

# Soluciones técnicas al saneamiento individual o no colectivo.<sup>1</sup>

**Ramón Collado Lara.** Dr. Ingeniero de Caminos. Profesor Titular de Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Cantabria.  
Tel.: (942)201808 E-mail: collador@unican.es  
<http://personales.unican.es/collador/>

## 0. Resumen:

La Comunidad económica europea, emitió una directiva sobre depuración de aguas residuales en 1991: (91/271/CEE). Esta regulaba y exigía que debiera estar resuelta la depuración de las mismas entre los años 2000 y 2005, en función del tamaño de la población y zona de vertido, según diferentes criterios en cuanto a su nivel de exigencia. Para núcleos inferiores a los 2000 habitantes, se exige el tratamiento adecuado. Son muchos los vertidos individuales aislados, que deben tratarse en nuestro país, y cumplir con esa normativa. En este trabajo se exponen las diferentes técnicas de tratamiento “in situ”, con posibilidad de infiltrar al terreno o de vertido superficial, en aquellos casos en los cuales no se justifica la construcción de colectores para un tratamiento colectivo, debido a la alta dispersión poblacional. Se marcan unos criterios de elección de los diferentes sistemas, en función del tipo de suelo, pendientes, nivel freático, etc., y se hacen unas referencias bibliográficas, sobre el saneamiento individual.

**Palabras clave: saneamiento no colectivo, tratamientos “in situ”, tratamiento adecuado, infiltración al terreno.**

## 1. Justificación

### 1.1 Legislación

La Comunidad Económica Europea, emitió una directiva sobre depuración de aguas residuales en 1991: (91/271/CEE). Esta regula y exige que debiera estar resuelta la depuración de las mismas entre los años 2000 y 2005, en función del tamaño de la población y zona de vertido, según diferentes criterios en cuanto a su nivel de exigencia. En dicha directiva se hace referencia para núcleos inferiores a los 2000 habitantes la necesidad de hacer un **tratamiento adecuado**, que se define como: el tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso y/o sistema de eliminación en virtud del cual, después del vertido de dichas aguas, las aguas receptoras cumplan los objetivos de calidad pertinentes y las disposiciones pertinentes de la presente y de las restantes directivas comunitarias.

Asimismo en el artículo 3 se dice: cuando no se justifique la instalación de un sistema colector, bien por no suponer ventaja alguna para el medio ambiente o bien porque su instalación implique un coste excesivo, se utilizarán sistemas individuales u otros sistemas adecuados que consigan un nivel igual de protección medioambiental.

Dentro de los núcleos inferiores a los 2000 habitantes, cabe mencionar de una forma especial, los núcleos aislados o viviendas individuales, que representan un número importante de vertidos.

Esta directiva ya esta transcrita y por tanto es de obligado cumplimiento en nuestro país, pero así como en Francia, otros países Europeos y EEUU, se han desarrollado normativas y regulaciones muy concretas para el desarrollo del saneamiento individual, en nuestro país no sucede lo mismo.

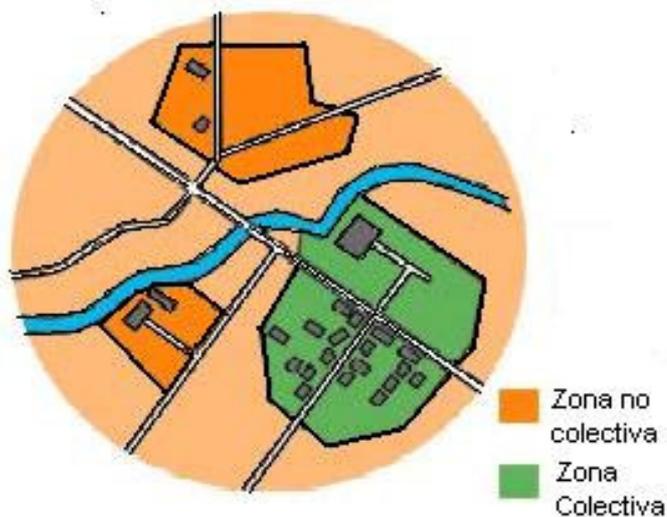
Por otra parte existen una serie de normativas europeas sobre el saneamiento individual para núcleos entre 0 y 50 habitantes, que se van aprobando en los diferentes países de la comunidad europea, y en concreto tenemos la siguiente:

UNE-EN 12566-1/A1: Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Parte 1: Fosas sépticas prefabricadas **(AENOR, 2004)**.

Con el tiempo se irán transcribiendo el resto de las normativas europeas a todos sus estados miembros, pero es claro que no tenemos hasta el momento organismos, asociaciones o regulaciones que de forma global gestionen el ámbito del saneamiento individual, para diferenciarlo del semicolectivo y del colectivo.

## 1.2 Saneamiento Colectivo o no Colectivo

El primer trabajo que debemos plantearnos en zonas rurales es el de dividir en un municipio las zonas de saneamiento colectivo y no colectivo, como se muestra en la figura 1.



**Figura 1. Zonas de saneamiento colectivo y no colectivo (ADEME, 2002).**

### a. saneamientos colectivos adaptado a las pequeñas colectividades

Según las directivas de la CEE, para los municipios de menos de 2.000 hab., no es obligado el alcantarillado antes del 2005, y se exigen tratamientos adecuados. En cualquier caso en estos núcleos habrá que dar soluciones adecuadas, y en muchos casos implica la construcción de saneamientos colectivos, con tratamientos convencionales. La experiencia pone de manifiesto que los resultados en este tipo de núcleos no son adecuados, por

problemas de dimensionamiento, mantenimiento, y ausencia de control en la evacuación de los lodos.

## **b. El saneamiento no colectivo**

El saneamiento no colectivo, dicho también saneamiento individual, puede ser una alternativa frente al costoso sistema de saneamiento colectivo. **Por otra parte, se sabe que un saneamiento individual bien realizado y bien mantenido es mejor que un saneamiento colectivo mal concebido y mal mantenido.** Se considera que un 10% de la población francesa, lo que suponen 4 millones de instalaciones en total son tratadas mediante el saneamiento individual (C.I.EAU, 1999; FNDAE, 1998). En EEUU más de 60 millones de personas dependen de sistemas descentralizados (USEPA, 2000).

Si bien es cierto que un sistema de saneamiento individual bien realizado y bien mantenido es mejor que un saneamiento colectivo mal concebido y mal mantenido, el problema real es que el saneamiento individual ni se realiza siempre bien y muy raramente se mantiene.

La primera medida para un correcto diseño debe buscarse en una buena formación e información. Sería deseable que el Estado o las autonomías intervinieran en este sentido, así como las asociaciones profesionales.

El segundo aspecto se refiere al mantenimiento. Es el mayor problema de los sistemas de saneamiento en las pequeñas colectividades, especialmente en el saneamiento individual. Parece conveniente reflexionar sobre la posibilidad de hacer un mantenimiento colectivo de los saneamientos individuales, creando la infraestructura necesaria, que se responsabilizara del mantenimiento y que diera cuenta regularmente al municipio.

Tengamos en cuenta que los sistemas de saneamiento no colectivo en la gama 0-50 Equivalentes/Habitantes (EH) están siendo objeto de unas normativas europeas en este momento, que facilitarán el control de los equipamientos comercializados: (prEN/12566 – 1,2,3,4,5,6)

## **c. Saneamiento semicolectivo**

Entre ambos tipos de saneamiento, colectivo y no colectivo, podemos hablar de un saneamiento **semicolectivo** entre 50 y 200 HE, en el que podríamos aplicar sistemas alternativos de alcantarillado de pequeño diámetro con depuradoras compactas de fangos activos, o de procesos biopelícula.

## **2. Los sistemas de tratamiento in situ.**

Se trata de una solución menos costosa que el saneamiento colectivo cuando la dispersión entre las viviendas es grande. Este sistema de saneamiento preserva eficazmente el medio ambiente acuático de igual forma que lo hace el saneamiento colectivo.

Cada municipio debe realizar una subdivisión en su territorio, marcando las zonas de saneamiento colectivo y no colectivo, figura 1, teniendo en cuenta criterios de dispersión poblacional y aptitud de los suelos. Las propuestas de subdivisión en zonas deben someterse a estudio, investigación y propuesta pública.

## **Etapas del tratamiento:**

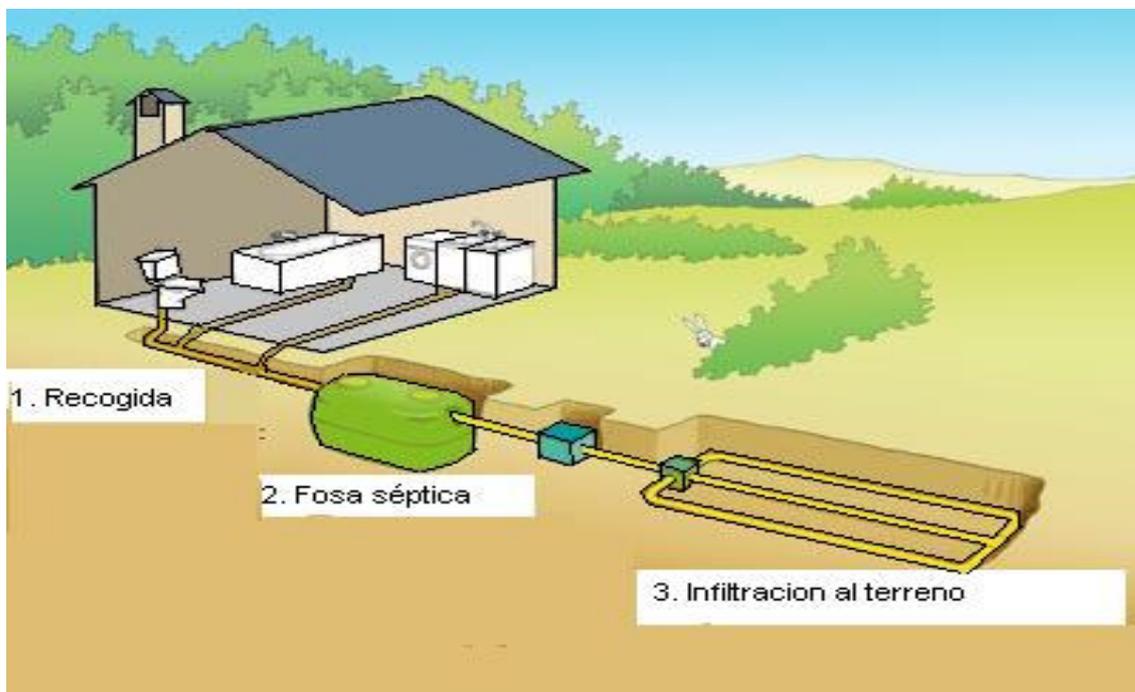
El tratamiento no colectivo convencional, se desarrolla en 3 etapas, como se muestra en la figura 2:

Fase 1: Pretratamiento anaerobio, en general mediante una Fosa séptica o un Tanque Imhoff, que recibe el conjunto de las aguas domésticas.

Fase 2: Depuración aerobia del efluente de la Fosa pretratado, que generalmente se hace por infiltración en el terreno natural, o en terreno reconstruido a tal efecto.

Fase 3: Evacuación de los efluentes depurados en la fase 2, que puede hacerse de las siguientes formas prioritariamente:

- Por infiltración en el subsuelo.
- Por vertido al medio hidráulico superficial.
- Mediante pozos de infiltración en forma excepcional.

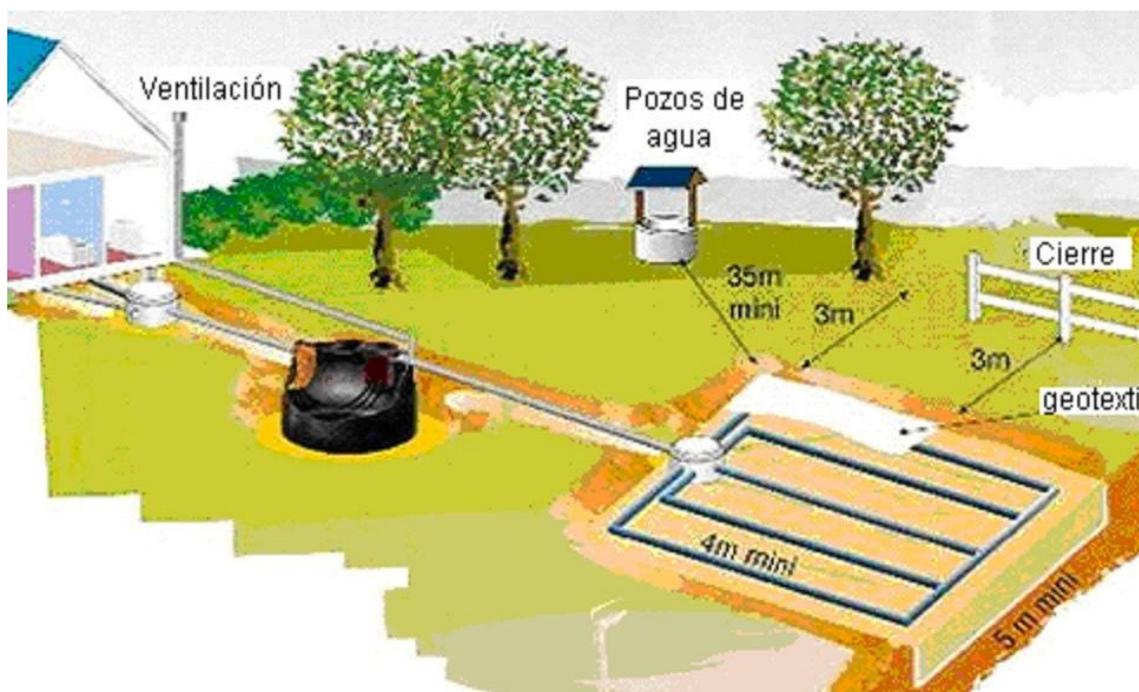


**Figura 2. Tratamiento autónomo convencional (ADEME, 2002).**

Las condiciones de tratamiento son diferentes según la naturaleza del suelo, la pendiente del terreno, el espacio disponible, la presencia de niveles freáticos superficiales, etc.

Existen varias soluciones, como zanjas filtrantes, lechos filtrantes, filtros de arena, humedales, tratamientos compactos, etc., que deben ser analizados para cada caso particular por un especialista.

## Ubicación del sistema.



**Figura 3. Distancias mínimas de protección del sistema (SPANC, 2004).**

En la figura 3, se muestran las distancias mínimas que deben respetarse en este tipo de tratamientos.

Por otra parte la implantación del sistema debe hacerse fuera de zonas de circulación y de estacionamiento de vehículos y cargas pesadas, alejado de plantaciones y ser accesible para el mantenimiento

## 3. Las alternativas de tratamiento.

### 3.1 Los dispositivos de pretratamiento

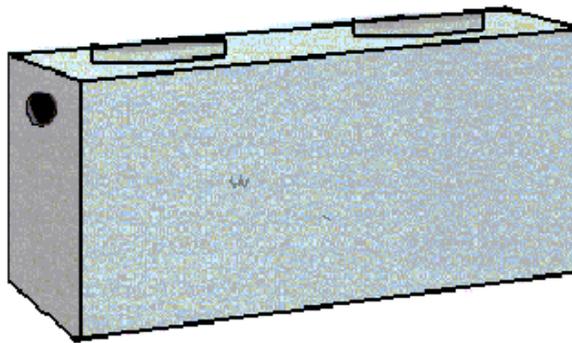
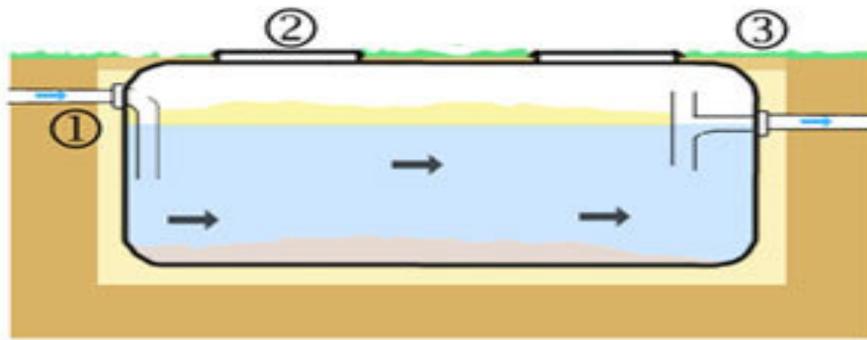
#### 3.1.1 Fosa séptica

Es el elemento de tratamiento de las aguas residuales domésticas más esencial e indispensable en la mayoría de los sectores de saneamiento no colectivo.

#### Características:

- Debe ser compatible con la altura de la excavación final, dependiente de la profundidad de instalación.
- Debe proveerse al menos de una tapa de registro que permite el acceso a la fosa durante el mantenimiento.
- Algunas fosas disponen de un prefiltro integrado en ella, que retiene partículas sólidas que pueden escaparse. Evita la colmatación del dispositivo de tratamiento posterior en caso de un mal funcionamiento de la fosa. Para las que no se equipan de este prefiltro, se aconseja instalarlo posteriormente.

| Número de habitaciones por vivienda | Hasta 3     | 4           | 5           | 6           | 7           |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Volumen de la fosa                  | 3000 litros | 4000 litros | 5000 litros | 6000 litros | 7000 litros |



Fosa séptica en hormigón

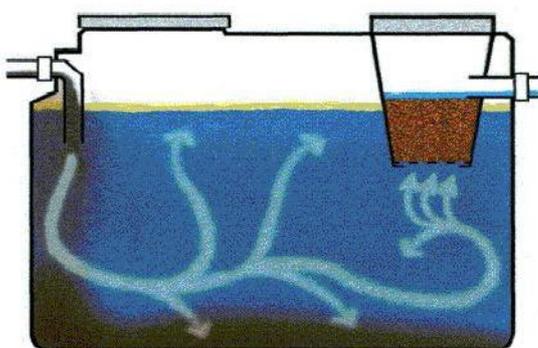


Fosa séptica en polietileno

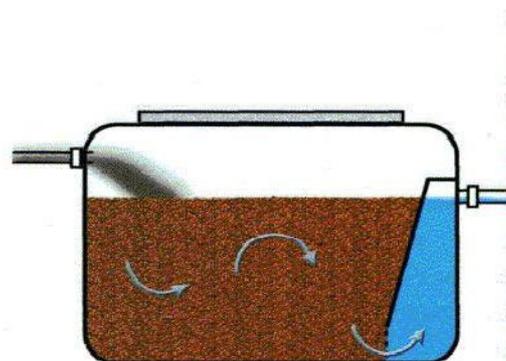
Figura 4. Esquema de fosa séptica (CSTB, 2001).

### 3.1.2 El Prefiltro

Situado al final de la fosa séptica, e incorporado a ésta o por separado, permite retener las partículas sólidas que pueden escaparse. Evita así el riesgo de colmatación del dispositivo de tratamiento. Se aconseja mucho su instalación. Es obligatoria en el caso excepcional del tratamiento separado de las aguas del baño y de las aguas domésticas.



Prefiltro integrado en la fosa séptica



Prefiltro individual

Figura 5. Esquema de prefiltro (CSTB, 2001).

## 3.2 Los Sistemas de tratamiento

### 3.2.1 Zanjas filtrantes.

Este sistema de tratamiento se aplicará cuando el terreno lo permita (pendiente del terreno inferior al 5%, superficie suficiente, permeabilidad satisfactoria).

Después de tratamiento en la Fosa, los efluentes sépticos se distribuyen en zanjas de infiltración de poca profundidad. El suelo existente se utiliza como sistema depurador y como medio dispersor por infiltración del agua en el fondo de la zanja y lateralmente. La evacuación del agua se efectúa por infiltración en el subsuelo.

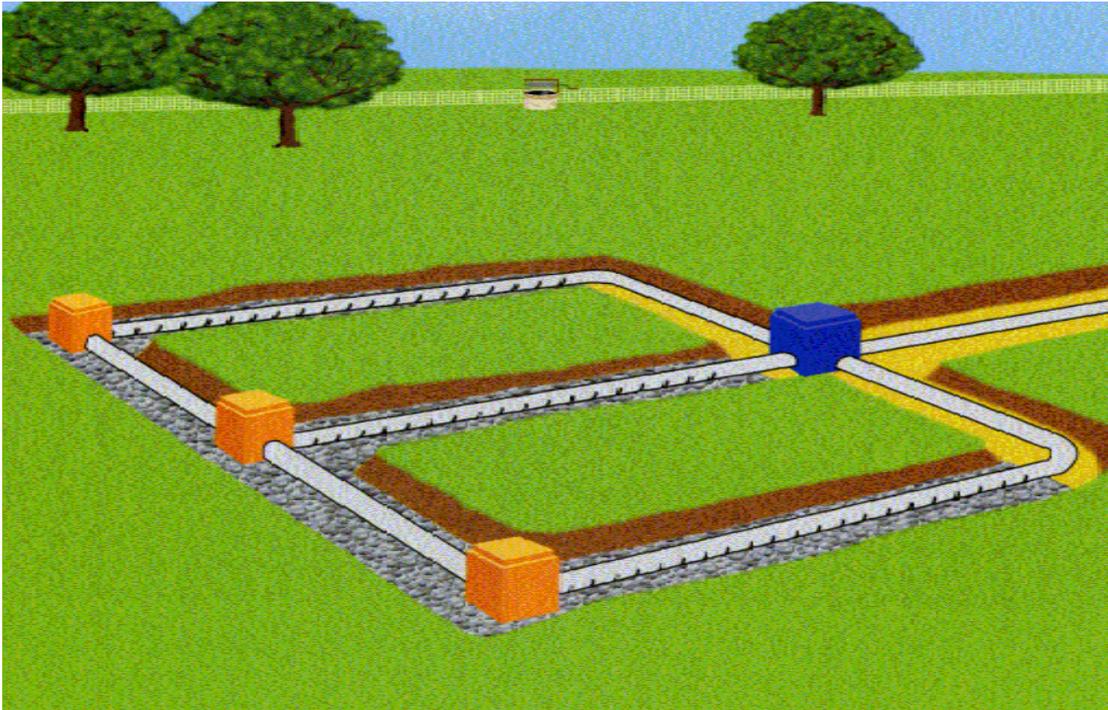
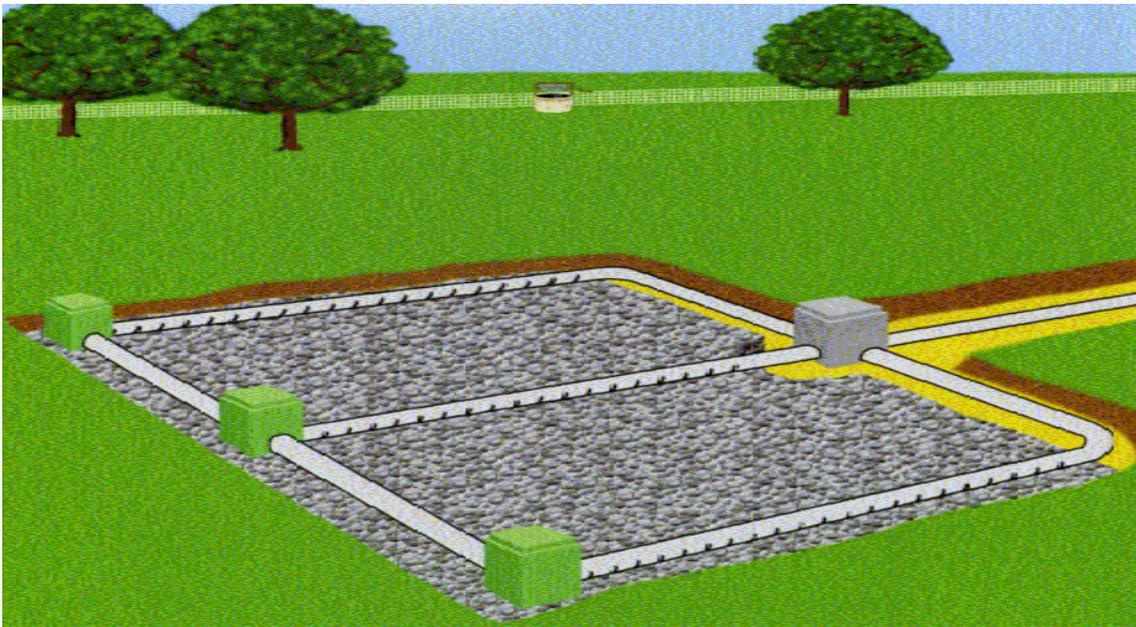


Figura 6. Esquema de zanjas filtrantes (CSTB, 2001).

### 3.2.2 Lecho filtrante.

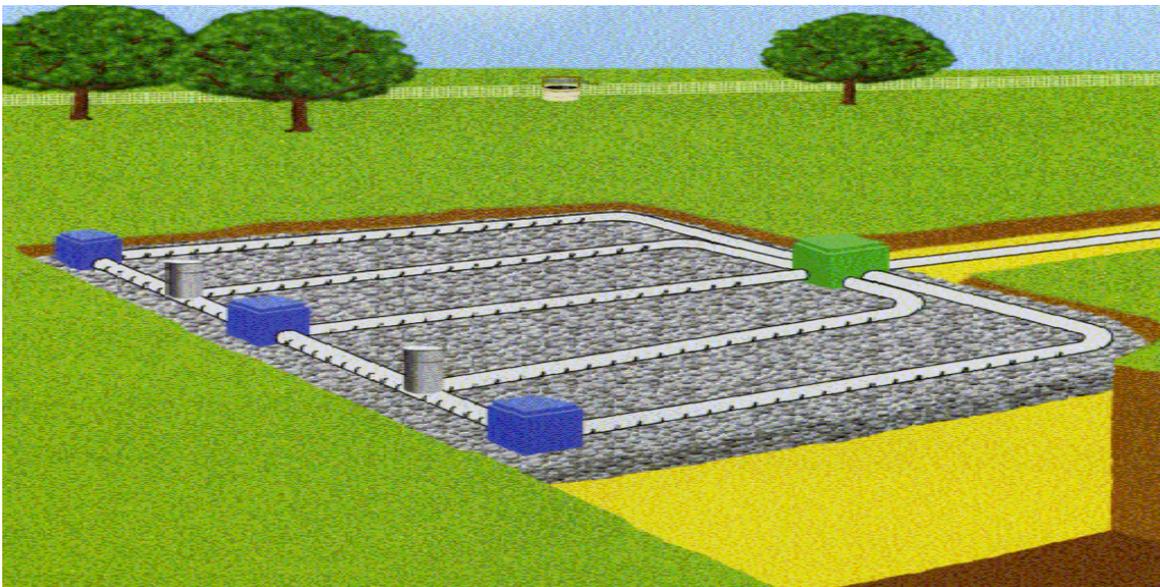
La realización de zanjas de infiltración puede resultar difícil por la inestabilidad de las paredes (caso de los suelos arenosos). En este caso, se pueden sustituir las zanjas de poca profundidad por un lecho de poca profundidad. El suelo existente se utiliza como sistema depurador. La evacuación del agua se efectúa por infiltración en el subsuelo, tanto a través del fondo como de los laterales.



**Figura 7. Esquema de lechos filtrantes (CSTB, 2001).**

### **3.2.3 Filtro de arena vertical no drenado**

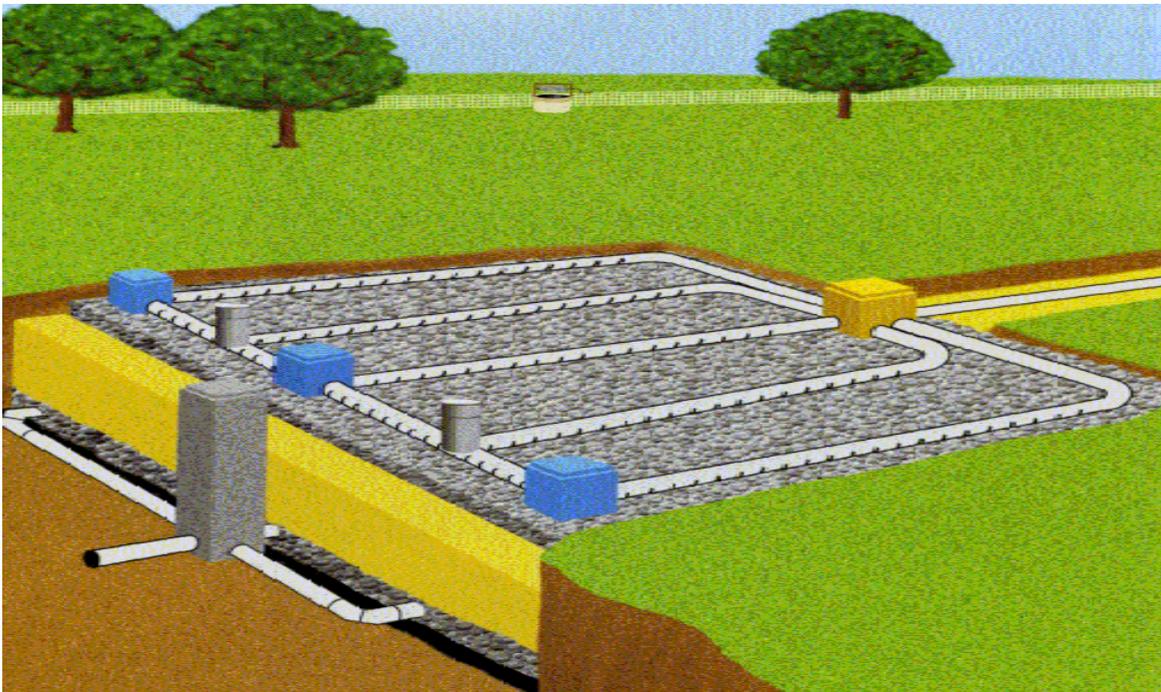
Solución generalmente utilizada en el caso de un suelo con alta permeabilidad  $K > 500 \text{ mm/h}$  o agrietado. Se utiliza arena sílicea lavada, que sustituye al suelo original como sistema depurador. Bajo el lecho de arena, el subsuelo permeable, es utilizado como medio de evacuación por infiltración.



**Figura 8. Esquema de filtro de arena no drenado (CSTB, 2001).**

### **3.2.4 Filtro de arena vertical drenado**

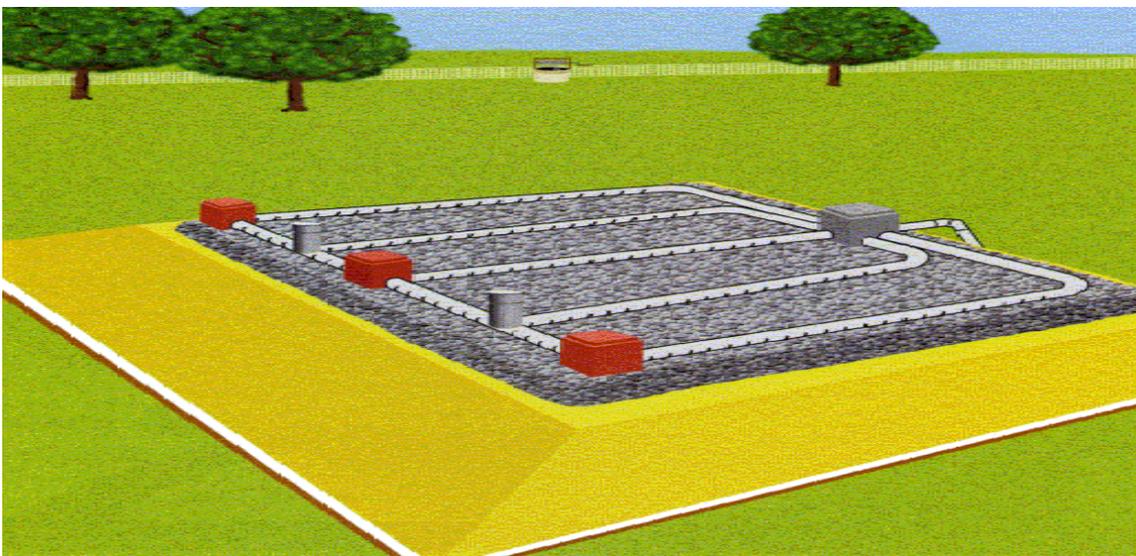
Solución generalmente utilizada cuando el suelo sea muy poco permeable,  $K < 15 \text{ mm/h}$ . Se utiliza la arena sílicea lavada sustituyendo al suelo original como sistema depurador. Bajo este lecho de arena, se sitúan unos tubos de drenaje (idénticos a los tubos de infiltración), que recogen los efluentes filtrados y los evacúan hacia el medio hidráulico superficial.



**Figura 9. Esquema de filtro de arena drenado (CSTB, 2001).**

### **3.2.5 Montículos de infiltración.**

Solución utilizada cuando el nivel freático del agua subterránea está muy próxima a la superficie del suelo. Se sitúa un lecho de arena vertical sobre el suelo existente. La técnica del montículo de infiltración requiere generalmente un bombeo de los efluentes pretratados si la vivienda está a un nivel más bajo.



**Figura 10. Esquema de montículo de infiltración (CSTB, 2001).**

### **3.2.6 Filtro de arena horizontal drenado.**

Solución utilizada cuando el suelo sea muy poco permeable y cuando las condiciones topográficas no permiten el paso por un filtro de arena, antes de su evacuación a un cauce superficial, por falta de desnivel suficiente. El agua que debe tratarse recorre una sucesión de materiales de granulometría decreciente.

En el extremo final, un tubo de desagüe recoge los efluentes filtrados y los evacua hacia el medio hidráulico superficial. Aunque preconizado por la ley, no se aconseja este dispositivo, ya que los resultados de depuración obtenidos por este sistema no son óptimos.

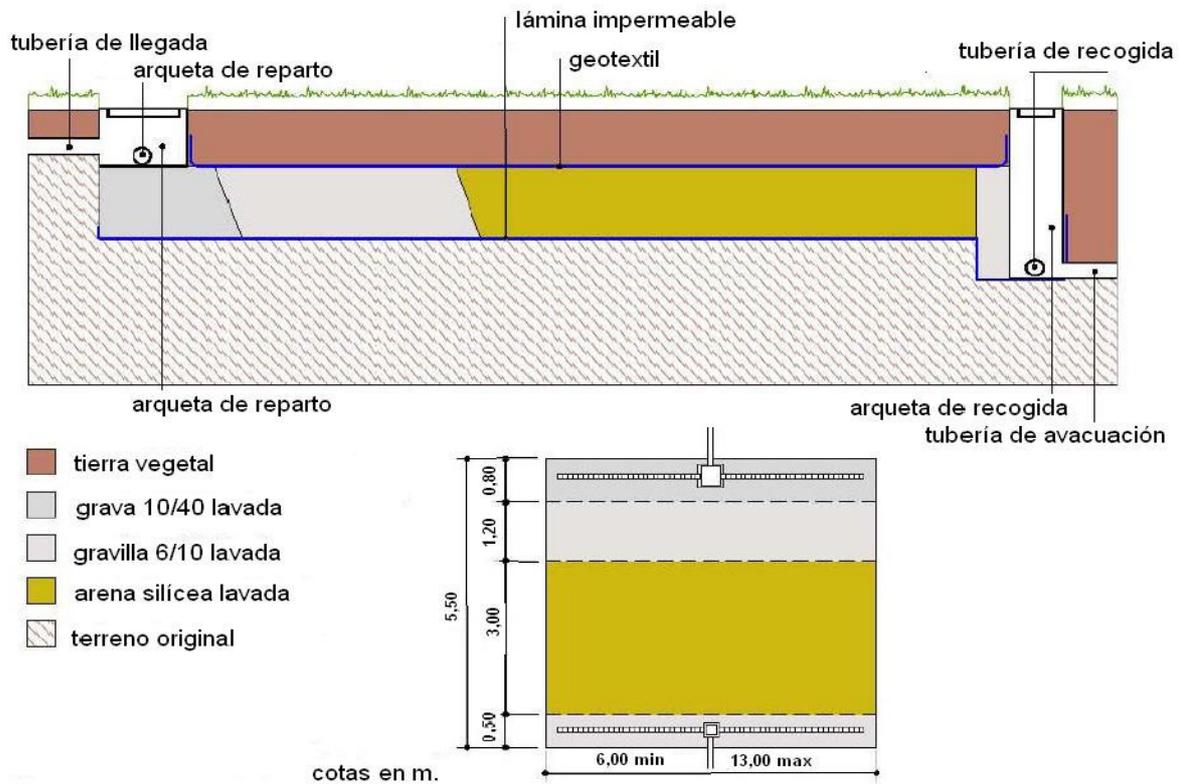


Figura 11. Esquema de filtro de arena horizontal drenado (Aco3d. Architecture).

### 3.2.7 Cámaras de infiltración

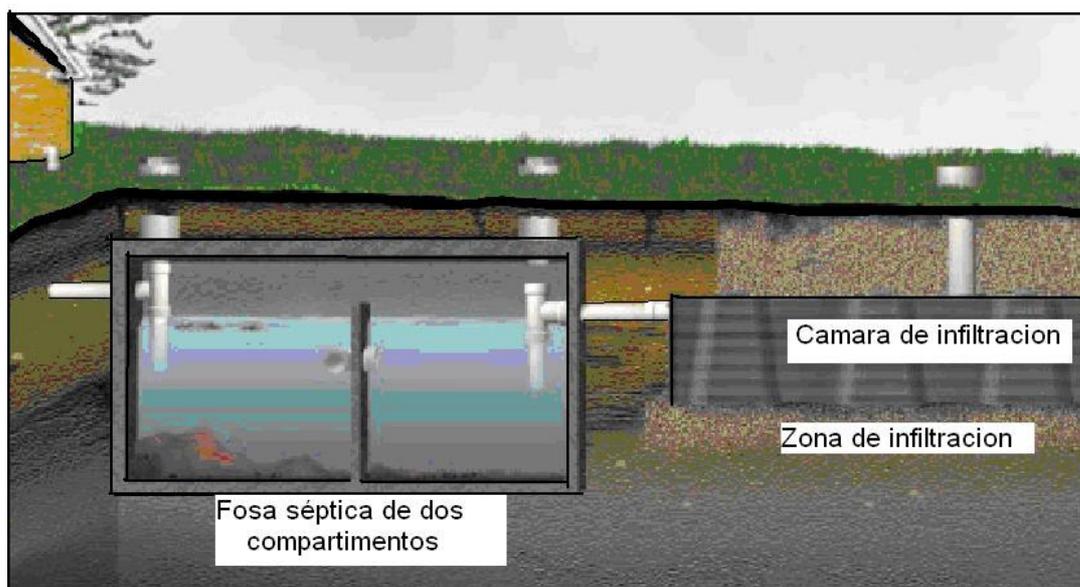


Figura 12. Sección longitudinal de un sistema de cámaras filtrantes. (Lesikar et al., 2000).

Un sistema de cámaras de infiltración consta de:

- Un dispositivo de pretratamiento, generalmente una fosa séptica, aunque pudiera ser un sistema más avanzado como fangos activos o filtro percolador.
- Una cámara de infiltración, o sea, una cámara de plástico moldeado en forma de cúpula que sea disponible comercialmente. La parte superior de la cámara es maciza para soportar las cargas de las capas superiores de tierra, las paredes son de tipo persiana y el fondo está abierto para permitir que el agua salga. El ancho de la cámara varía entre 40 y 80 cm.
- Las zanjas de la cámara de infiltración no deben superar los 30 m de longitud.

En el sistema de cámaras de infiltración, una tubería de 10 cm. de diámetro conduce las aguas residuales de la fosa séptica a las zanjas de las cámaras de infiltración. Las cámaras de infiltración almacenan las aguas pretratadas hasta que puedan filtrar al subsuelo. Todo sistema de cámaras de infiltración debe tener por lo menos una arqueta de registro, que permite el control de los niveles de agua en la zanja.

#### **Ventajas:**

Las cámaras de infiltración son de un material liviano que se puede transportar fácilmente a la zanja excavada. No hay necesidad de tubería perforada ni de geotextil, como el empleado en los sistemas convencionales.

El funcionamiento de los sistemas de cámaras de infiltración es similar al de los sistemas convencionales de zanjas llenas de grava. La diferencia principal está en cómo se construye la zanja.

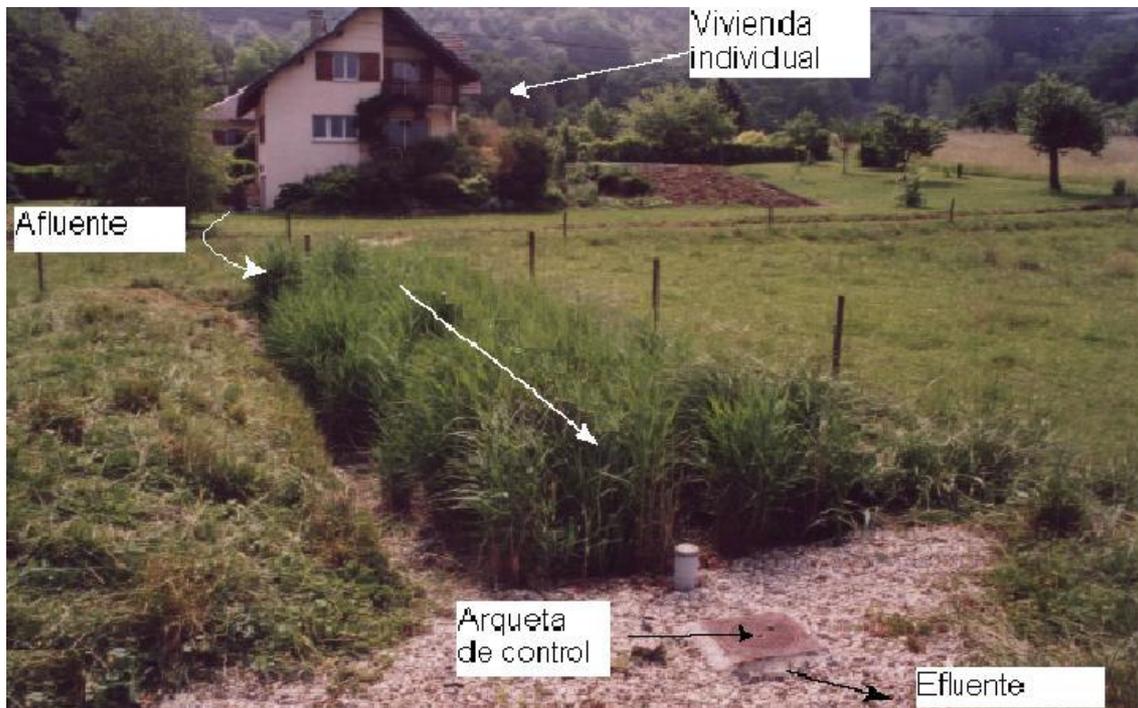


**Figura 13. Perspectiva de un sistema de cámaras filtrantes (Lesikar et al., 2000).**

La boca de inspección es más pequeña, que las arquetas empleadas en los sistemas convencionales. Este sistema permite emplear una superficie de filtración un 40 por ciento menor, que le empleada en sistemas convencionales.

### 3.2.8 Humedales

En algunas ocasiones los sistemas convencionales no resultan adecuados y puede ser alternativo el empleo de humedales o lechos de juncos, sistema ampliamente utilizado para el tratamiento de las aguas residuales en pequeñas colectividades. Este método incluso se adaptó al saneamiento individual.



**Figura 14. Vista de un humedal en saneamiento individual (Centro experimental de Saint Bassin) (Lefebvre, 2004).**

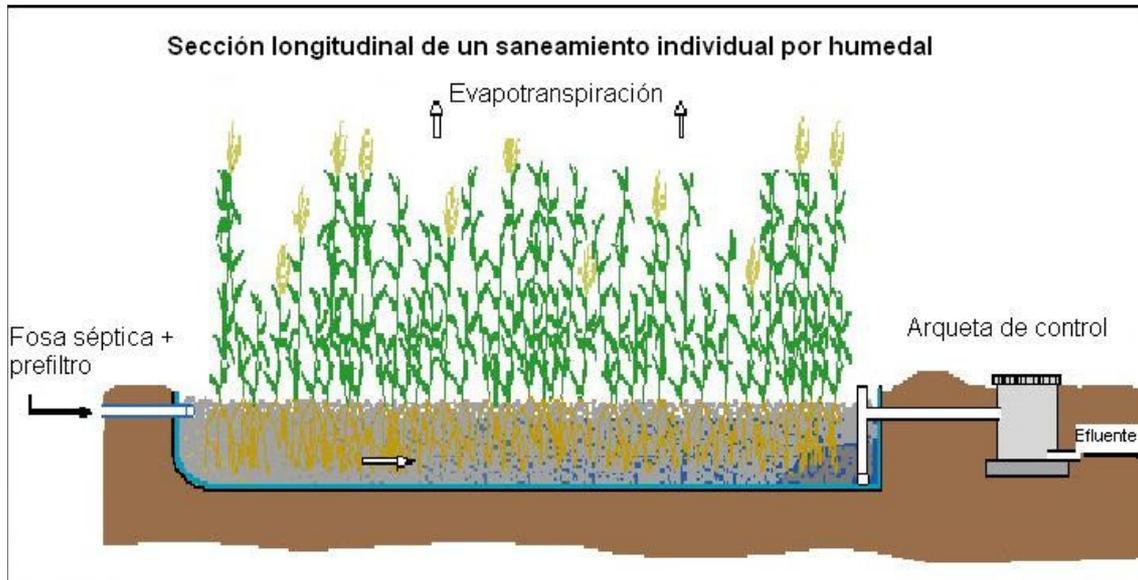
El sistema puede emplearse para núcleos de e 5 a 50 habitantes (desde la vivienda individual, a la aldea o pequeño núcleo semicolectivo). Sencillo y rústico, con este tratamiento se obtienen resultados de depuración claramente superiores a los exigidos por las reglamentaciones.

#### **Principio de funcionamiento**

Las aguas residuales son pretratadas en una fosa séptica y un prefiltro que evita el envío accidental de sólidos que colmatarían el lecho. El agua circula horizontalmente bajo la superficie del lecho, constituido de gravas.

Los juncos o carrizos garantizan 4 funciones:

1. Las plantas asimilan los nutrientes (nitratos y fosfatos) para su propio desarrollo, y participan activamente en la depuración.
2. Las raíces y rizomas suponen un lugar privilegiado para sustento de los microorganismos que intervienen en la depuración. El oxígeno elaborado por fotosíntesis en la parte aérea (las hojas) es enviado al lecho a través de los rizomas, y utilizado por las bacterias aerobias, que son las más eficaces en la depuración.
3. Las raíces tienen un papel de mantenimiento de la estructura del lecho, y permiten evitar los riesgos de colmatación y circulación preferencial.



**Figura 15. Sección longitudinal de un lecho de juncos o humedal (Lefebvre, 2004).**

### 3.2.9 Filtro masivo vertical de zeolita

Esta solución, requiere evacuación superficial, se utiliza generalmente cuando el suelo existente es muy poco permeable y/o la superficie disponible demasiado baja para el lecho de arena. Sin embargo, este dispositivo no puede utilizarse cuando el medio receptor sea una zona sensible (cría de moluscos, baño...).

El lecho masivo de zeolita se compone de:

- Un material filtrante a base de zeolita natural sobre un recinto estanco y distribuido en 2 capas de diferente granulometría. Tras su colocación, el espesor debe ser como mínimo de 50 cm.
- Chimeneas destinadas a la ventilación del filtro.
- Un sistema de reparto destinado a distribuir los efluentes sobre toda la superficie de la zeolita.
- Un sistema de drenaje, situado en el fondo, destinado a recoger los efluentes después de su tratamiento.

Debe colocarse después de la fosa séptica  $\geq 5 \text{ m}^3$  y disponer una superficie mínima de  $5 \text{ m}^2$ .

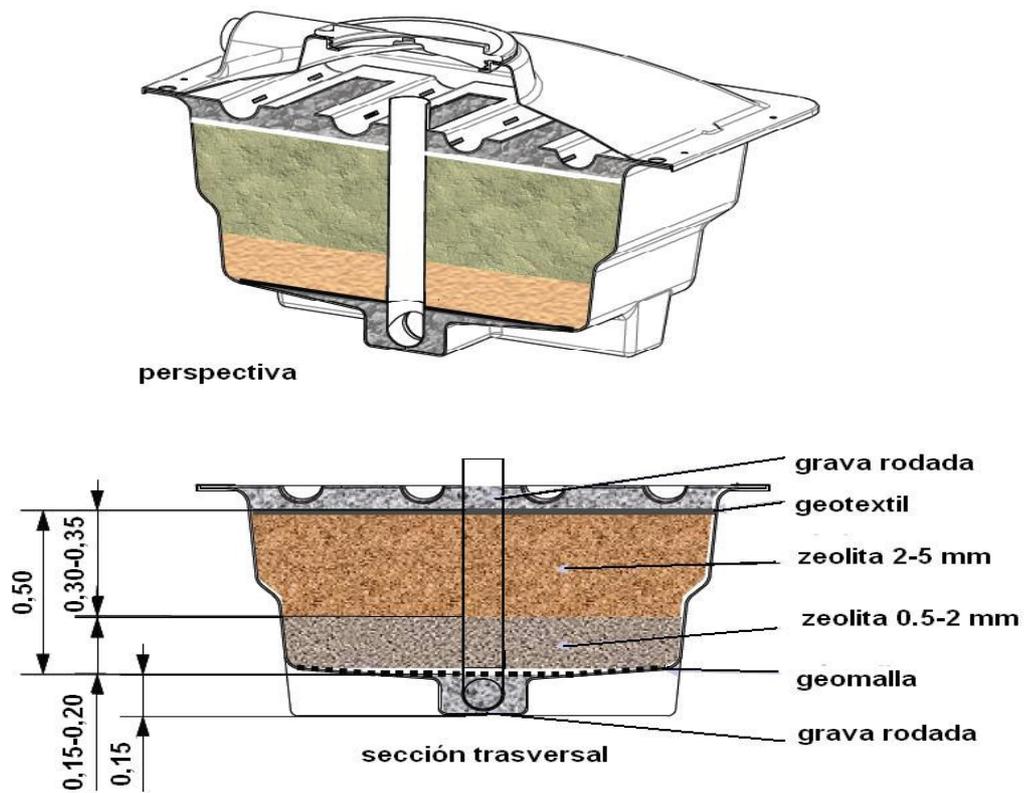


Figura 16. Sección longitudinal del filtro vertical de zeolita (SIMOP, 2005).



Figura 17. Vista del filtro vertical de zeolita (EPARCO).

## 6.2.10 Tecnologías compactas

En ocasiones, la falta de terreno adecuado o disponible, unido a la dispersión poblacional, nos puede llevar a elegir las tecnologías más compactas como son los fangos activos o los procesos biopelícula, suficientemente conocidos: figuras 18 y 19.

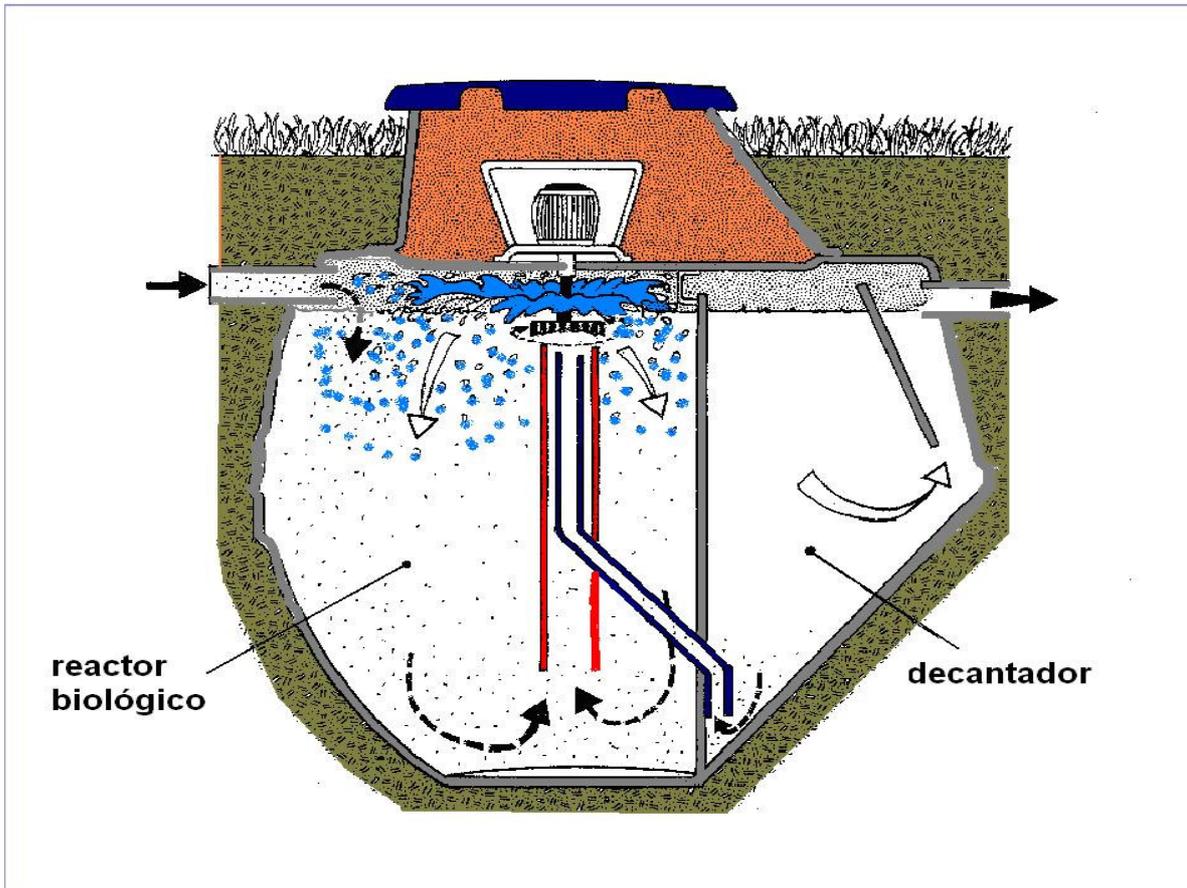


Figura 18. Sección longitudinal de un proceso de fangos activos (MED, 2002).

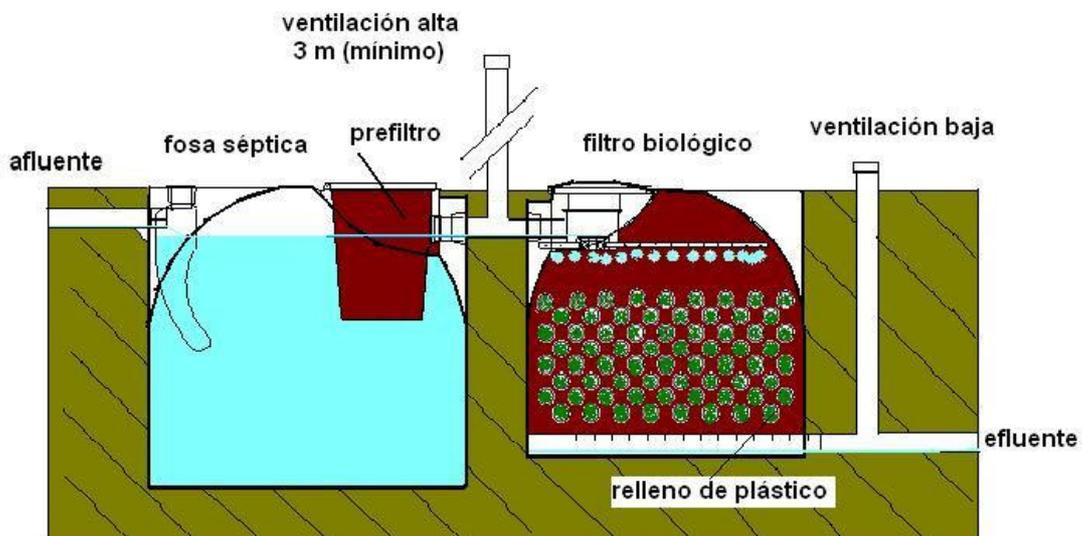


Figura 19. Sección longitudinal de un proceso biopelícula (SIMOP).

#### 4. Criterios de selección.

Los criterios de selección se basan en el tipo de terreno, pendiente, posición del nivel freático, disponibilidad de espacio, forma de evacuación, etc.

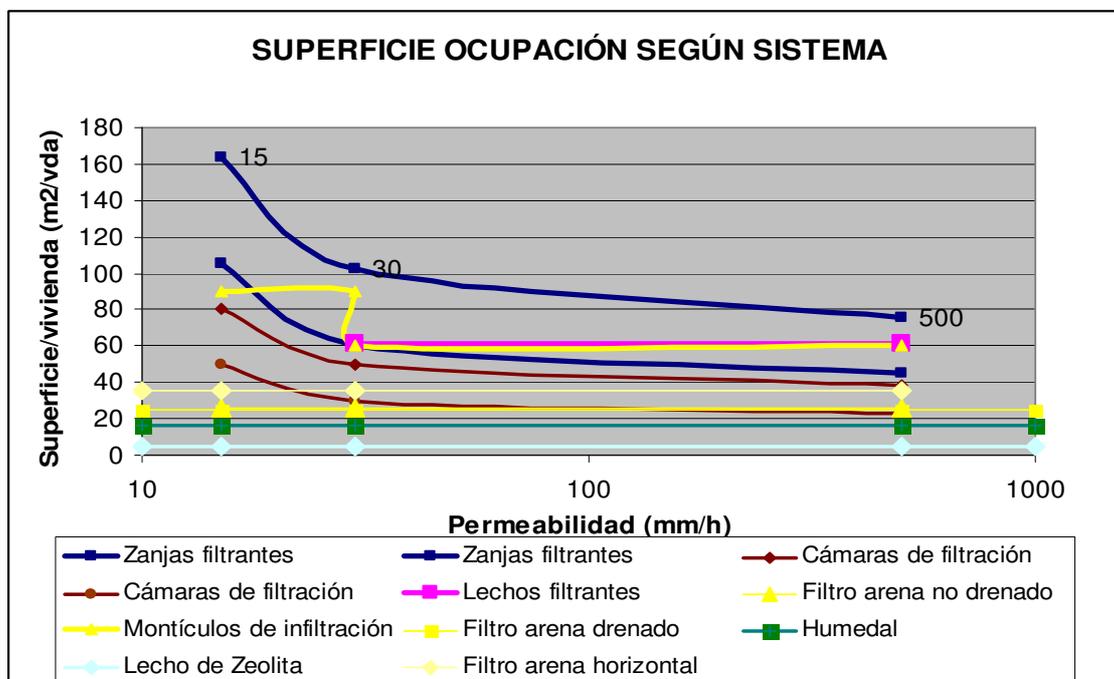
En las siguientes tablas y figura se muestra la influencia del tipo de suelo y forma de evacuación, así como la superficie de ocupación necesaria para **una vivienda individual**, en función de la permeabilidad: tablas 1, 2 y figura 20.

| <b>Sistema</b>      | <b>Zanjas ,<br/>Lechos,<br/>Cámaras<br/>filtrantes</b> | <b>Filtro<br/>arena<br/>vertical<br/>no<br/>drenado</b> | <b>Filtro<br/>arena<br/>vertical<br/>drenado</b> | <b>Filtro de<br/>arena<br/>horizont<br/>al<br/>drenado</b> | <b>Montícul<br/>os<br/>infiltraci<br/>ón</b> | <b>Humedal<br/>Lecho<br/>de<br/>zeolita</b> |
|---------------------|--|---|--|--|--|---|
| Tipo de suelo       | natural  | arena   | arena  | material granular  | arena  | grava zeolita                               |
| Forma de evacuación | subsuelo   | subsuelo  | superficial                                      | superficial  | subsuelo                                     | superficial                                 |

**Tabla 1. Tipo de suelo y forma de evacuación para cada sistema. (Collado, 2006).**

| <b>Tratamiento</b>                         | <b>Tipo de suelo</b>  | <b>Evacuación</b> |
|--|---|-------------------|
| <b>Zanjas o Cámaras filtrantes</b>         | Permeable y pendiente <10%  | subsuelo          |
| <b>Lecho filtrante</b>                     | Textura arenosa y ausencia de pendiente                                   | subsuelo          |
| <b>Filtro de arena vertical no drenado</b> | Roca fisurada o alta permeabilidad  | subsuelo          |
| <b>Filtro de arena vertical drenado</b>    | Baja permeabilidad. Desnivel de desagüe > 1.5 m                           | superficial       |
| <b>Montículo de infiltración</b>           | Nivel freático alto.  | subsuelo          |
| <b>Filtro de arena horizontal drenado</b>  | Baja permeabilidad<br>Nivel freático alto.<br>Desevel de desagüe < 0.5 m. | superficial       |
| <b>Humedal, Lecho de zeolita.</b>          | Impermeable   | superficial       |

**Tabla 2. Condiciones de utilización de cada sistema de tratamiento (Collado, 2006).**



**Figura 20. Superficies de ocupación por vivienda en función de la permeabilidad y el sistema de depuración (Collado, 2006).**

## 5. Conclusiones (Collado, 2006).

\* El saneamiento individual o autónomo, constituye un sistema de tratamiento completo, capaz de cumplir con la legislación vigente.

\* Está indicada cuando el aislamiento de la vivienda es tal, que los sistemas de alcantarillado convencionales o de pequeño diámetro para acceder a un sistema colectivo o semicolectivo se hacen inviables por su carestía.

\* Existen varias soluciones de tratamiento individual, que consisten en un pretratamiento con fosa séptica, cuyo efluente debe pasarse por un prefiltro antes de ser infiltrado al terreno natural en caso de que la permeabilidad lo permita, o en caso contrario se disponen de un terreno artificial, bien de arena, gravas o zeolita.

\* El efluente del sistema de tratamiento individual, puede evacuarse a través del subsuelo o en forma superficial, según los casos.

\* Los sistemas de aplicación "in situ", tras la fosa séptica son los siguientes:

- Zanja filtrante
- Lecho filtrante
- Cámara filtrante
- Filtro de arena no drenado
- Filtro de arena vertical drenado

- Montículo de infiltración
- Filtro de arena horizontal drenado
- Humedal
- Filtro de zeolita

\* La naturaleza del terreno (pendiente, permeabilidad, espesor del suelo, nivel freático, etc.), así como la disponibilidad de superficie de terreno, juegan un papel fundamental en la selección del sistema más adecuado en cada caso.

\* Todos los sistemas, que infiltran el agua tratada al subsuelo natural ocupan más superficie, variable con la permeabilidad, que los que hacen la evacuación superficial.

## 6. Bibliografía

ADEME, 2002. L'assainissement autonome (ou individuel) Fiche technique Assainissement.

AENOR, 2004. "Pequeñas instalaciones de depuración de aguas residuales para poblaciones de hasta 50 habitantes equivalentes. Fosas sépticas prefabricadas." . UNE-EN 12566-1 2000, 2004.

Lefebvre, T. 2004. Les filières plantées de roseaux. Suivi d'un site expérimental á Saint Cassin, Juillet 2001 à Juin 2003. Groupe de recherche Rhone-Alpes sur les infrastructures et l'eau. Réseau ASNC. Présentation de l'expérience de la Communauté de Communes Charonne Centre.

C.I.EAU, 1999; "*L'assainissement des eaux usées*". Brochure C.I. eau. , (août 1999).

Collado, R.1992. "Depuración de aguas residuales en pequeñas comunidades". Colegio nacional de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Editorial Paraninfo. Madrid.

Collado, R. 1999-2003. Programa en Visual Basic de "Diseño de estaciones de depuración de aguas residuales en pequeños y medianos núcleos". Manual y CD-rom. Santander.

Collado, R. 2006. Soluciones actualizadas de saneamiento autónomo o no colectivo. Convenio colaboración entre Consorcio de aguas Bilbao-Bizkaia y el Departamento de CYTAMA de la Universidad de Cantabria.

Crites, R y Tchobanoglous, G. 2000. "Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados". McGraw-Hill.

CSTB, 2001. "Installation d'assainissement autonome. Pour maison individuelle." En application du DTU 64.1 (norme XP P 16-603).

Directiva del consejo 91/271/CEE de 21 de mayo de 1991, “sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas”. doce 135/l, de 30-05-91. Bruselas

EPA, 2002. “Onsite wastewater treatment systems manual”. EPA/625/R-00/008.

FNDAE, 1998. “Etudes préalables au zonage d’assainissement”. Guide méthodologique à l’usage des techniciens. Document FNDAE n° 21, Cemagref EDITIONS. 49 p., (1998).

*Journal officiel* de la République française. 1996. “Arrêté du 6 mai 1996 << assainissement non collectif >> “. París

Lesikar, B, Enciso, J and Persyn, R. 2000. “Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras. Cámaras de percolación”. Texas Agricultural Extension Service.

Ministère de l'Ecologie et du Développement durable. 2002. Etude sur l'eau n°86 : modalités techniques du contrôle des installations d'assainissement non collectif des habitations individuelles

SIMOP. 2005. Présentation de la filière Zeolite SIMOP. Dossier Technique ZEOMOP.

SPANC, 2004. Assainissement non collectif. Données techniques.

USEPA, 2000. Draft EPA Guidelines for Management of Onsite/Decentralized Wastewater Systems. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Wastewater Management, Washington, DC. Federal Register, October 6, 2000, 65(195): 59840-59841.

1. Este trabajo, se ha generado dentro del Convenio entre el Consorcio de aguas Bilbo/Bizkaia y la Universidad de Cantabria (**Collado, 2006**).

Mi agradecimiento a su director técnico Daniel Fernández y a Juanjo Aguirre por su colaboración en el trabajo.