

CURSO DE SANEAMENTO AUTÓNOMO

- TÉCNICAS DE ENXEÑERÍA
APLICADAS A CONSTRUCCIÓN DUN
SISTEMA DE SANEAMENTO
DOMESTICO AUTÓNOMO

Saneamento doméstico autónomo

Diferentes tipoloxías para o Saneamento doméstico Autónomo.

Saneamento autónomo básico. (OV2)

- Fosa séptica + infiltración ao terreo

Saneamento autónomo mais avanzado. (OV3 e OV4)

Fosa séptica + humedais construidos:

- Fosa séptica + humedal construido de fluxo subsuperficial. FS+HFS
- Fosa séptica + humedal en base a filtro verde flotante. FS+FVF

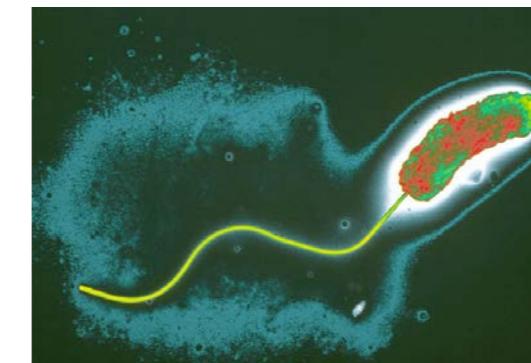
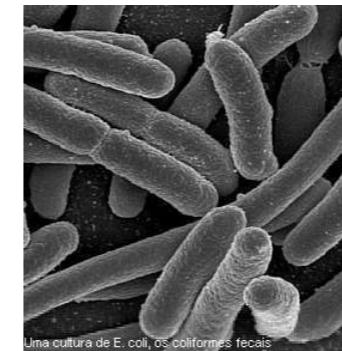
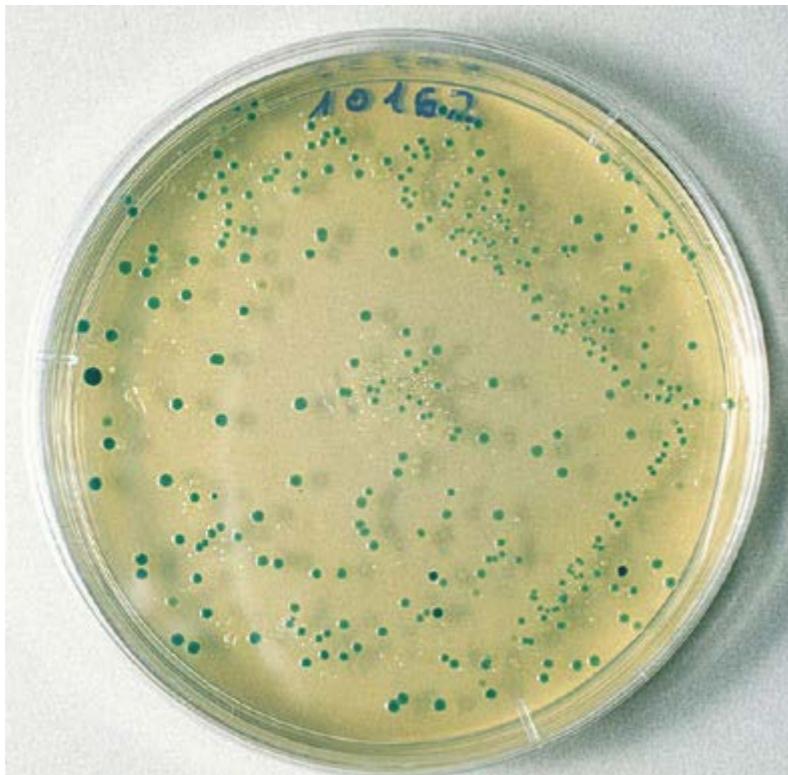
Nota: en sistemas domésticos a fosa séptica pode ser substituída por un sistema de homoxeneización provisto dun separador de graxas dimensionado para un tempo de retención de 24h

Nota: Estes sistemas deben de ir precedidos por un pretratamiento de homoxeneización provisto dun separador de graxas dimensionado para un tempo de retención de 5 a 24h.

Saneamento doméstico autónomo

Parámetros comuns de caracterización das augas residuais domésticas.

Contaminación bacteriológica	uds	Orde de Valores
Coliformes totales	UFC/100ml	10E6
Coliformes fecais	UFC/100ml	10E3
Estreptococos fecais	UFC/100ml	10E3



Saneamento doméstico autónomo

Procesos biolóxicos que se desenrolan nun sistema de saneamento autónomo doméstico.

- **AEROBICOS:** Ocorren únicamente en presencia de oxígeno molecular (O₂). Bacterias aerobias que precisan de oxígeno para o seu metabolismo. Realizan respiración celular (oxidación da materia orgánica en presenza de O₂)

Filtros verdes flotantes e humidais construídos de fluxo vertical. Humidais de fluxo horizontal aireados

- **ANAEROBICOS:** Ocorren en ausencia de oxígeno molecular. O metabolismo das bacterias anaerobias produce enerxía a partir da materia orgánica sen oxígeno, a través de procesos de fermentación.

Fosa séptica/tanque de homoxeneización DCD, filtros verdes flotantes en lagoas de mais de 1,5m de profundidade. Humidais construídos de fluxo horizontal subsuperficial.

- **FACULTATIVOS.** Son procesos anaerobios non estritos que se levan a cabo por microorganismos que tanto poden realizar a respiración celular como procesos de fermentación. Dentro deste tipo de procesos é importante a desnitrificación biolóxica (Reducción do nitrato a Nitroxeno gas)

Fosa séptica /tanque de homoxeneización, filtros verdes flotantes en lagoas de mais de 0,7m de profundidade.

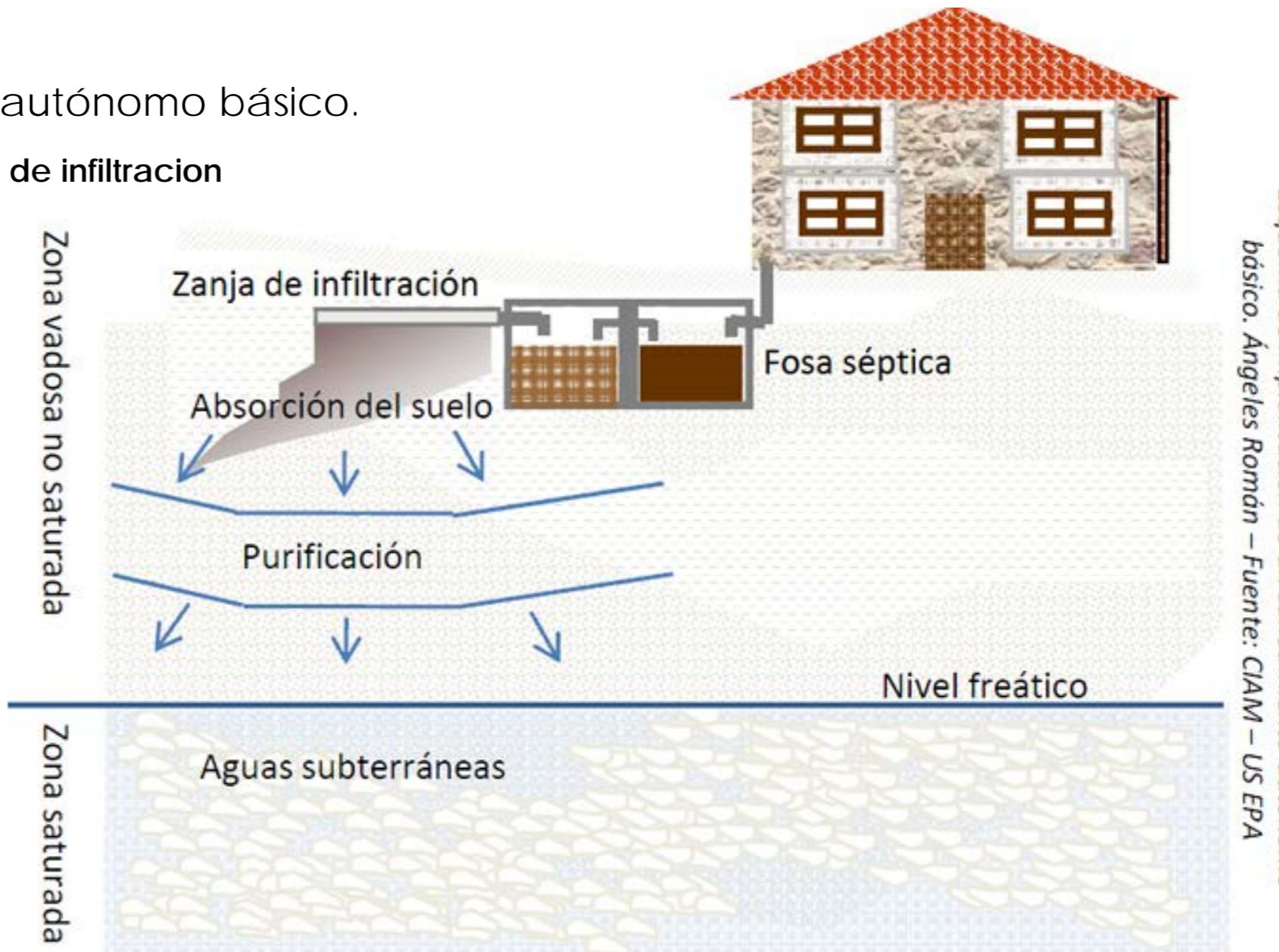
- **DESINFECCIÓN.** Eliminación de microorganismos patóxenos UV, depredación, sedimentación e filtración (eliminación de coloides) e inactivación por mortalidade (segundo o tempo de retención hidráulico dentro do humidal).

Filtros verdes flotantes e humidais construídos.

Saneamento doméstico autónomo

Tipoloxía de saneamento autónomo básico.

Fosa séptica + Gabias de infiltracion



Saneamiento doméstico autónomo

Tipoloxía de saneamiento autónomo avanzado.

Fosa séptica + humidal+ Gabias de infiltracion



Esquema de implantación de un saneamiento autónomo básico. Ángeles Román – Fuente: CIAM – US EPA

Saneamento doméstico autónomo

Saneamento autónomo básico. Dimensionado da Fosa Séptica:

- Dimensionado: $V_u = V_d + V_a + V_r$.
 - TRH > 1 día
 - Tiempo permanencia dos lodos: 2 anos.

- V_u = Volume fosa séptica
- V_d = Volume díxestor.
- V_a = Volume acumulacion lodos.
- V_r = Volume de resguardo

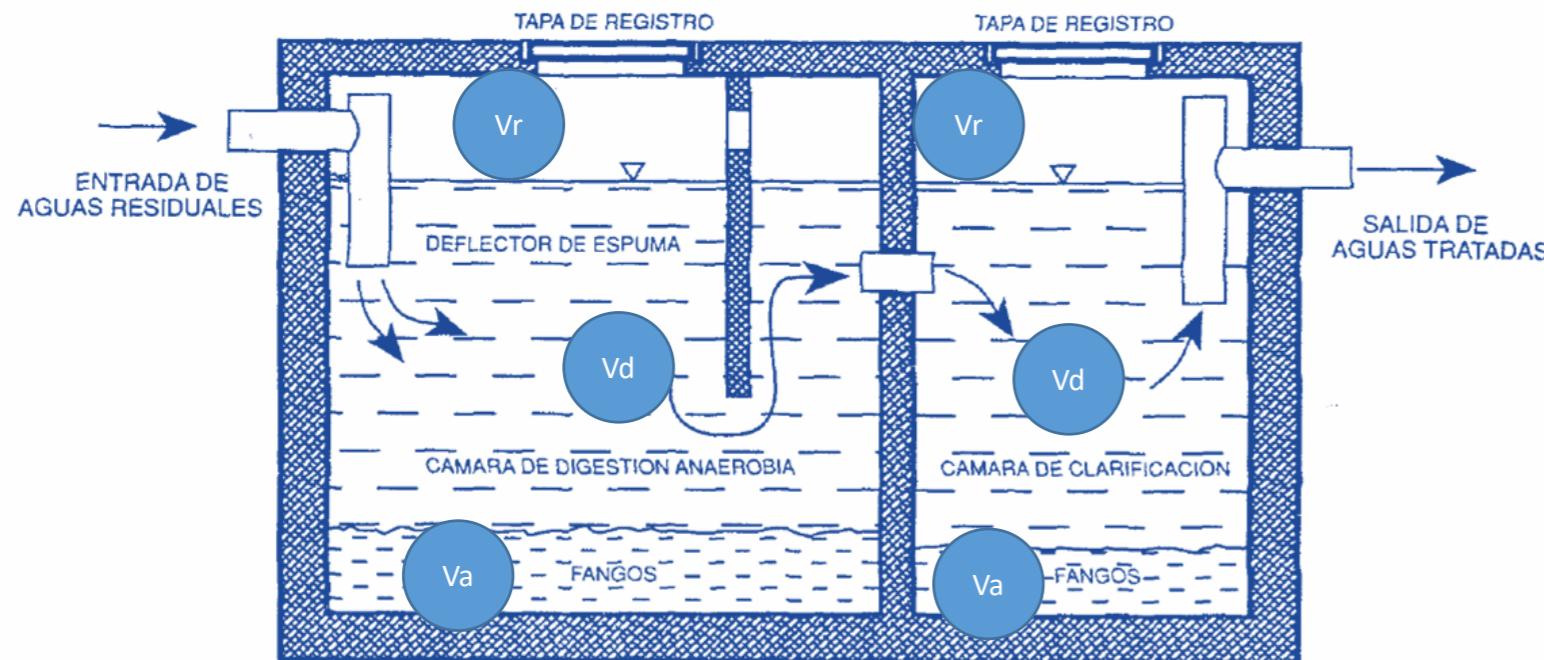


Figura.- Esquema del funcionamiento de una fosa séptica

Parámetro	Agua residual bruta	Efluente de la fosa séptica
DBO ₅ (mg/L)	200 - 400	140 - 200
MES (mg/L)	300 - 400	60 - 100
Nitrógeno (mg/L)		
Total	35 - 80	25 - 60
NH ₄ ⁺	7 - 40	20 - 60
NO ₃ ⁻	< 1	< 1
Fósforo total (mg/L)	10 - 27	10 - 30
Coliformes fecales (NMP/100 mL)	$10^6 - 10^{10}$	$10^3 - 10^6$

Vivenda:
0.1-0.2m² X habitante
0.3m³ x hab

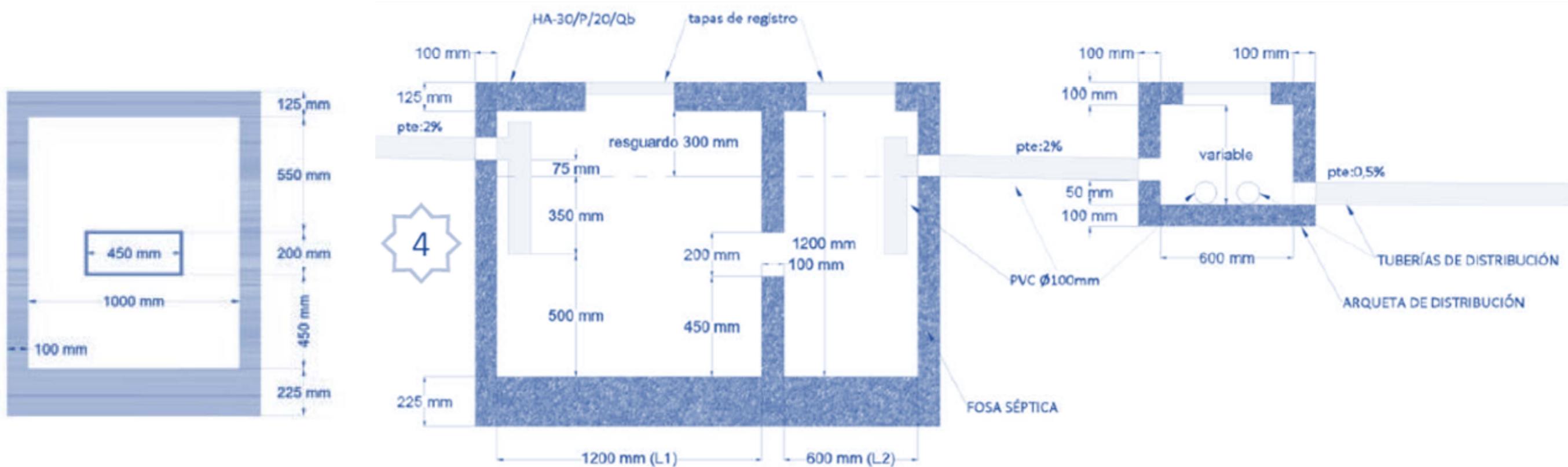
- Fonte: Sistemas de saneamiento autónomo en las viviendas rurales. Aqua Plann Project. Dep.da Coruña

Saneamento doméstico autónomo

Saneamento autónomo básico. Construcción da Fosa Séptica:

- Dimensions das cámaras
 -

- V_u = Volume fosa séptica
- V_d = Volume dixestor.
- V_a = Volume acumulacion fangos.
- V_r = Volume de resguardo

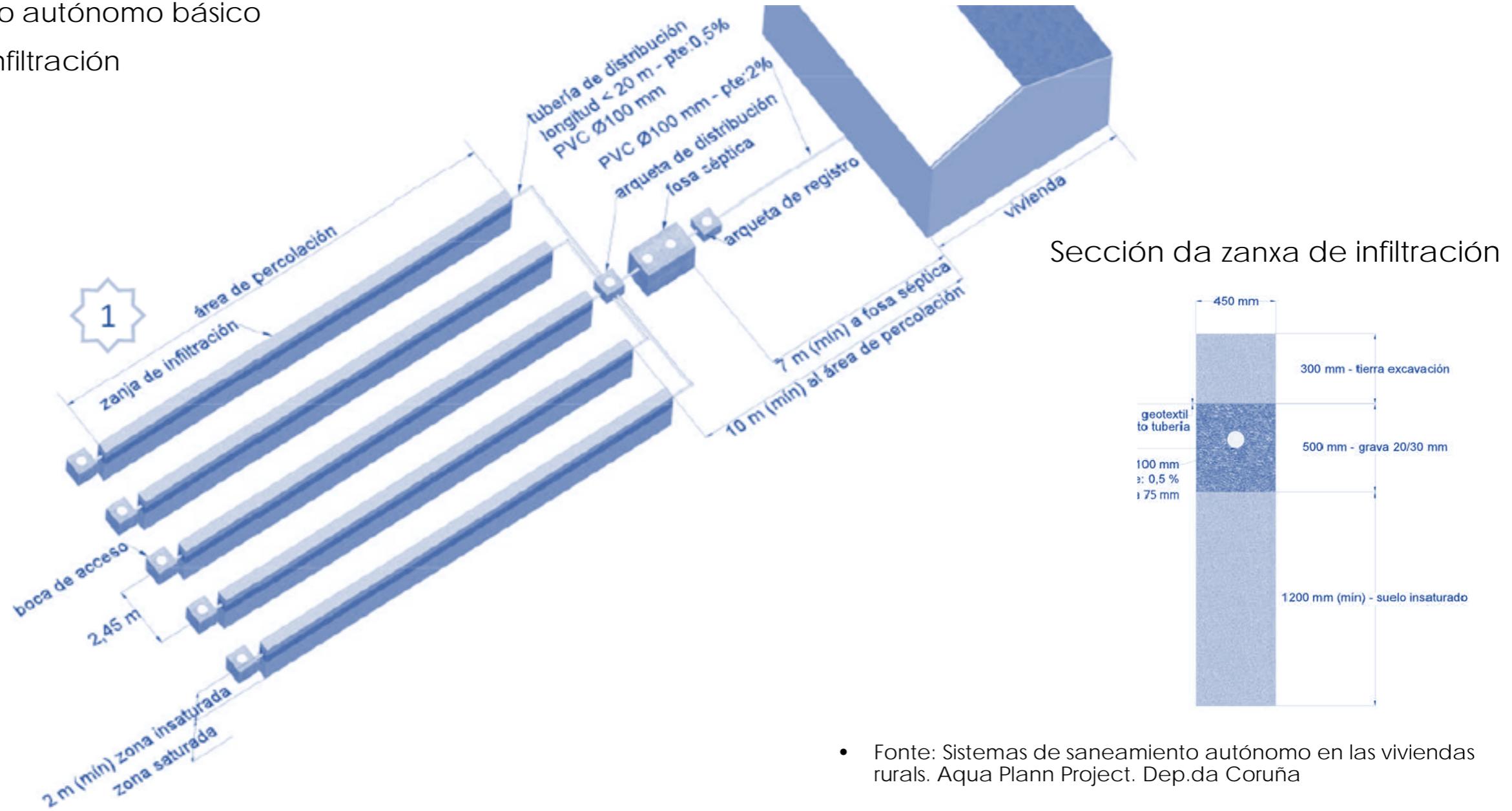


- Fonte: Sistemas de saneamiento autónomo en las viviendas rurales. Aqua Plann Project. Dep.da Coruña

Saneamiento doméstico autónomo

Saneamiento autónomo básico

Zanxas de infiltración



Saneamento doméstico autónomo

Dimensionado do sistema de infiltración.

$$Si = N \cdot Heq \times D / Tc$$

Si= Superficie de infiltración en m².

Heq= Habitantes da vivenda.

D= Litros x habitante e día (180 a 210L/Heq)**

Tc= taxa de infiltración ao terreo. Estimase por defecto un valor de Tc de 20mm/h (US EPA), sendo en calquera caso recomendable realizar unha proba de infiltración.

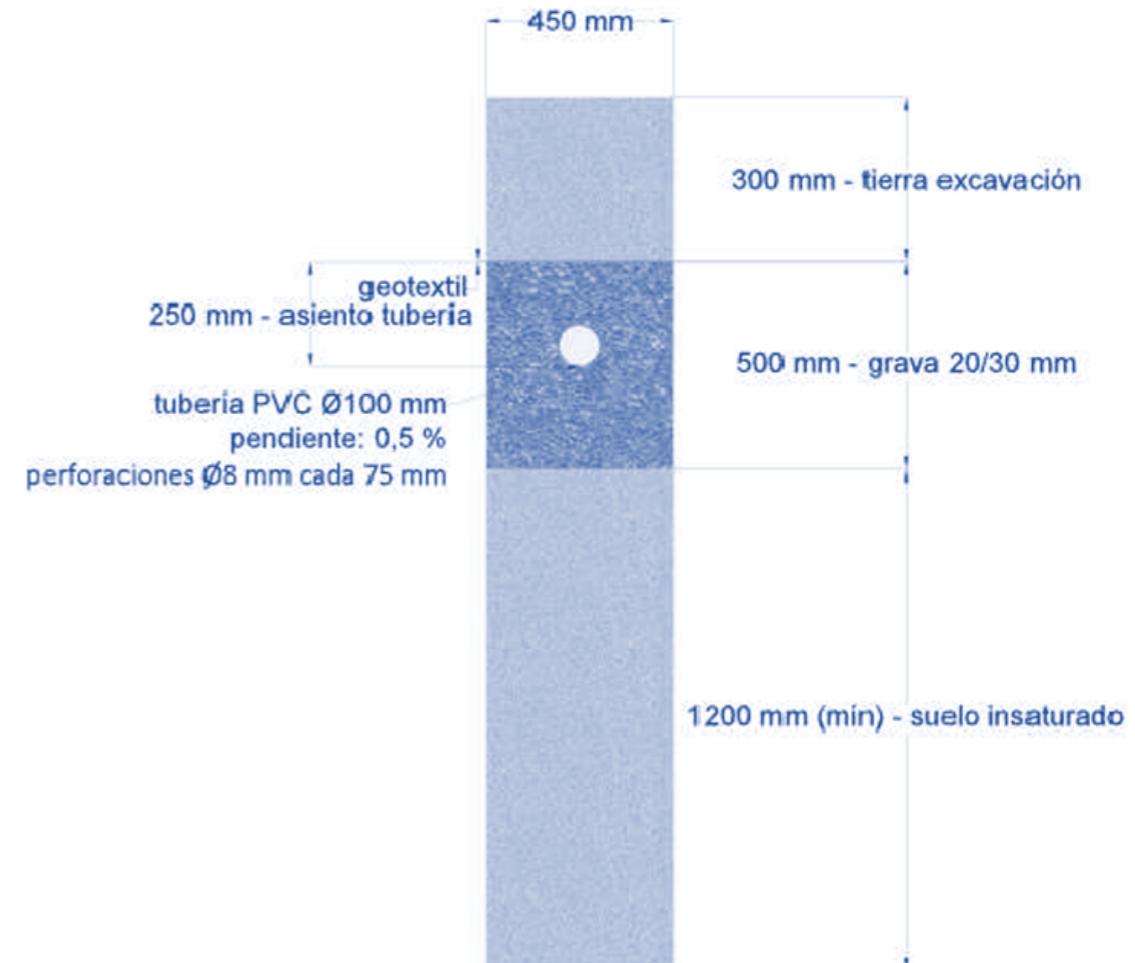
Lonxitude máxima de gabia de 20m***

Ancho de gabia Ag= 0,45m***

Lonxitude de gabia Lg = Si/Ag (m)

Nº de gabias N°g= Lg(m)/20m

Sección dunha gabia de infiltración



Fonte: Sistemas de saneamiento autónomo en las viviendas rurales. Aqua Plann Project. Abegondo-Dep.da Coruña

** Dotación diaria máxima de auga potable establecida no Plan hidrológico son 210l/h

*** Valores recomendados, non obstante poden ser lixeiramente modificados para adaptarse as dimensons da parcela.

Saneamento doméstico autónomo

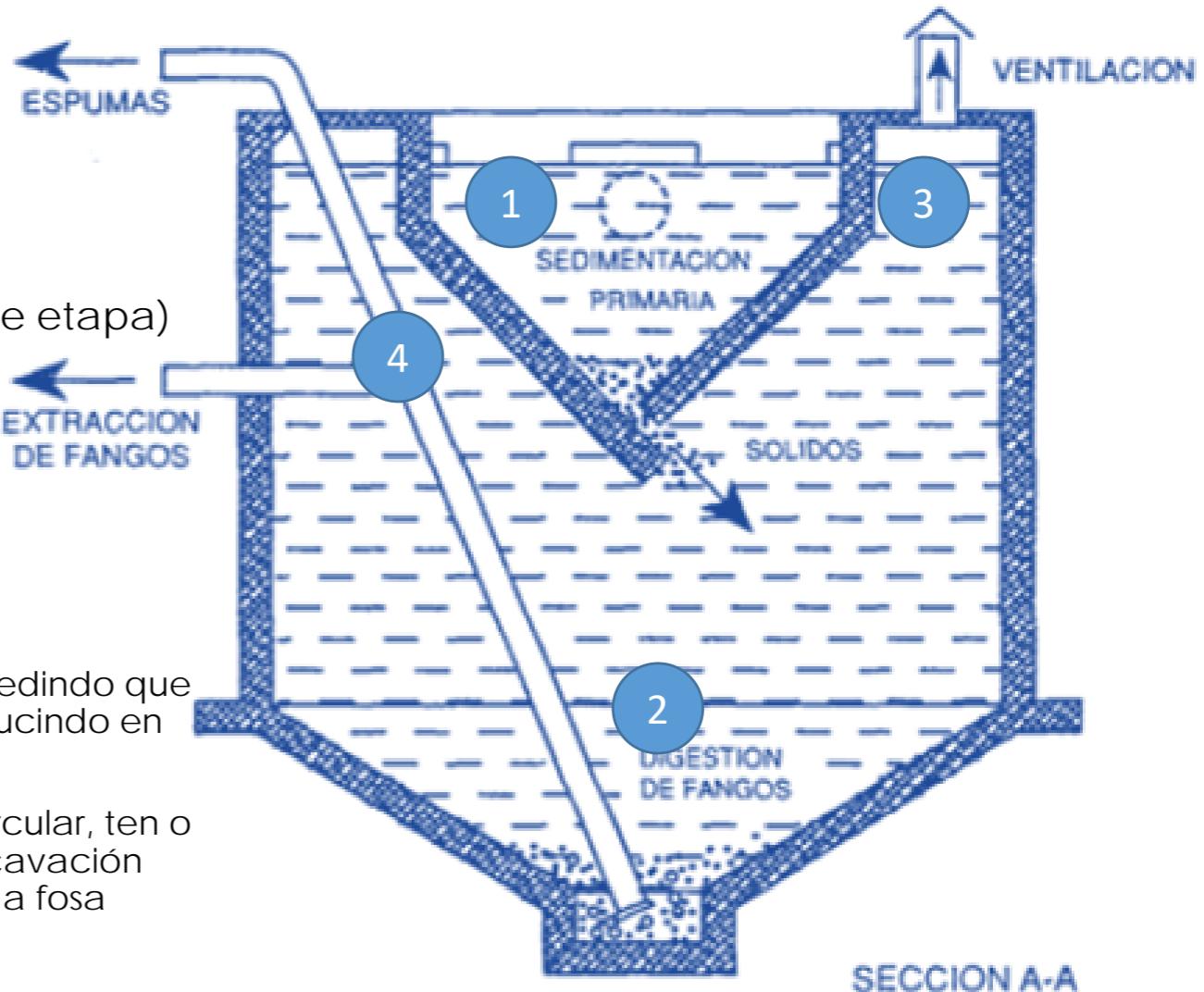
- Tanque IMHOFF (Decantador díxestor)

Tanque con dobre función de recepción e tratamiento (doble etapa) de Augas residuais (Tratamiento primario)

- 1- Cámara superior de entrada con decantación primaria
- 2- Cámara inferior de acumulación de lodos con díxestión anaerobia
- 3- Zona de saída de augas tratadas
- 4- Tubo de extracción de lodos mineralizados e flotantes

O decantador díxestor mellora o funcionamento da fosa séptica impedindo que os sólidos sedimentados volvan a mesturarse na saída de auga, producindo en xeral un mellor rendemento.

Existen diferentes modelos prefabricados en planta rectangular ou circular, ten o inconvinte no caso do saneamento autónomo de necesitar unha escavación mais profunda (3m mínimo) con un mantemento mais complexo que a fosa séptica.



Saneamento doméstico autónomo

HUMIDAL DE FLUXO HORIZONTAL LIBRE [HFH]

Tratamento biológico terciario

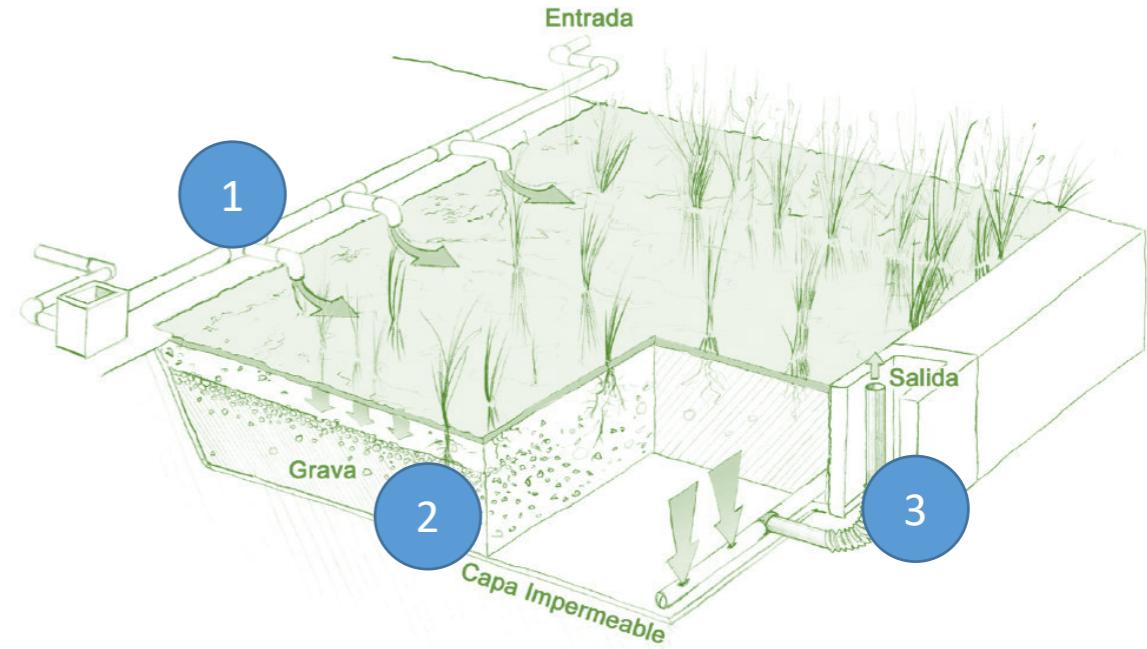
1- Tubaxe de entrada, con Sistema de reparto uniforme.

Recebe as augas dun tratamento secundario previo e verte en lámina libre

2- Zona de tratamiento terciario aerobio, plantado de macrofita sobre substrato (grava) en densidade media alta (10p/m²)

3- Canle de reparto na saída. Con dispositivo de regulación da lámina de auga (tubo flexible ou outros sistemas semellantes)

Nos humidais de fluxo libre a auga residual atravesa unha lagoa na que hai plantadas macrofitas emerxentes, son sistemas válidos para tratamentos de afino, pero ofrecen rendementos baixos.



Saneamento doméstico autónomo

HUMIDAL DE FLUXO HORIZONTAL SUBSUPERFICIAL [HFHS]

Tratamento biolóxico (secundario e terciario)

1- Tubaxe de entrada, con Sistema de reparto uniforme.

Recebe as augas do tratamento primario previo (Normalmente en sistemas domésticos dunha fosa séptica, decantador díxestor.)

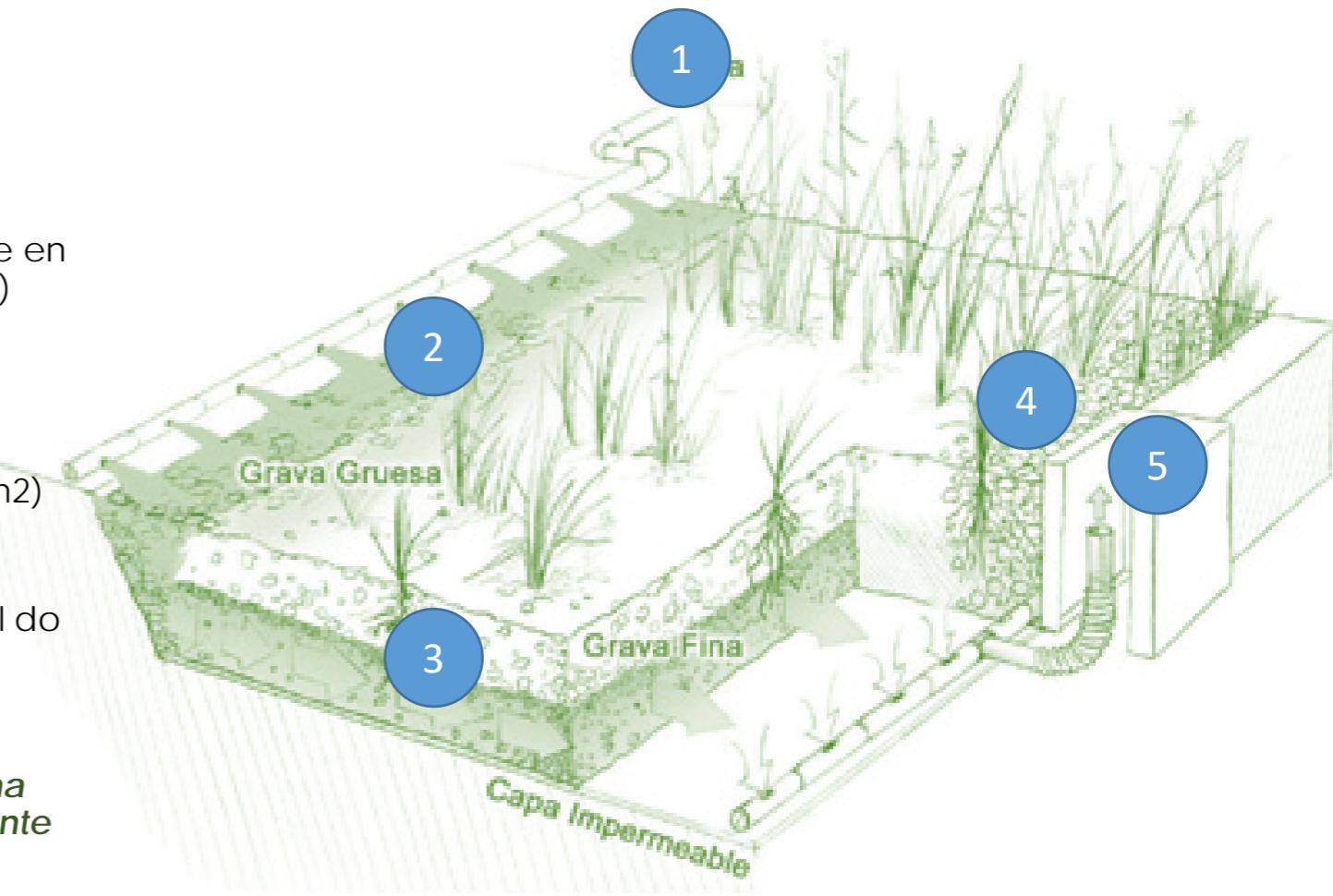
2- Canle de distribución na entrada. Zona de grava grosa (>50mm)

3- Zona de tratamiento biolóxico. Grava fina ou media, con plantacion de macrofita emerxente en densidade baixa (3p/m²)

4- Canle de reparto na saída. Zona de grava grosa (>50mm)

5- Tubo de saída de auga tratada co dispositivo para o control do nivel de auga dentro do humidal (tubo flexible).

Os sistemas HFHS son idóneos para mellorar o tratamento dunha fosa séptica existente obsoleta e con problemas, ou simplemente cando se queira mellorar a calidade do efluente vertido, tanto para infiltrar como para reciclar.



Saneamiento doméstico autónomo

CRITERIOS DE DESEÑO E CONSTRUTIVOS.

Cálculo biológico:

$$A (\text{m}^2) = Q_m \times \ln(C_0/C_1)/K_a$$

K_a = Constante cinética 1º orde para DBO. Función de carga contaminante.

Q_m : caudal medio (m³/día).

C_0-C_1 concentraciones en mg/l de DBO5 (C_0 entrada, C_1 Saída)

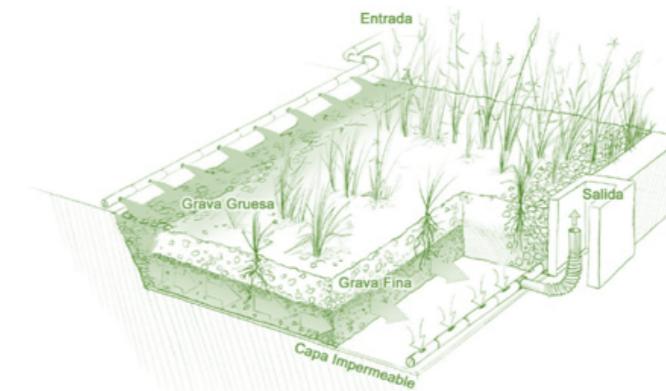
Cálculo Hidráulico:

$$Q = K_s \times A_s \times S$$

en sistemas autónomos é normal o emprego de grava fina "garbancillo" (10-16mm).

Relación largo/ancho:

será próxima a 1.



TIPO DE MEDIO	TAMAÑO EFECTIVO d_{10} (mm)	POROSIDAD (%)	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA (m/s)
Arena gruesa	2	28-32	$1,05 \times 10^{-3} - 1,05 \times 10^{-2}$
Arena con grava	8	30-35	$5,6 \times 10^{-3} - 5,6 \times 10^{-2}$
Grava fina	16	35-38	$1,05 \times 10^{-2} - 0,11$
Grava mediana	32	36-40	0,11-0,56
Roca triturada	128	38-45	0,56-2,89

ESPECIE	CRECIMIENTO	DISTANCIA ENTRE PLANTAS (m)	PENETRACIÓN DE LAS RAÍCES EN LA GRAVA (m)	PESO SECO ANUAL (t/ha)	VALORACIÓN ECOLÓGICA
Typha	Rápido	0,6	0,3-0,4	30	Buena
Phragmites	Muy rápido	0,6	> 0,6	40	Baja
Juncus	Moderado a rápido	0,3-0,6	0,6-0,9	20	Buena
Carex	Moderado a lento	0,15	-	< 5	Buena

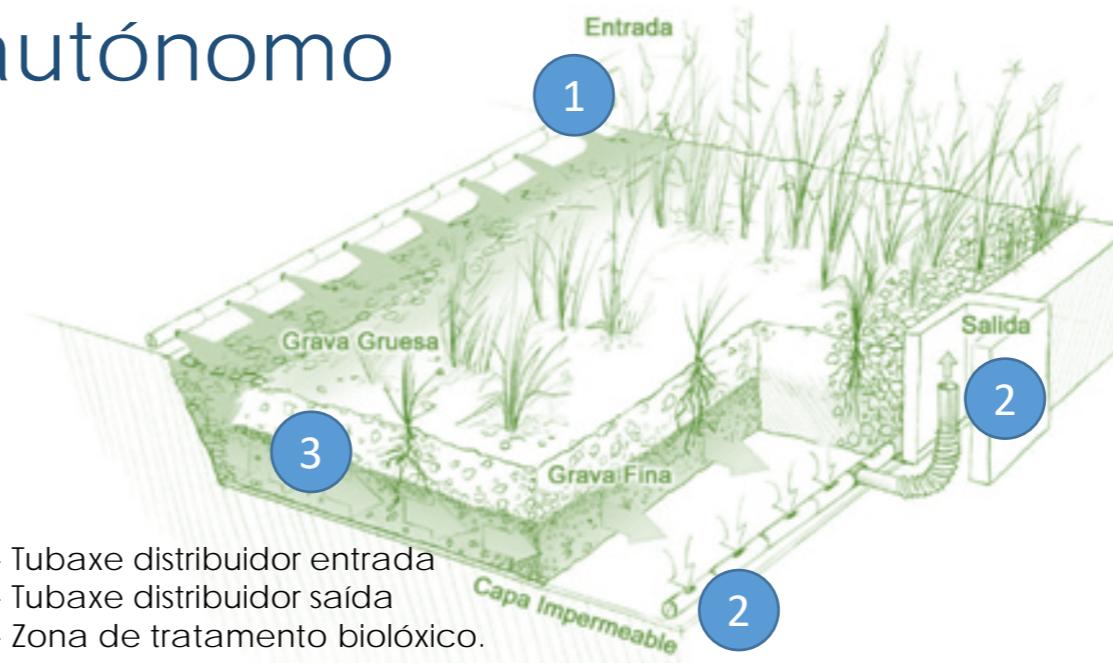
Saneamento doméstico autónomo

Superficie necesaria.

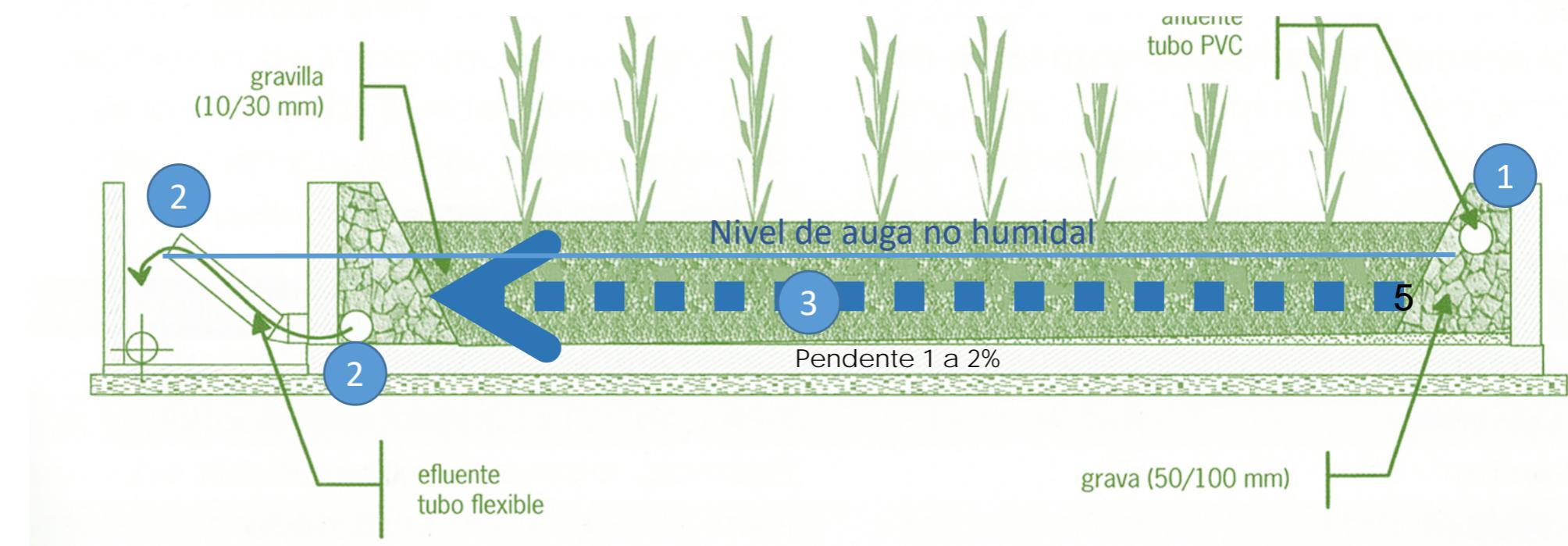
- En xeral os humidais HFHS para sistemas domesticos dimensiónanse entre 5 e 6m²/habitante, dispostos despois dunha fosa séptica.

Densidade de Plantación:

- Carizo: Carex 3-5 plantas/m²
- Cañizo: Pragmites 3 plantas/m²



1- Tubaxe distribuidor entrada
2- Tubaxe distribuidor saída
3- Zona de tratamiento biológico.



Saneamento autónomo

Phragmites australis “Cañizo”

3 Zona de tratamiento biológico



3 Zona de tratamiento biológico

Saneamento doméstico autónomo

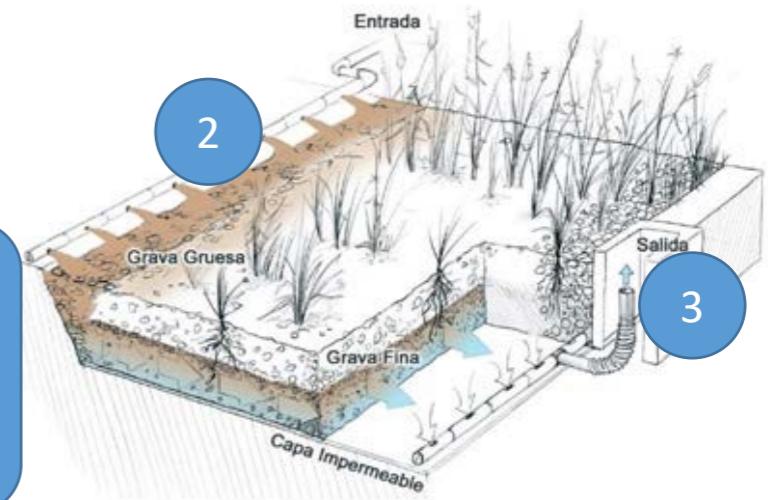


Humidal Construído para saneamento asociado a núleo (HFHS) en Abegondo Life Aquaplann project



Dispositivo de vertido de auga tratada, que regula o nivel de auga no humidal

1] Fosa Septica.
2] HFSH: Detalle da Canle de reparto na entrada, mediante gavión realizado con gravas grosas e malla de triple torsión



Saneamento doméstico autónomo

FILTROS VERDES DE MACROFITAS EN FLOTACION

Tratamiento primario e biológico (secundario e terciario)

As zonas húmidas construídas con macrofitas flotantes constitúen a unión entre a biotecnoloxía mais avanzada en fitodepuración e a máxima expresión natural constituíndo ó cabo dun certo tempo autenticos ecosistemas húmidos que acadan un funcionamento natural.

Permiten dun xeito moi sinxelo a implementación de diferentes técnicas, podendo implementarse en depuradoras convencionais que presentan mal funcionamento ou se quedan obsoletas, depuración dentro de lagos e embalses, depuración de grandes e pequenos núcleos

Os sistemas con FVF son idóneos para mellorar o tratamento dunha fosa séptica existente obsoleta e con problemas, ou simplemente cando se queira mellorar a calidade do efluente vertido, tanto para infiltrar como para reciclar.



Saneamento doméstico autónomo

FILTROS VERDES DE MACROFITAS EN FLOTACION

Tratamento biolóxico (primario secundario e terciario)

1- Tubaxe de entrada, con Sistema de reparto uniforme.

Recebe as augas do tratamento primario previo (Normalmente fosa séptica.)

2- Canle de reparto na entrada. Zona de grava grosa (>50mm)

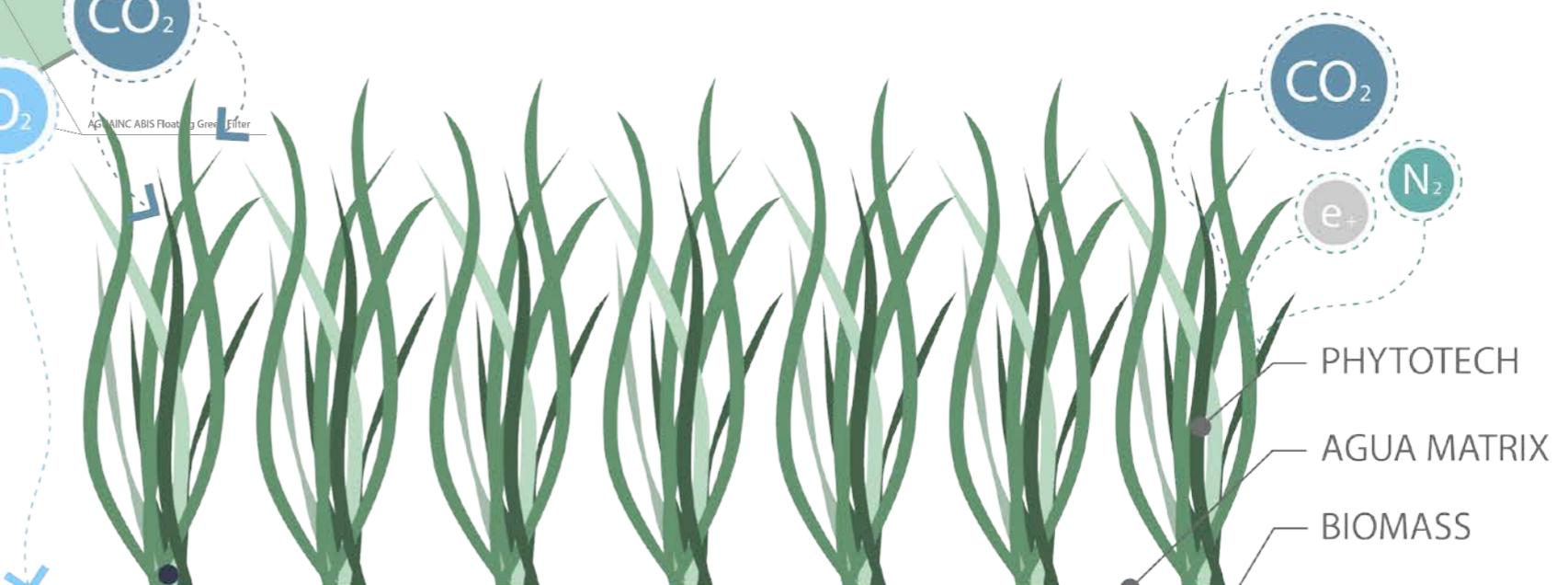
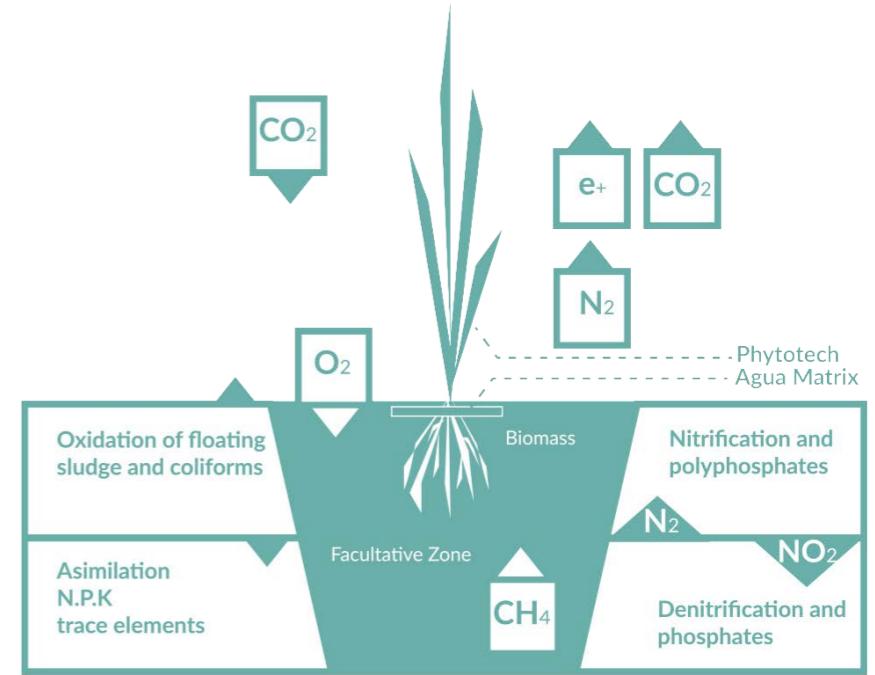
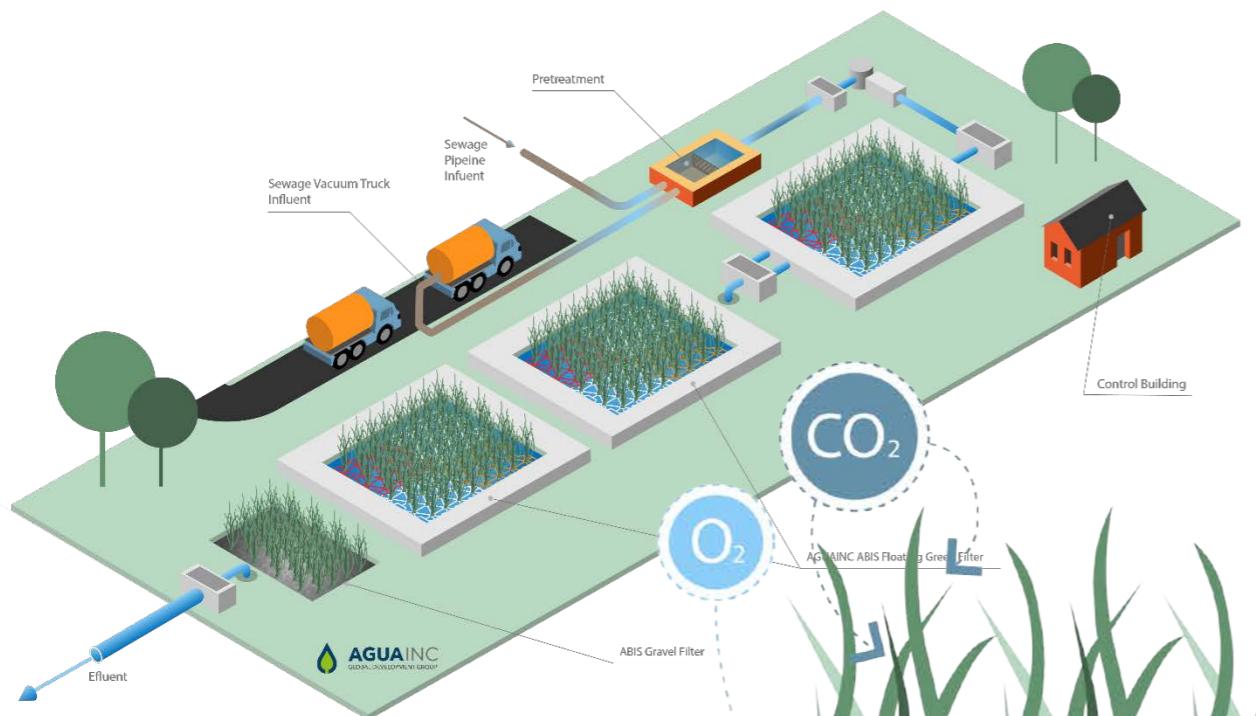
3- Zona de tratamiento biolóxico. Grava fina ou media, con plantacion de macrofita emergente.

4- Canle de reparto na saída. Zona de grava grosa (>50mm)

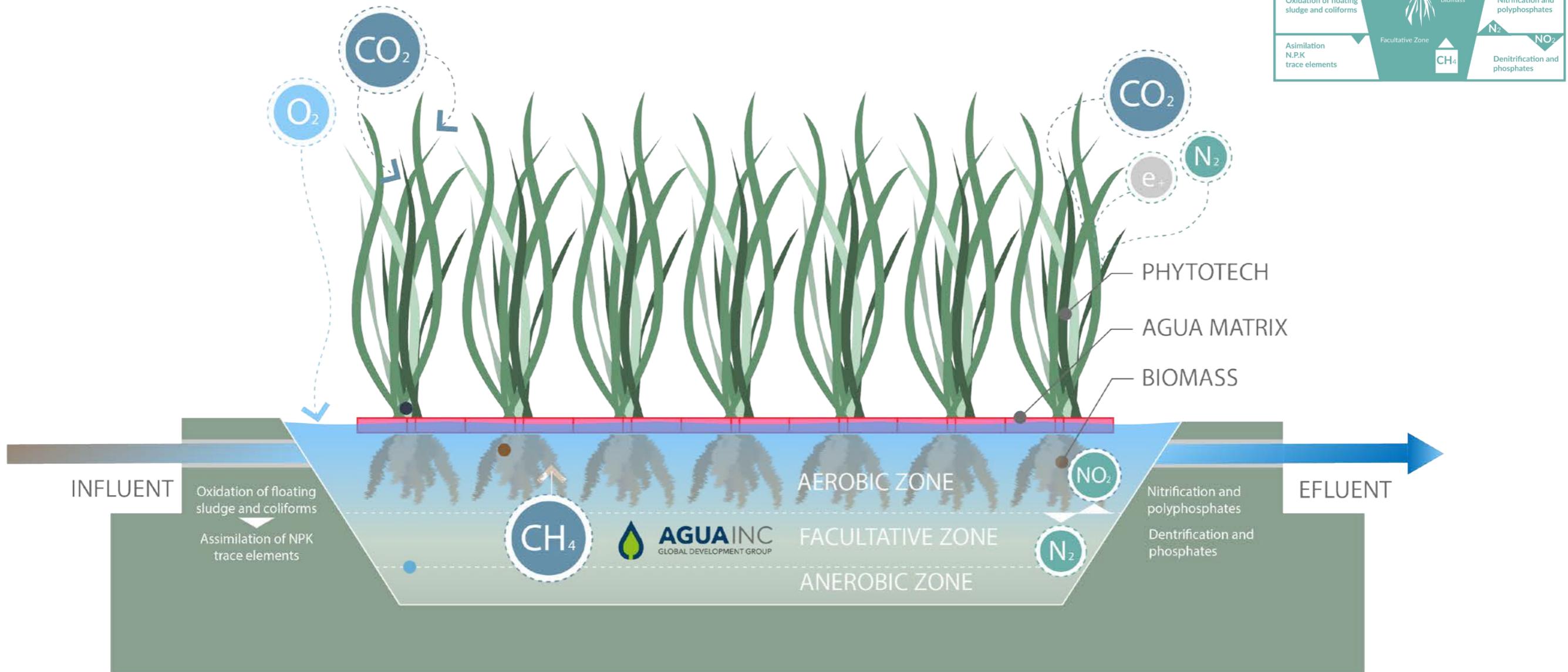
5- Tubo de saída de auga tratada co dispositivo para o control do nivel de auga no humidal (tubo flexible).



Saneamento doméstico autônomo



Saneamento doméstico autônomo

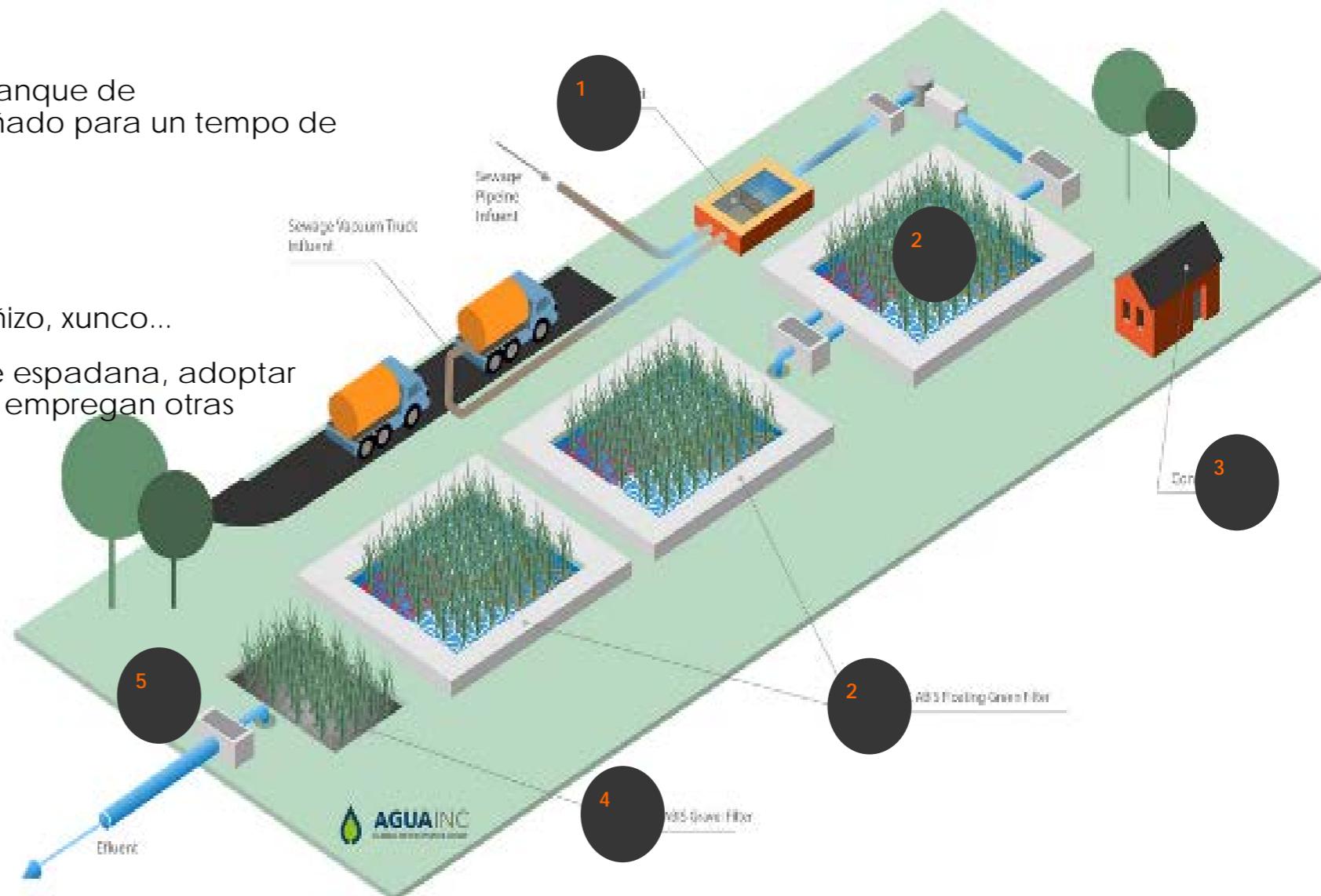


Saneamento doméstico autónomo

Filtros Verdes de macrofitas en flotación:

Criterios de diseño e construtivos:

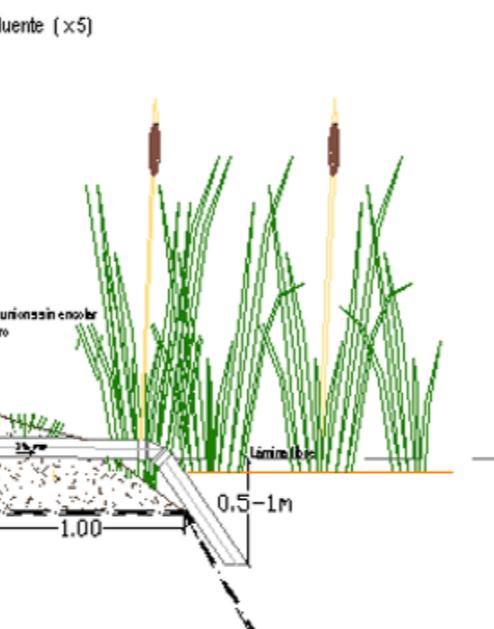
- Realizar pretratamiento en base a fosa séptica, tanque de homoxeneización ou separador de graxas deseñado para un tempo de residencia de 5 a 24h.
- Lagoa aeróbica de 0,6-07m de profundidade
- Tempo de retención hidráulico superior a 5 días
- Planta macrofita emerxente, espadana, lirio, cañizo, xunco...
- Remoción de cálculo 16-20gr/m² día no caso de espadana, adoptar valores inferiores da orde de 10-12gr/m² dia si se emplegan otras especies.



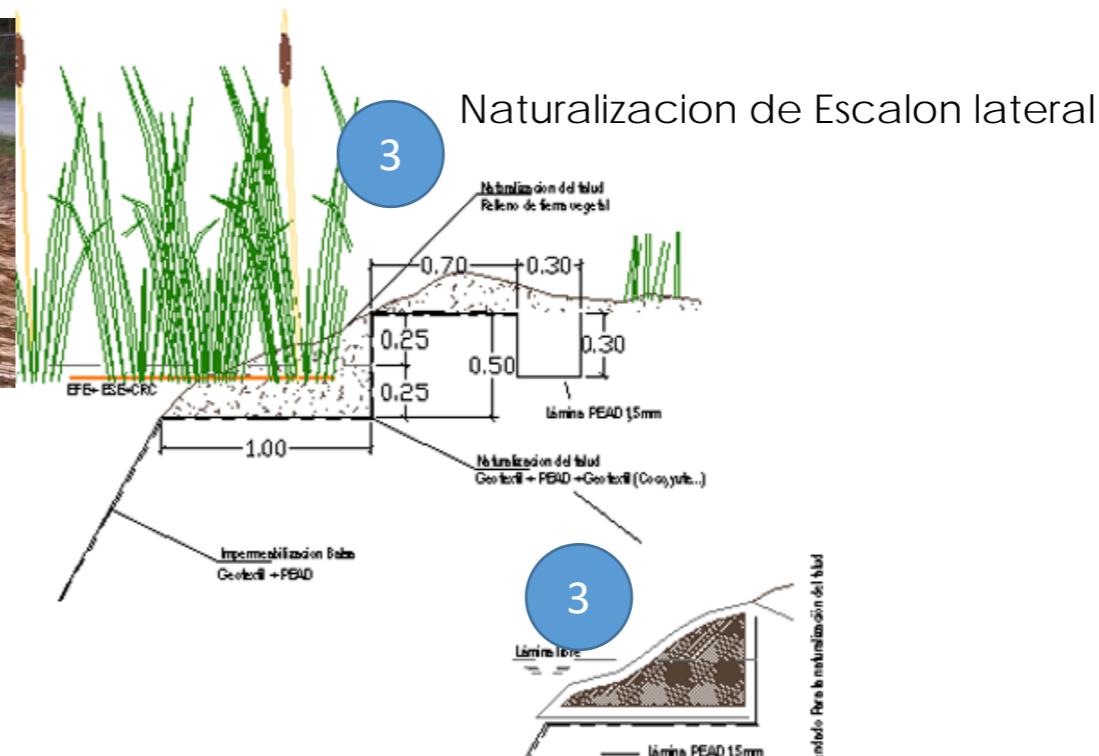
Saneamiento doméstico autónomo

Filtros Verdes de macrofitas en flotación:

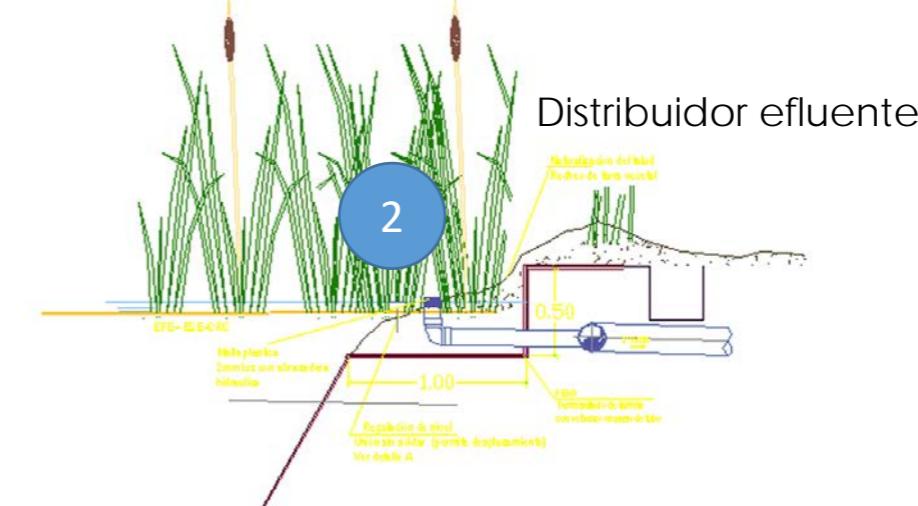
Criterios de diseño e constructivos:



Distribuidor influente



Naturalización de Escalon lateral



Distribuidor efluente

Saneamiento doméstico autónomo



Máxima expresión natural
Formación de ecosistemas húmedos

Saneamento doméstico autónomo

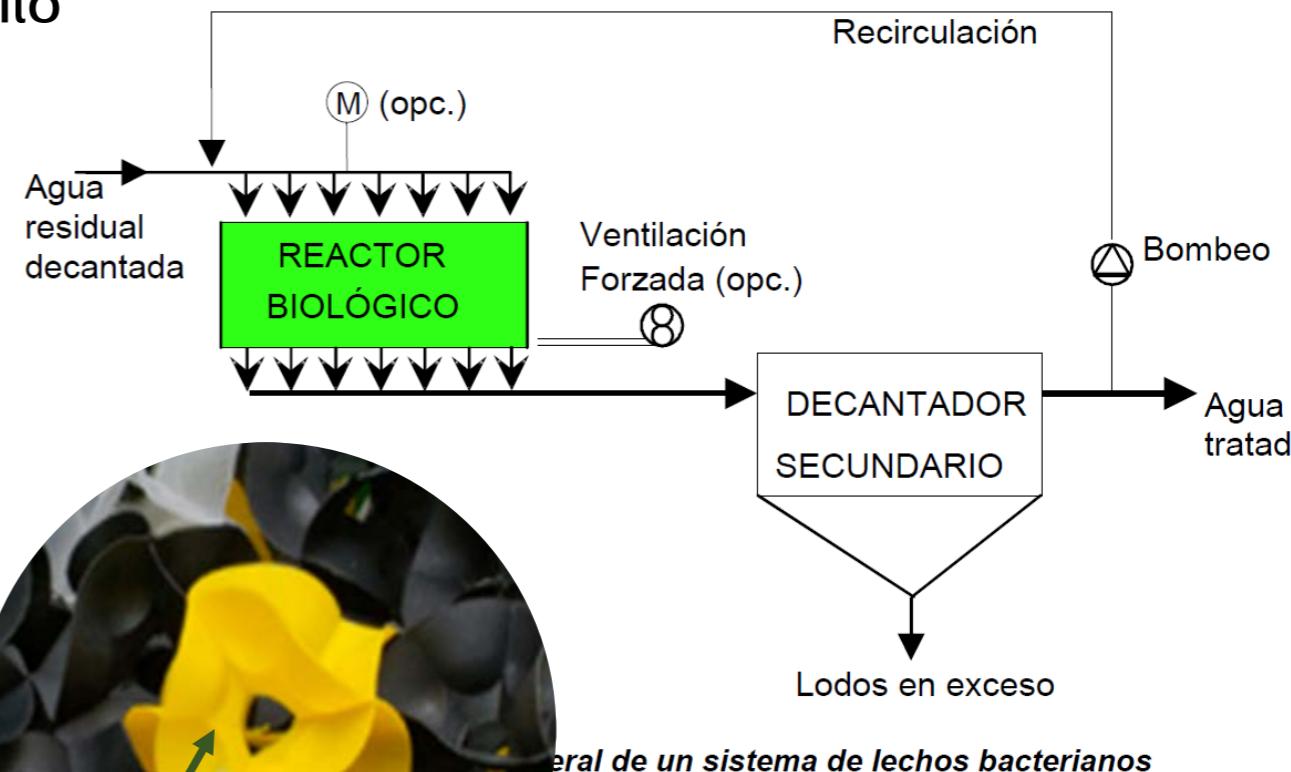
LEITOS BACTERIANOS (Filtros percoladores ou filtros de leito bacteriano)

Son sistemas nos que as bacterias están fixas a un soporte (normalmente plástico) cunha gran superficie específica (m^2 de superficie de recheo en relación co volume total) sobre a que se forma a película biolóxica (zooglea).

Cando se fai pasar a auga residual gravitacionalmente uniformemente repartido por este sistema, as substancias contaminantes da auga difúndense pola zooglea, sendo asimiladas polas bacterias.

Estes sistemas funcionan normalmente por aireación mediante tiro natural (ascendente), polo que son sistemas aerobios.

Para que funcionen necesitan dun ciclo intermitente (carga/descarga) de aporte de auga residual, non podendo realizar o aporte continuo. Durante o ciclo de carga prodúcese o vertido da auga sobre o soporte sendo asimilado pola flora bacteriana. Durante o ciclo de descarga, no que cesa o aporte de auga prodúcese a aireación do leito que permite a respiración aerobia.



Estrutura plástica cunha alta superficie específica ($>160m^2/m^3$) para formación de biopelícula, coio deseño facilita o paso da auga e a aireación por tiro natural



Saneamento doméstico autônomo

LEITOS BACTERIANOS (Filtros percoladores)

Os sistemas domésticos funcionan con baixa carga (Van precedidos por un pretratamiento e un tratamiento primario)
E cunha única etápa. Sen recirculación.

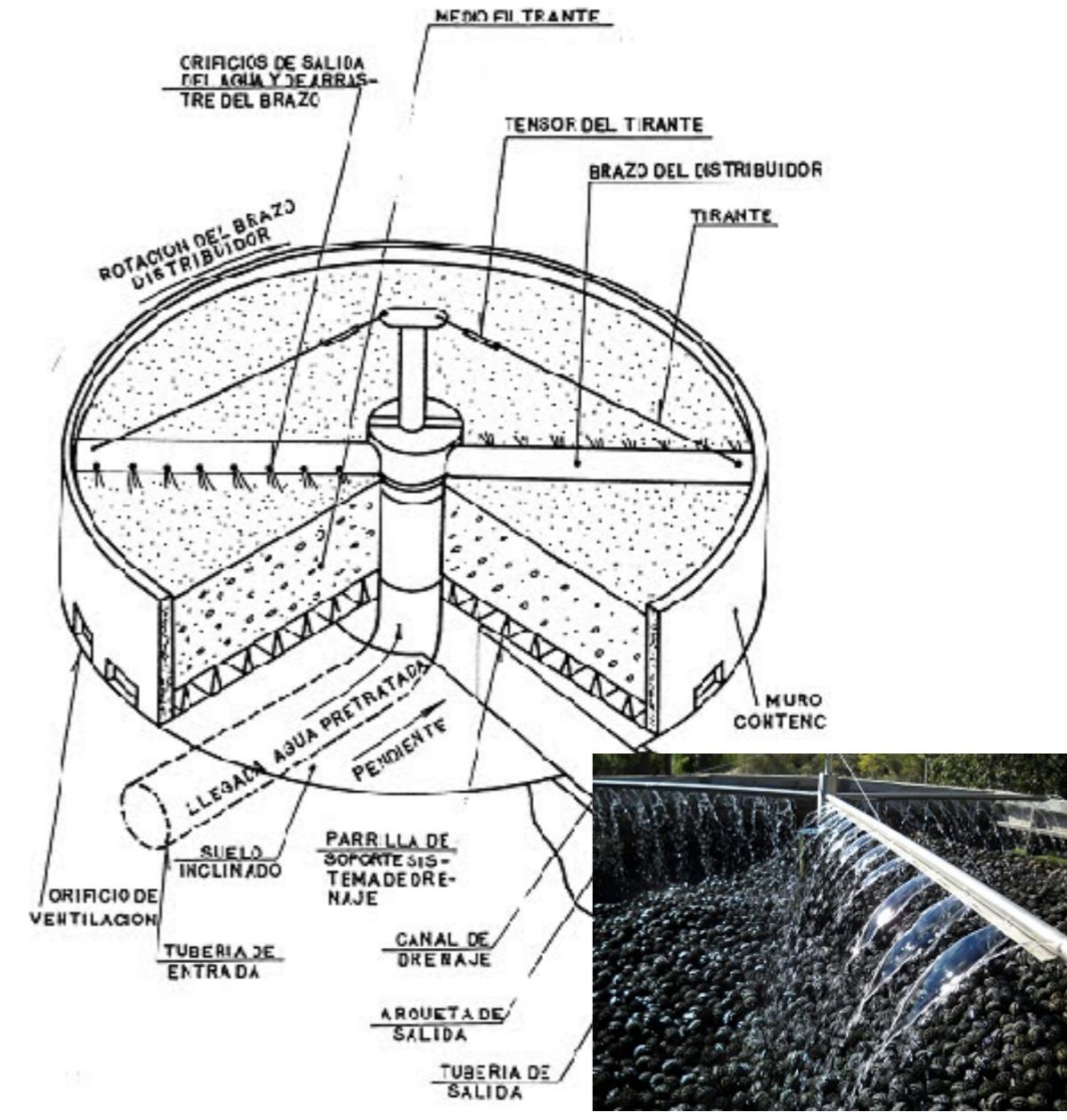
É unha boa práctica

Vivenda ata 10 habitantes

Fosa séptica

Leito de 1m de diametro e 1,2m de prof.

Humidal con macrofitas en flotación 5-10m² con 0.6m de prof.



FILTRO PERCOLADOR

Saneamento doméstico autónomo



Saneamento doméstico autónomo

- Sistemas domésticos combinados Filtros verdes flotantes + HFHS
- Estes sistemas non precisas de fosa septica , van precedidos dun tanque de homoxeneización



Saneamento doméstico autónomo

