde son cultivados los alimentos, se encuentran los pozos negros que desbordan frecuentemente generando contaminación en todo su entorno. Esta situación ocurre a pesar de ser de bajo costo el servicio de barométrica que es subsidiado por la Intendencia Departamental de Treinta y Tres, su precio es \$U45 con carnet del hospital y \$U125 sin carnet. Pero la cantidad de camiones barométricos municipales, no alcanzan para la demanda existente. En otras viviendas, colocan «robadores» que van desde los pozos negros y desembocan en la calle directamente (Ver Cuadros 4, 5 y 6).

## LOCALIDAD DE ARENALES

**CUADRO 1**

Disposición final de las aguas residuales	Cantidad de viviendas
Pozo negro con robador	6
Pozo negro filtrante	4
Pozo negro impermeable	1

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 2**

Cada cuánto llaman a la barométrica	Cantidad de viviendas
Nunca	4
Una vez cada 5 años	1
Una vez por año	3
Cada 6-8 meses	1
Cada 2-3 meses	0
La limpian ellos con bomba	2

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 3**

Conexión a red de agua potable	El 100% de las viviendas no tiene conexión a la red de agua potable. Extraen agua de pozo para consumo doméstico y riego.
--------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia.

## LOCALIDAD DE VILLA SARA

**CUADRO 4**

Disposición final de las aguas residuales	Cantidad de viviendas
Pozo negro con robador	4
Pozo negro filtrante	2
Pozo negro impermeable o fosa séptica	0

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 5**

Cada cuánto llaman a la barométrica	Cantidad de viviendas
Nunca	0
Una vez cada 5 años	0
Una vez por año	1
Cada 6-8 meses	0
Cada 2-3 meses	5
La limpian ellos con bomba	0

Fuente: Elaboración propia.

**CUADRO 6**

Conexión a red de agua potable	Todos los hogares tienen conexión a red de abastecimiento de agua de OSE para consumo y riego de sus huertas.
--------------------------------	---

Fuente: Elaboración propia.

Se destaca que el 100 % de las personas encuestadas (Villa Sara y Arenales) que tienen pozo negro y hacen uso del servicio de barométrica asegura que lo solicitan una vez que el pozo negro se desborda. Esto indica que no se toman las precauciones necesarias para evitar los desbordes ni existe un monitoreo para evitar llegar a estos límites.

De acuerdo con los datos obtenidos mediante el relevamiento de cada terreno, se formularon las posibilidades de disposición final de las aguas residuales para cada uno de ellos. Ellas son:

### *Posibilidad N°1.*

Evapo-transpiración e infiltración en el terreno hacia capas profundas del líquido proveniente de la cámara séptica en jardín como forma de disposición final del agua y aprovechamiento de nutrientes para formación de bio-masa.

### *Posibilidad N°2.*

Sistemas naturales de tratamiento. Conducción por gravedad hacia humedal construido con flujo subsuperficial. Este sistema consiste en canalizar de manera subsuperficial el flujo que proviene de la cámara de tratamiento primario, por un sustrato poroso donde se encuentran plantas emergentes que absorben los nutrientes del efluente, aíslan térmicamente al sistema del ambiente circundante e inyectan oxígeno al inte-



rior del sustrato a través de sus raíces y rizomas, permitiendo así la oxidación de la materia orgánica necesaria para la depuración de las aguas.

## 2. Estudio de casos ensayados en Uruguay.

Se estudiaron y evaluaron de forma cualitativa, cuatro sistemas de saneamiento alternativo ensayados en el Uruguay, en el Departamento de Canelones:

- a) Sistema a escala doméstica: implementado dentro del propio predio individual.
- b) Sistema a escala doméstica: implementado dentro del espacio de retiro del predio.
- c) Sistema a escala de conjunto de vivienda: implementado dentro del propio predio, Cooperativa «Guyunusa».
- d) Sistema a escala Barrial: implementado en espacio público, Barrio Aeroparque

Se tomaron en cuenta los siguientes parámetros para su análisis:

### *Presencia de agua en el humedal.*

Indica si admite más cantidad de plantas emergentes que se hagan cargo del exceso de humedad. Siempre y cuando se descarte el exceso de agua por el aporte de caudales de aguas pluviales provenientes de otros sectores del terreno.

### *Valores insuficientes de humedad.*

Traen como consecuencia que algunos sectores del humedal queden sin plantas emergentes lo que indica que el sistema está sobredimensionado para los caudales con los que cuenta.

### *Vitalidad de las plantas.*

Es un indicador de la cantidad y calidad de los nutrientes que les aporta el efluente.

### *Presencia de malos olores.*

Indica un exceso de materia orgánica en el efluente que ingresa al humedal proveniente de la cámara séptica, genera procesos de descomposición anaeróbica. Esto puede deberse a que la cámara séptica tenga dimen-

siones insuficientes o que necesite ser desagotada por excesiva cantidad de lodos acumulados.

A partir de este análisis, se detectó que las soluciones a escala de vivienda individual (caso de Neptunia y Barros Blancos) o de pequeño conjunto de Viviendas (Caso Cooperativa Guyunusa), resulta más fácil su gestión, mantenimiento y monitoreo y hay un grado mayor de apropiación de la tecnología empleada por parte de los usuarios. En el caso de Aeroparque (sistema alternativo de saneamiento empleado a escala barrial), se detectan problemas de gestión que deriva en la falta de mantenimiento del sistema, presentando problemas de saturación y desbordes del mismo. Otro aspecto a destacar mediante el análisis de los modelos, es la adaptación de la tecnología a los diferentes contextos socioeconómicos.

## 3. Estudio de normativa.

Del estudio de las normativas vigentes<sup>1</sup> para cada Departamento, y de las entrevistas realizadas a funcionarios públicos de cada Municipalidad a quienes les compete entre otros la gestión, contralor y elaboración de nuevas propuestas de saneamiento, se detecta por un lado que hay una falta de control de la disposición final de aguas residuales en estas áreas que no tienen cobertura de saneamiento convencional y los sistemas no garantizan ninguna seguridad a la población ni al medio ambiente.

1. Normativas del Departamento de Canelones y Treinta y Tres, Depósitos fijos impermeables Art. 123 al 130, Pozos Fijos absorbentes Art. 131 al 134, Cámaras Sépticas Art. 136 al 140, Drenes, Art. 149 al 154.

FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN DEL SISTEMA	
Factores	Comentarios
Superficie requerida	Requiere de gran superficie para su implementación. Se calculan 2 m <sup>2</sup> por persona
Cambios climáticos	El cambio climático influenciará en el grado de adaptación al medio que tendrán las plantas depuradoras. La planta que mejor se adapta en nuestro país es la totora.
Topografía del terreno	Los terrenos con pendientes favorecen la evacuación de las aguas. No se recomienda construir este sistema en zonas inundables.
Tipo de suelos	No son recomendables los suelos rocosos, ya que resultará difícil su excavación.
Económicos	Accesible
Reciclaje de efluentes	Previene la contaminación, regresando nutrientes al suelo permitiendo el reúso de las aguas para riego de huertas, árboles, o reutilización en cisternas, etc.
Paisajísticos	El diseño de los sistemas permite la variación en la forma, hecho que le da valor paisajístico y permite la mimetización con el paisaje.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4. Resultados Segunda etapa.

En una Segunda Etapa, acorde a las particularidades de cada zona, se creó un nuevo conjunto de Proyectos tipo adaptados a los modelos de uso de predios y jardines identificados en la zona en estudio. Cada Proyecto Tipo consistió en la adaptación de un sistema de saneamiento a través del *tratamiento, reciclaje y reutilización* de las aguas residuales domésticas de cada vivienda. La reutilización de las aguas se realizó por infiltración al suelo natural o mediante usos de agua que no requieren potabilidad, por riego subsuperficial para jardines ó huertos propios de las viviendas o de espacios públicos de la zona (permitiendo así la evaporación a través de los vegetales), la alimentación de cisternas o enfriamiento de techos, dependiendo de las posibilidades de cada caso.

##### 4.1. Proyecto Tipo 1– Fosa Séptica + Humedal Construido.

En este sistema las aguas residuales, aguas negras y grises, confluyen al mismo tipo de tratamiento. Por un lado se realiza un tratamiento primario por medio de la fosa séptica, y luego un tratamiento secundario, por medio de un humedal construido. La disposición final puede variar según cada caso.

##### 4.2. Proyecto Tipo 2 – Fosa Séptica + Humedal Construido + Pozo Bombeo

Este sistema está compuesto por los mismos elementos que el Sistema de Saneamiento 1, fosa séptica para el tratamiento primario de las aguas, y humedal construido para el tratamiento secundario. La diferencia radica en la disposición final; la pendiente existente en el terreno no es suficiente como para dirigir las aguas, por lo tanto, se recurre a un sistema de bombeo de aguas. Existen para este caso, más opciones de reutilización de agua, ya que el depósito con bombeo permitirá dirigir el efluente hacia lugares más lejanos.

Posibilidades de reutilización de agua:

- a) Riego de árboles, huerta ó jardín, ya que tiene propiedades fertilizantes dado el contenido de fósforo residual. Esto incluye:
  - Irrigación de cultivos cítricos como limón, naranja, mandarina, porque los frutos crecen retirados del suelo, y contienen ácidos y sustancias que inhiben el crecimiento de sustancias patógenas (viendo estas en un PH cercano al neutral)
  - La irrigación de pastos y árboles maderables, no existe acumulación o desarrollo de gérmenes patógenos en las hojas y partes maderables de las plantas.
- b) Cisternas. En predios más pequeños donde no es posible la disposición final para riego, se puede reutilizar el efluente tratado para el uso de cisternas. El agua será bombeada y dirigida a otro depósito para el abastecimiento de las cisternas.

#### FACTORES A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN DEL SISTEMA

Factores	Comentarios
Superficie requerida	Requiere de gran superficie para la implementación de los campos de oxidación.
Topografía del terreno	Esta solución es adecuada donde no existe pendiente natural del terreno y no es posible por gravedad evacuar las aguas.
Tipo de suelos	No se recomienda construir este sistema en suelos muy húmedos, rocosos ni zonas inundables.
Económicos	Accesible
Reciclaje de efluentes	Las aguas residuales, luego de pasar por la fosa séptica, no son aptas para riego de huertas porque tienen una alta carga contaminante, por lo tanto se opta por infiltrarlas al terreno y plantar árboles frutales en el área, permitiendo así la evapotranspiración a través de los vegetales.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. Proyecto Tipo 3 – Fosa Séptica Con Depósito De Bombeo + Campos De Oxidación

En este tipo de saneamiento, las aguas residuales recibirán un tipo de tratamiento a través de la Fosa Séptica y Campos de Infiltración.

Luego de diseñado cada proyecto tipo, se estudiaron los costos por construcción de las UTDF (Unidades de Tratamiento y Disposición Final) propuestas y se realizó una comparación con los Sistemas de Saneamiento Actualmente en Uso (SSAU).

Los parámetros que se tuvieron en cuenta para la comparación fueron los costos de los materiales para su construcción y el costo de operación y mantenimiento de cada tecnología en un plazo de 5 años, considerando un servicio de barométrica privado para el mantenimiento de los SSAU.

Se identificó mediante este estudio, que a pesar de que los SSAU tienen un costo de inversión considerablemente menor que las UTDF, el costo total a mediano plazo (5 años), donde se toma en cuenta la variable operación y mantenimiento llega a un incremento mayor a 10 veces el costo de operación y mantenimiento de las UTDF.

### **CONCLUSIONES.**

A través del análisis específico de las unidades domésticas elegidas para su estudio en la Localidad de Villa Sara ubicada en el Departamento de Treinta y Tres y localidad de Arenales ubicada en el Departamento de Canelones, se verificó que la falta de acceso al sistema convencional de saneamiento, hace que esta población opte por soluciones que no pueden gestionarse de forma correcta y deriven en un gran impacto ambiental negativo. Esto lleva a que se elijan sistemas de saneamiento ya conocidos (pozo negro impermeable con robador, pozo filtrante, fosa séptica) a pesar de sus diversas limitaciones y que en muchos casos no se tengan en cuenta los riesgos que implican para el medio ambiente y los usuarios.

Del estudio de las normativas vigentes para cada departamento, y de las entrevistas realizadas a funcionarios públicos de cada Municipalidad a quienes les compete entre otros la gestión, contralor y elaboración de nuevas propuestas de saneamiento, se detecta por un lado que hay una falta de control de la disposición final de aguas residuales en estas áreas que no tienen cobertura de saneamiento convencional y los sistemas no garantizan ninguna seguridad a la población ni al medio ambiente. Por otro lado, se llega a la conclusión de que existe una gran contradicción y desfasaje entre lo propositivo (las normativas vigentes) y la realidad, que deriva en un gran «vacío legal». Nos encontramos en una situación donde no hay planificación prospectiva con respecto al crecimiento expansivo de las ciudades, lo que deriva en la falta de cobertura de servicios e infraestructura en las nuevas áreas colonizadas por el crecimiento de población.

Por otro lado, se concluye que uno de los elementos fundamentales para asegurar el buen funcionamiento de estas UTDF alternativas propuestas, es la importancia del su monitoreo y mantenimiento. La evaluación del desempeño en lapsos de tiempo prolongado para evaluar su eficiencia es un elemento fundamental a tener en cuenta. Es necesario realizar estudios de la calidad del efluente de entrada y salida. Los UTDF son sistemas que permiten la descentralización de la gestión de los sistemas de saneamiento, y son una alternativa eficiente a la problemática que traen aparejada los SSAU. A la vez, son sistemas que utilizan fuentes de energía renovables, sus materiales son de fácil accesibilidad para su construcción y presentan bajos costos de implementación y mantenimiento. No necesitan mano de obra de alta calificación para su construcción.

Otro de los aportes fundamentales a destacar del conocimiento adquirido a través de esta investigación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación y el proyecto presentado al Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del FMAM para financiar la construcción de los sistemas de tratamiento de los efluentes residuales de las viviendas en la zona de Los Arenales, fue lograr la articulación e interacción entre la Academia, el Estado y la Sociedad Civil para la obtención de un mismo producto, destinado a mejorar la calidad de vida de la población. Por una parte, el acercamiento de la academia a la población involucrada para analizar su problemática y con ello generar e intercambiar soluciones técnicas adecuadas a cada situación en particular. Y, por otra parte, el acercamiento a las autoridades públicas dando a mostrar los nuevos conocimientos en las soluciones técnicas adecuadas desde el punto de vista ambiental y apropiadas para los privados, resolviendo problemas, que hoy no tienen solución en el Uruguay suburbano y rural.

Estas razones permiten destacar el cambio de paradigma en la generación de políticas públicas y de acciones que se vienen desarrollando en diversas áreas, donde la sociedad civil ha venido adquiriendo y valorando un importante rol en la formulación de la gestión y control de las políticas.

Por último, se destaca la posibilidad del trabajo en el territorio la cual fue otra de las principales contribuciones del conocimiento adquirido durante el proceso de Investigación. Utilizándose el propio territorio como laboratorio de estudio, hecho necesario para captar las necesidades y particularidades de cada zona a estudiar, que permitió el gran desafío de adecuar la teoría a la realidad. ■



---

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILERA KLINK, F.:** «Hacia una nueva economía del agua: cuestiones fundamentales.» *El Boletín de la Biblioteca*, 1999, N° 8. Madrid: Escuela Técnica Superior de Madrid, 1999.
- BAZZACO, E; SEPÚLVEDA S.:** *Barrio trabajando. Metodología de Evaluación de la Participación Ciudadana en Proyectos de Mejoramiento Barrial*. Primera Edición. México DF: Centro cultural de España en México, Stellar Group, 2010.
- CARRO, Inti:** *Eficiencia de un Sistema Natural de Tratamiento de Efluentes durante la fase invernal en Uruguay*. Montevideo, Uruguay, CEUTA, 2005.
- COUSILLAS, M.:** *Evaluación del Impacto Ambiental. Análisis de la Ley 16.466 del 19 de Enero de 1994*. Montevideo: Instituto de Estudios Empresariales de Montevideo (IEEM), 1994.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA):** *Manual. Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters*. Cincinnati: National Risk Management Research Laboratory, Office of research and Development, U.S Environmental Protection Agency, Setiembre, 2000.
- GIOSA, P.:** *Tratamiento y Disposición de Desagües. Cámaras Sépticas*. Montevideo: Cátedra de Acondicionamiento Sanitario, Facultad de Arquitectura, UdelaR, Octubre 2001.
- HOFFMANN, Heike; PLATZER Christoph; WINKER, Martina; VON MUENCH, Elizabeth:** *Technology review of constructed wetlands. Subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater treatment*. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für, Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Sustainable sanitation-ecosan program, Febrero 2011.
- LATCHINIAN, A.:** *Jardín de totoras, naturales de depuración (sistema de flujo subterráneo)*. Montevideo: Fondo de las Américas y CEADU, 2001.
- *Globotomía, Del ambientalismo mediático a la burocracia ambiental*. Segunda Edición: Uruguay: Ediciones Puntocero, 2010.
- ULFE, V.:** *Saneamiento para escuelas rurales aisladas. Técnicas apropiadas para el tratamiento y disposición segura de efluentes líquidos en escuelas rurales aisladas mediante generación de biomasa útil*. Tutor, Arq. Brenes Eduardo. Proyecto de Iniciación a la Investigación, Facultad de Arquitectura, UdelaR. Setiembre 2009.