



# ***Los sistemas naturales para la depuración de las aguas residuales urbanas: experiencias en Andalucía***

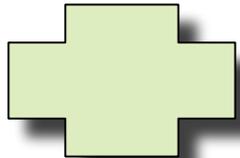
***Juan José Salas Rodríguez***

***Barcelona, 3 de Julio de 2007***

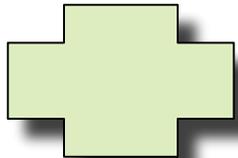
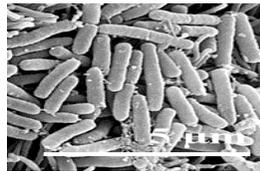


# *La depuración biológica de las aguas residuales*

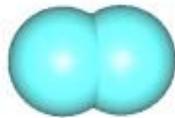
**AGUA RESIDUAL**



**BACTERIAS**



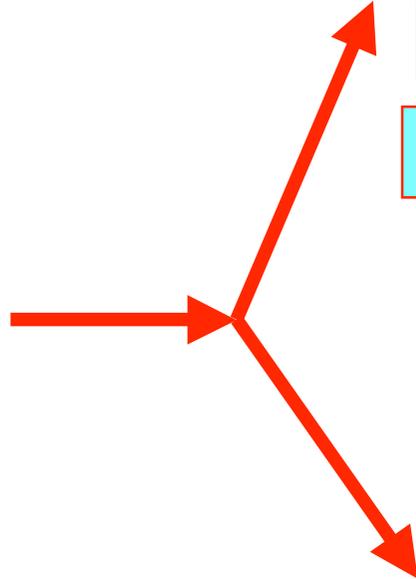
**OXÍGENO (AIRE)**



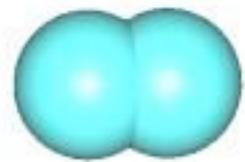
**AGUA DEPURADA**



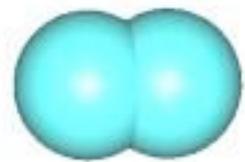
**LODOS**



# ***Distintas formas de aportar el oxígeno***



**TECNOLOGIAS CONVENCIONALES**



**TECNOLOGIAS NO CONVENCIONALES**

# Tecnologías Convencionales vs Tecnologías no Convencionales

*Tecnologías Convencionales*

*Tecnologías no Convencionales*

> ENERGIA

< ENERGIA



< SUPERFICIE

> SUPERFICIE

kWh

O<sub>2</sub>



FOTOSÍNTESIS



O<sub>2</sub>

INTENSIVAS

EXTENSIVAS

# ***Las Tecnologías no Convencionales: imitación de los procesos naturales***



**Terreno**



**Ríos, Lagos**



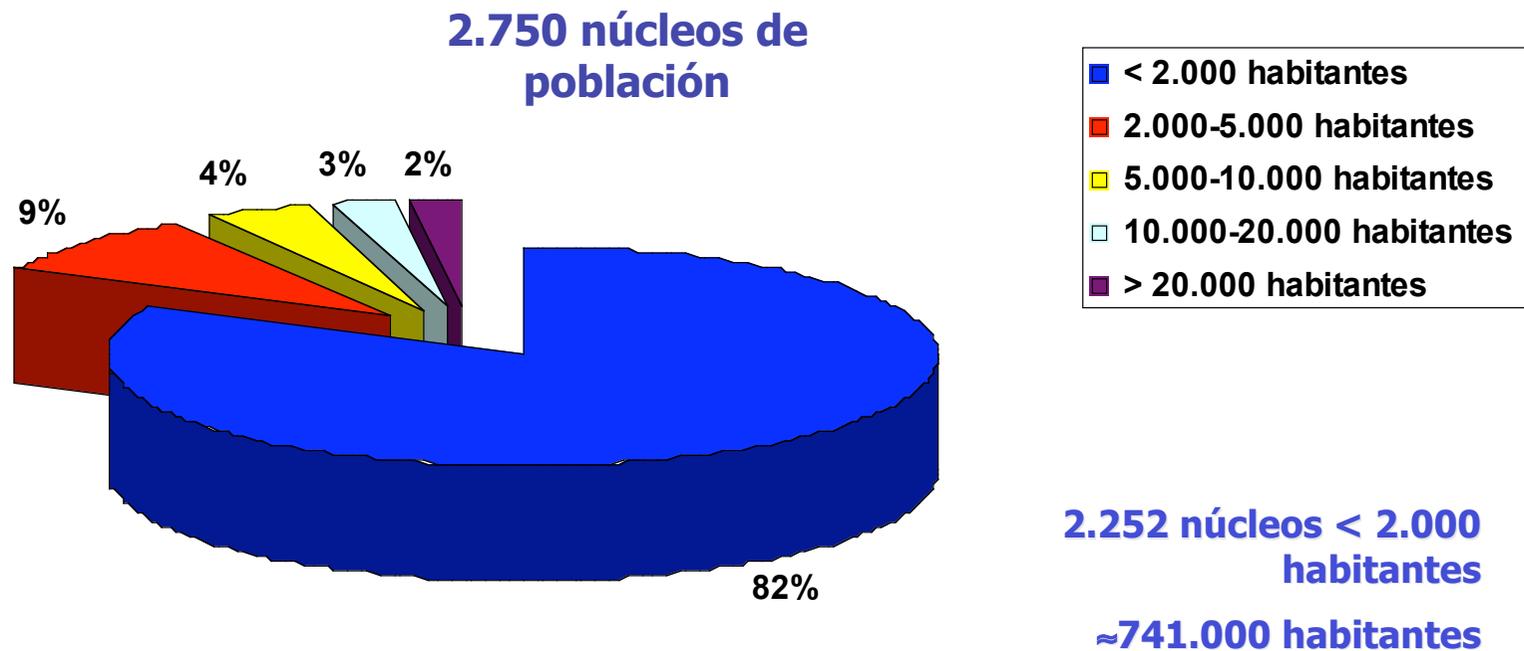
**Humedales**

# ***Actuaciones de la Junta de Andalucía en la depuración de las aguas residuales de las pequeñas aglomeraciones urbanas***

- En el año 1984 la Junta de Andalucía asume sus primeras competencias en materia de saneamiento y depuración.
- En el año 1987 se comienza a abordar la depuración de las pequeñas aglomeraciones urbanas mediante Tecnologías no Convencionales.



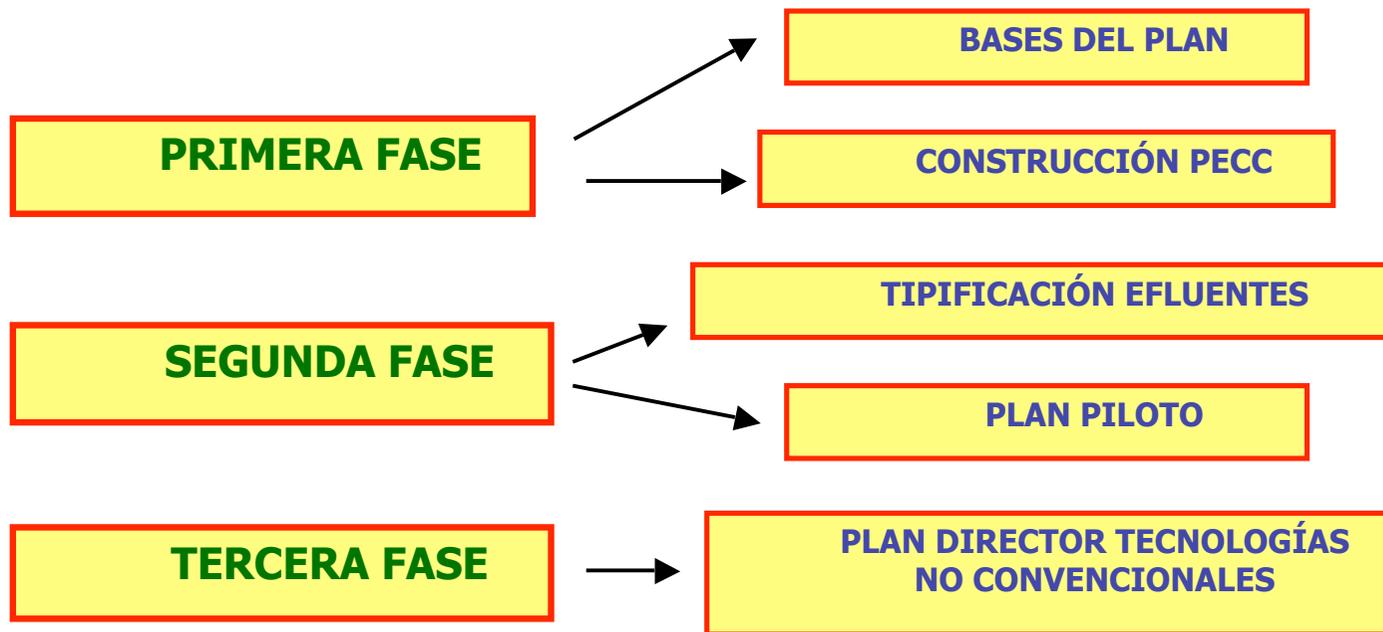
# ***Distribución de los núcleos de población andaluces***



***Nota: sólo se tienen en cuenta los núcleos de población de  $\geq 10$  habitantes***

**1.758 núcleos < 500 habitantes**  
**≈ 222.000 habitantes**

# ***El Plan I+D de Tecnologías no Convencionales***



Dirección General de Obras Hidráulicas  
Consejería de Obras Públicas y Transportes  
(1987)

# ***La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes***



**Extensión: 35.000 m<sup>2</sup>**

**Situación: a 30 km de Sevilla**

**Titular: Agencia Andaluza del Agua (CMA)**

**Gestión: CENTA**

**Aguas tratadas: la totalidad de las generadas en el municipio**

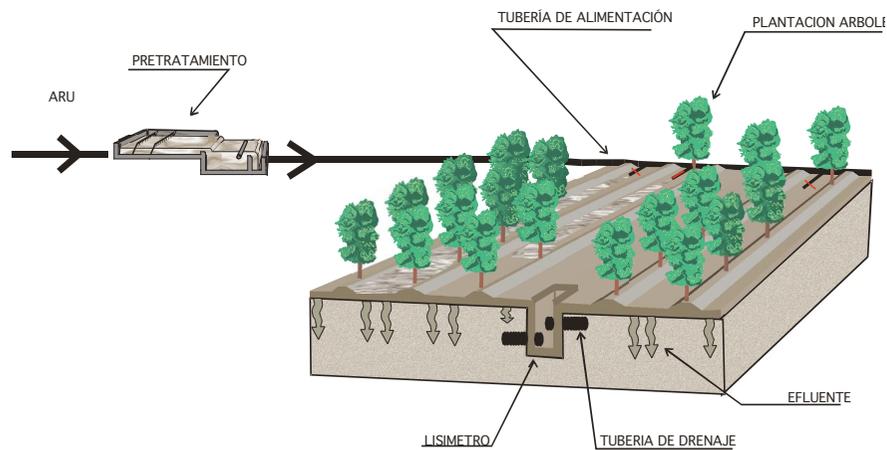
**Inauguración: 1990**

***Año 2007: Revisión del Plan I+D de Tecnologías no Convencionales  
de depuración de aguas residuales***



# Depuración de Aguas Residuales mediante su Aplicación al Terreno

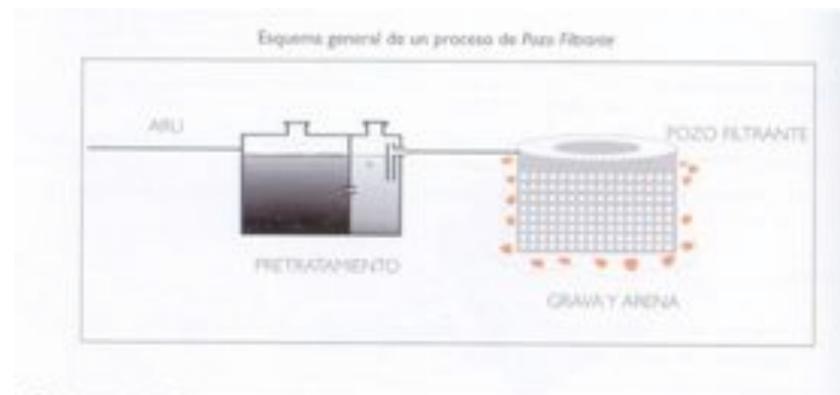
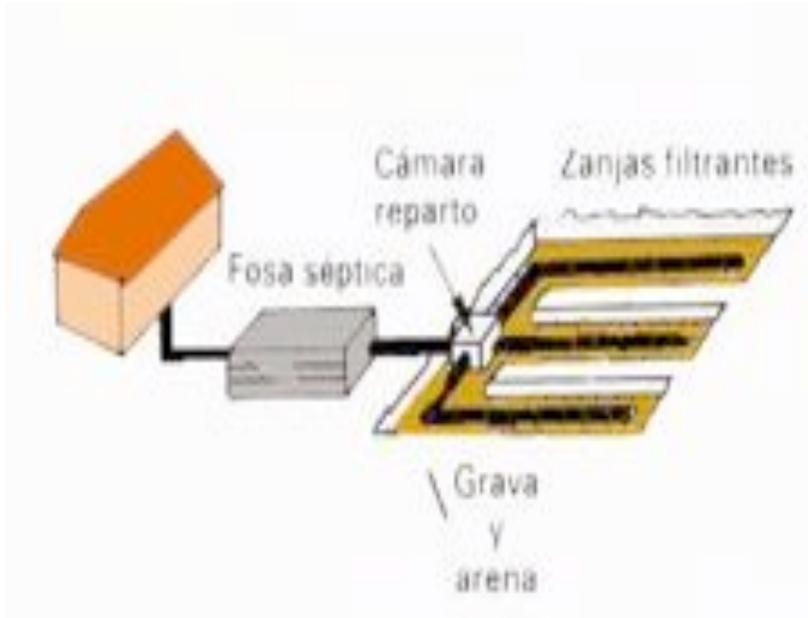
## APLICACIÓN SUPERFICIAL: FILTRO VERDE



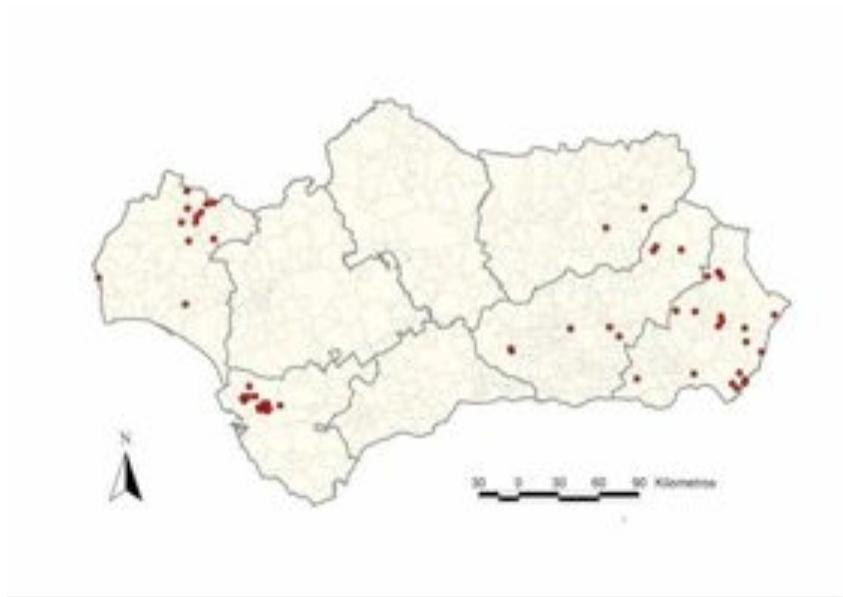
Dos pequeñas instalaciones ubicadas en Granada y Almería, con una capacidad total de tratamiento de unos 1.500 habitantes equivalentes.

# Depuración de Aguas Residuales mediante su Aplicación al Terreno

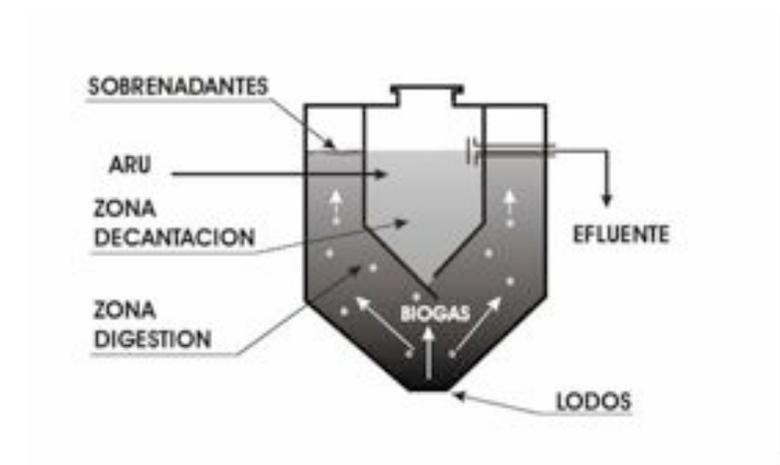
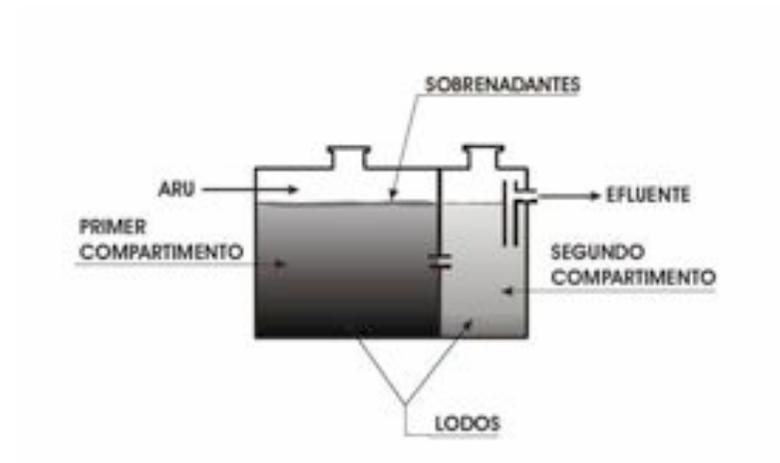
## APLICACIÓN SUBSUPERFICIAL: ZANJAS y POZOS FILTRANTES



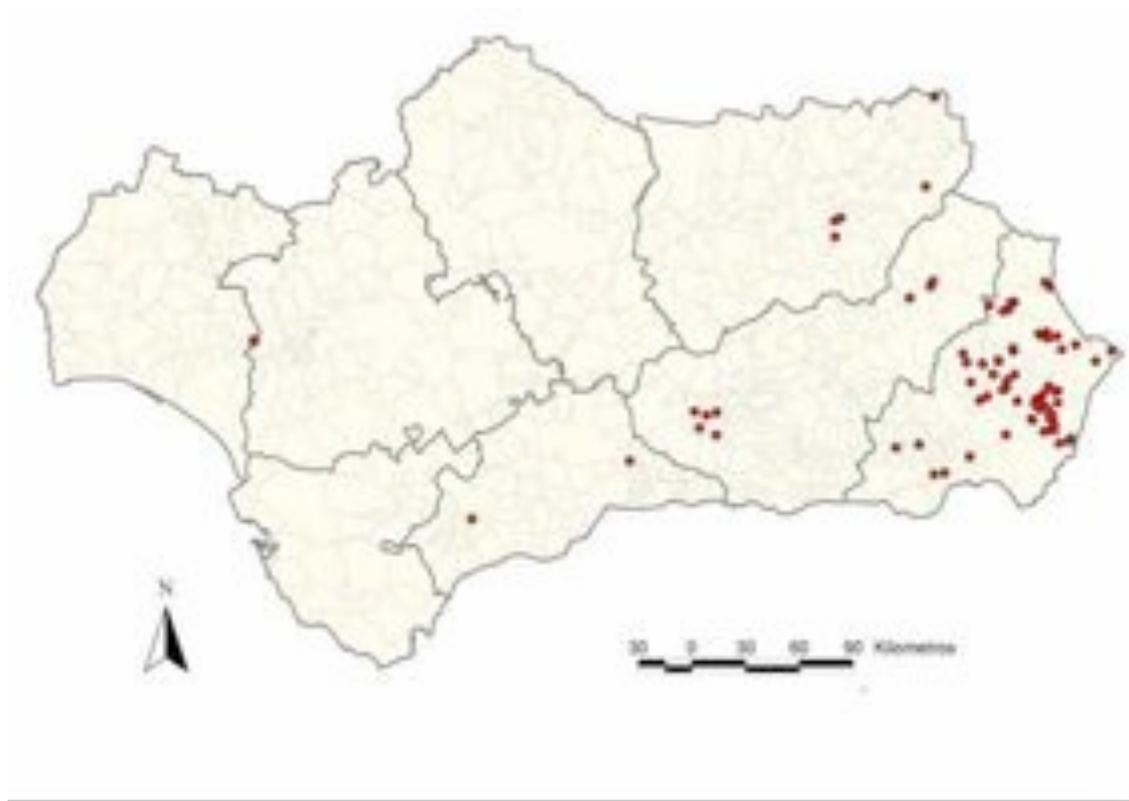
# ***Instalaciones de Decantación-Digestión en Andalucía***



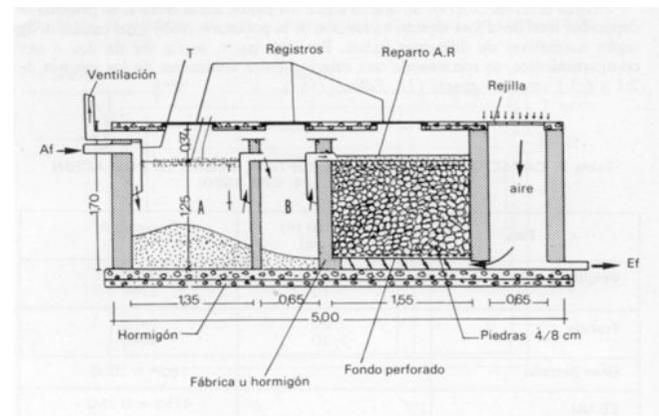
**57 instalaciones en aglomeraciones generalmente < 500 h.e.**



# ***Instalaciones de Decantación-Digestión + Filtro Biológico en Andalucía***

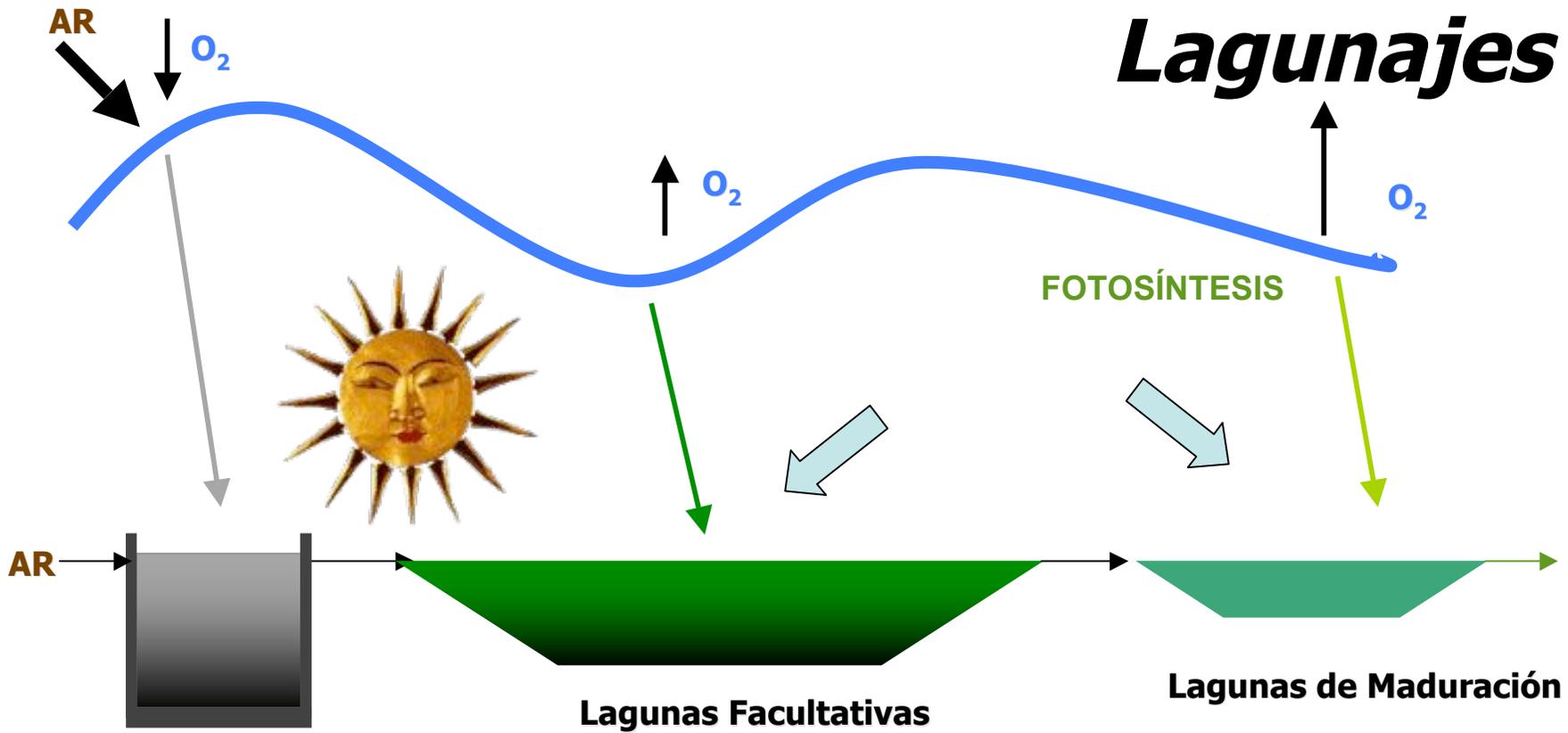


**81 instalaciones en  
aglomeraciones  
generalmente < 500 h.e**



**En una decena de las instalaciones de Decantación-Digestión y de Decantación-Digestión + Filtros Biológicos, ubicadas en la provincia de Almería, los efluentes se infiltran en Zanjas y Pozos Filtrantes.**

# Lagunajes



**Lagunas Anaerobias**



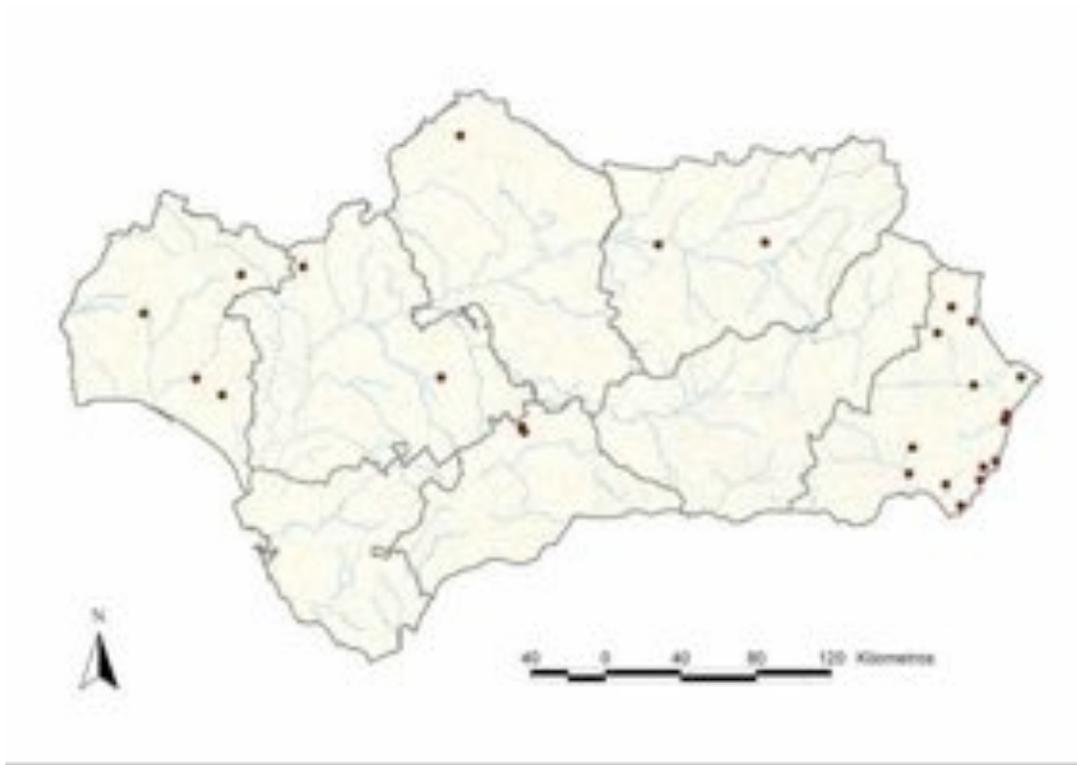
**Lagunas Facultativas**



**Lagunas de Maduración**



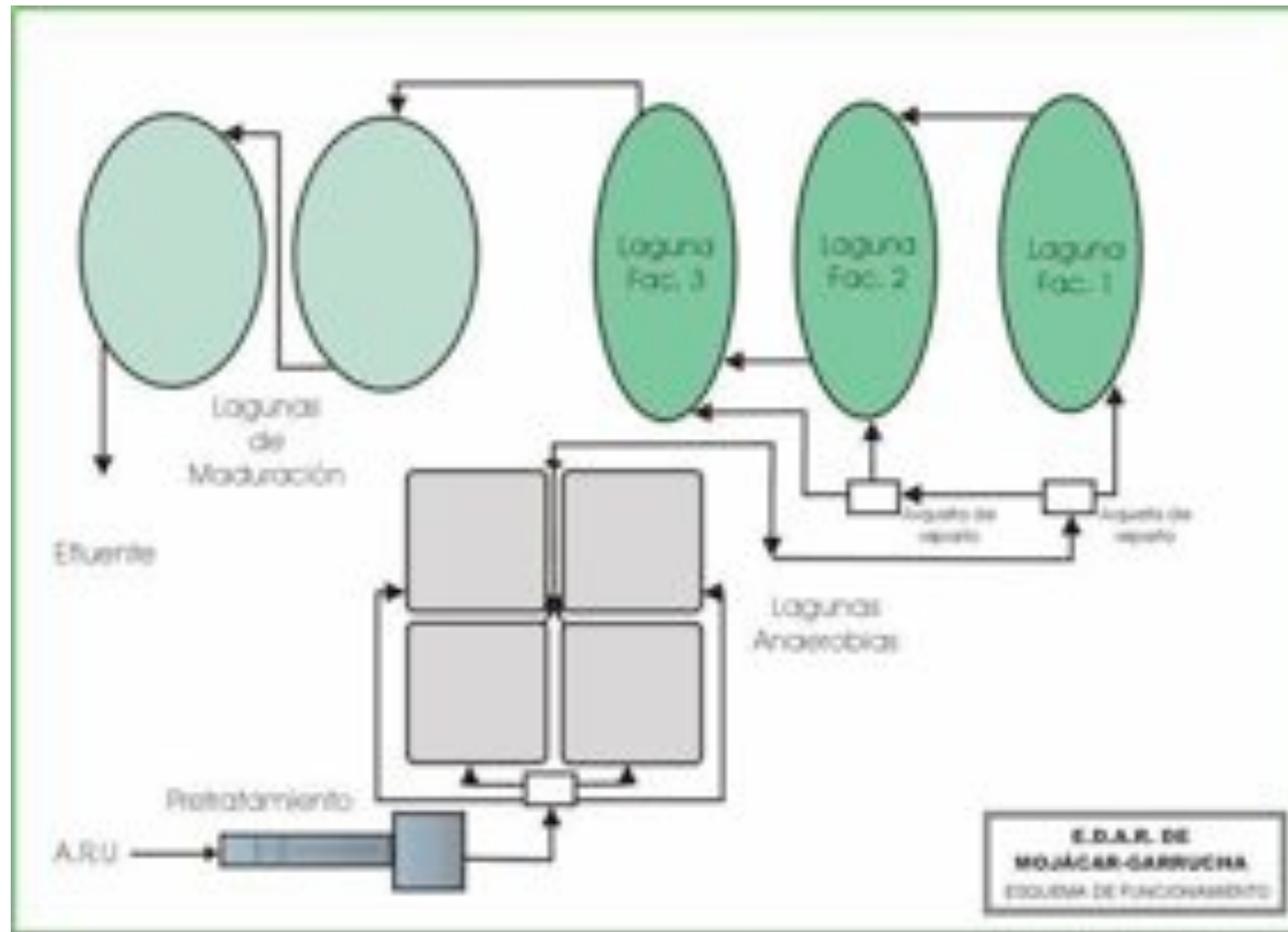
# ***Instalaciones de Lagunaje en Andalucía***



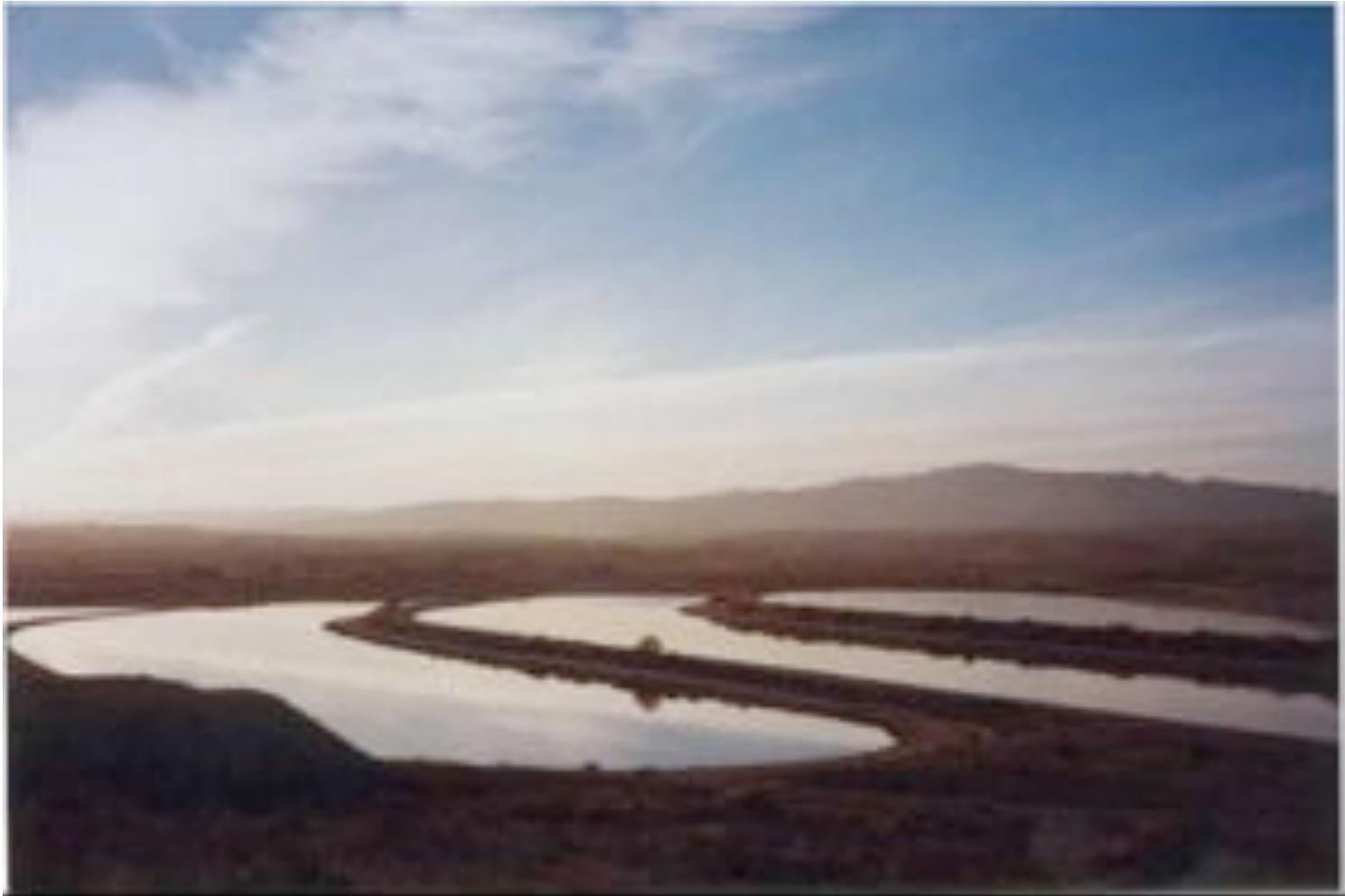
**26 instalaciones de Lagunaje, destacando la provincia de Almería que cuenta con el 56% del total.**

**Las poblaciones tratadas mediante esta tecnología de depuración oscilan entre los 1.000 y los 35.000 habitantes equivalentes, ascendiendo la población total tratada a unos 190.000 habitantes equivalentes.**

# Lagunaje

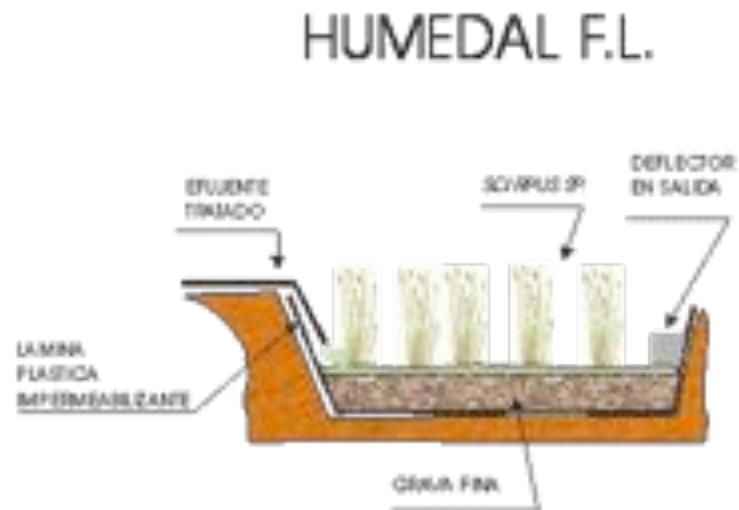


# *Lagunaje*

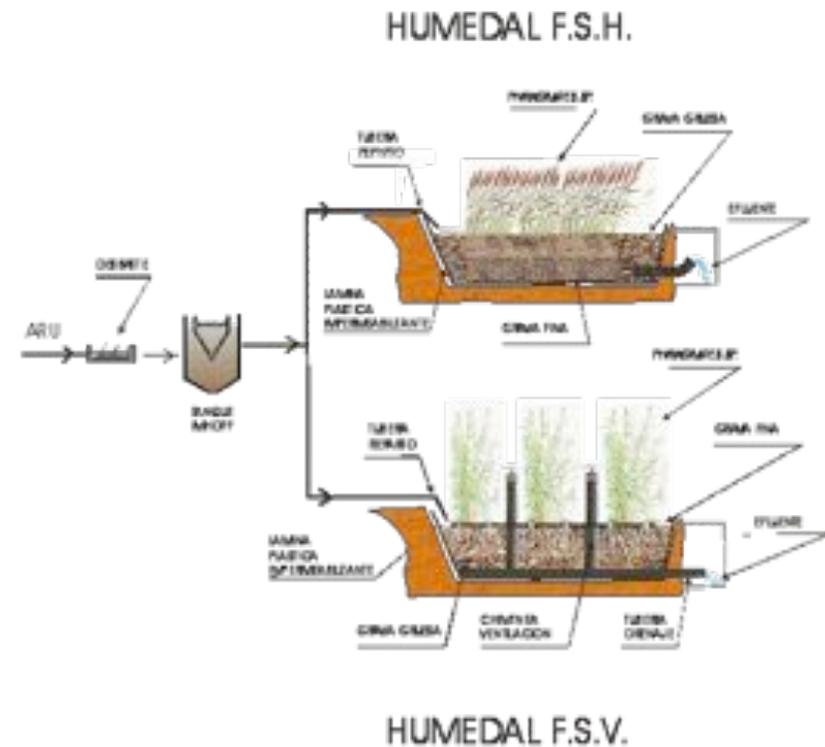


**EDAR de Mojácar-Garrucha (Almería), 35.000 habitantes equivalentes**

# Humedales Artificiales



HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUPERFICIAL O FLUJO LIBRE



HUMEDALES ARTIFICIALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL

# ***Instalaciones de Humedales Artificiales en Andalucía***



**EDAR de Albondón (Granada): 800 h.e.**



**EDAR de La Muela (Algodonales, Cádiz): 450 h.e.**

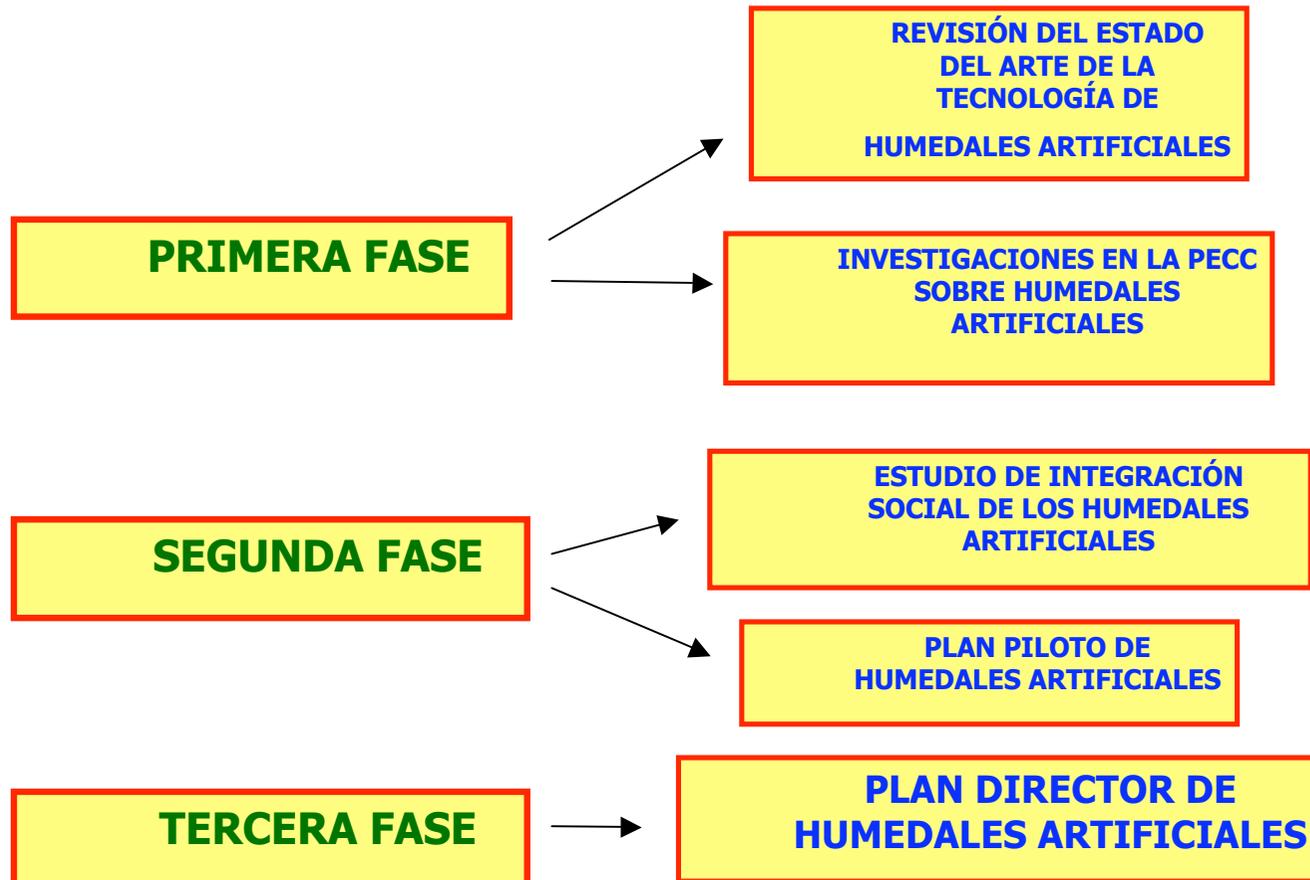


**EDAR del Albergue Juvenil de Algeciras (Cádiz): 105 h.e.**



**EDAR del Albergue Juvenil de Cortes de la Frontera (Málaga): 180 h.e.**

# ***Plan I+D de Humedales Artificiales en Andalucía***

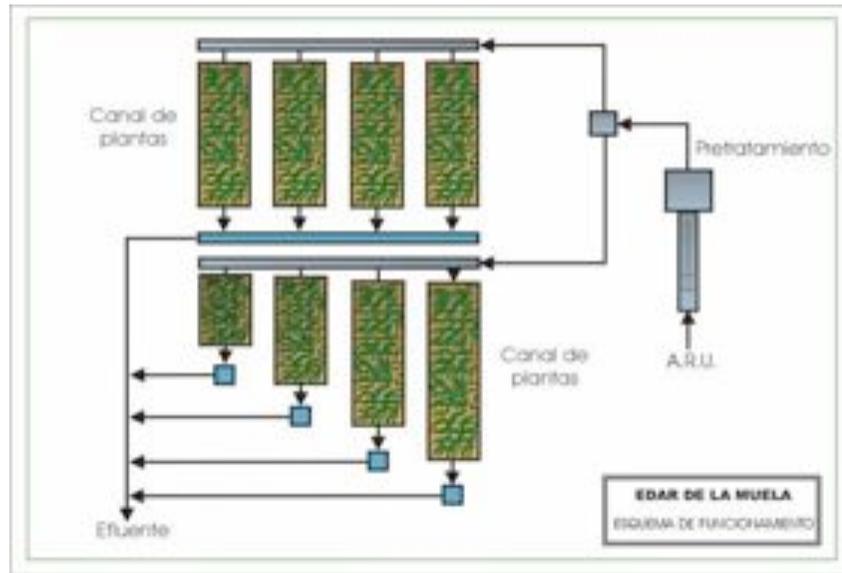




**INVESTIGACIONES  
EN LA PECC**

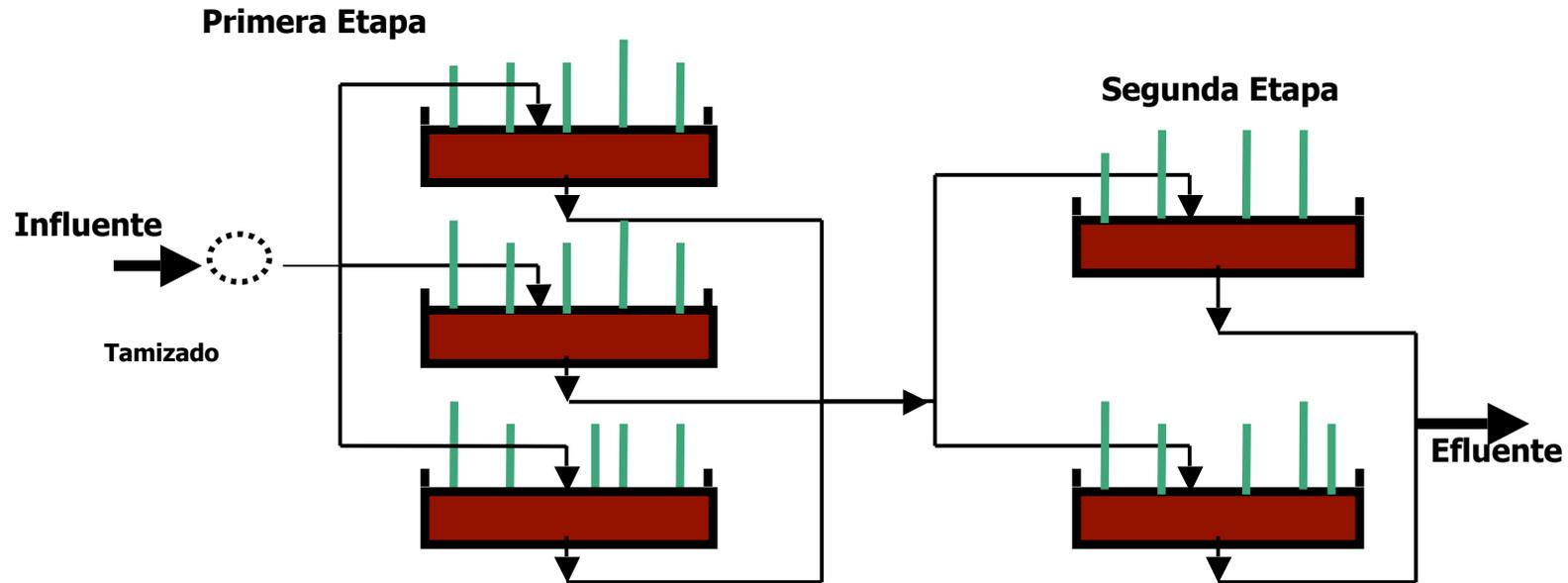


# ***Plan Piloto de Humedales Artificiales: instalaciones ya construidas a someter a seguimiento***



**EDAR La Muela (Algodonales), 450 he. En operación desde el año 1994.**

# ***Plan Piloto de Humedales Artificiales: instalaciones ya construidas a someter a seguimiento***



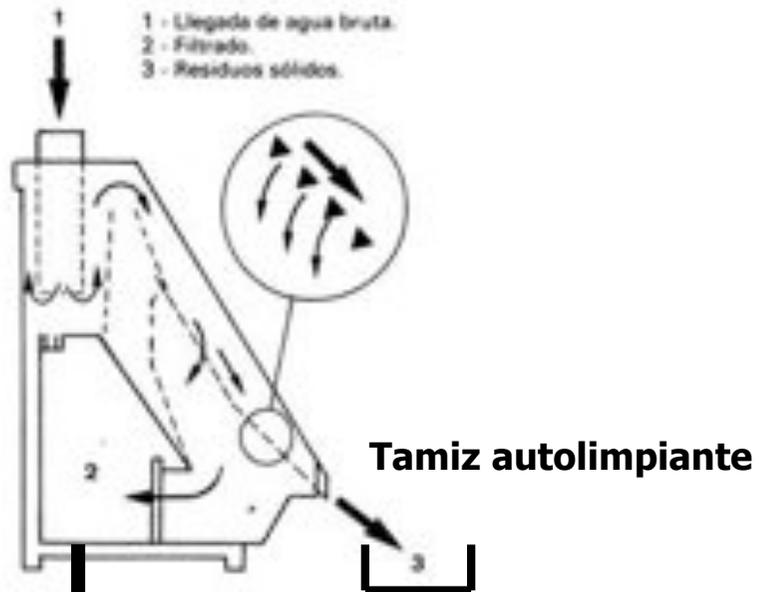
**EDAR Albondón (Granada), 800 ha.  
En operación desde el año 2005.**

# ***Modalidades de Humedales Artificiales y de sus combinaciones a implantar en el Plan Piloto***

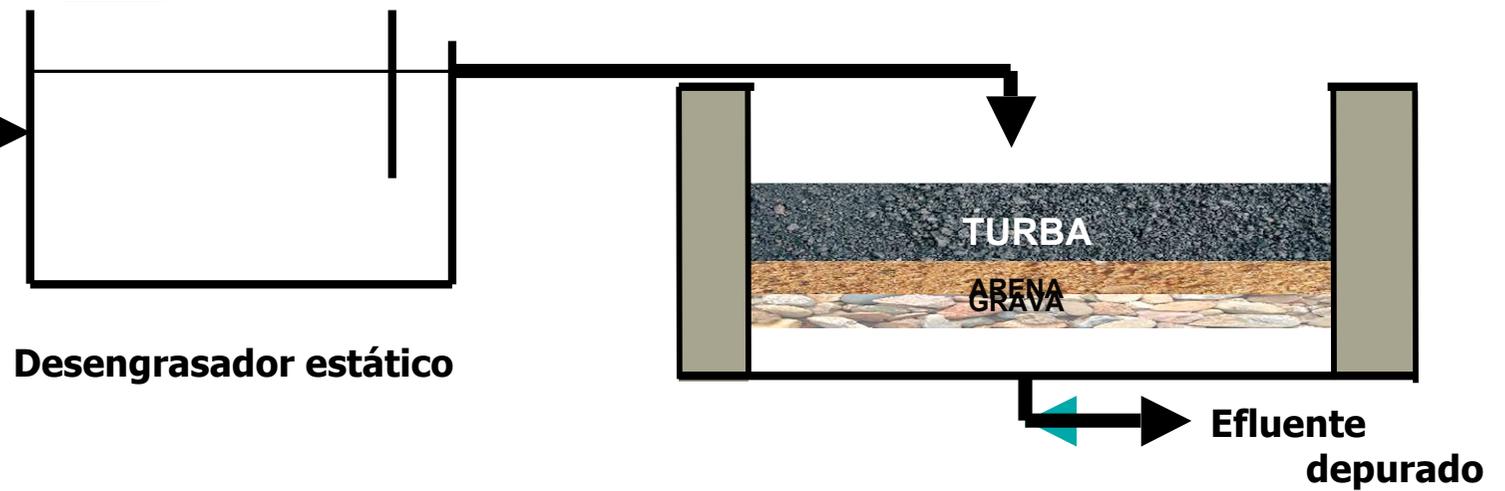
- **Humedal de Flujo Superficial**
- **Humedal de Flujo Subsuperficial Vertical**
- **Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal**
- **Combinación: Filtros de Turba + Humedal Artificial de Flujo Subsuperficial Vertical**
- **Combinación: Humedal de Flujo Subsuperficial Vertical + Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal**

# Filtros de Turba

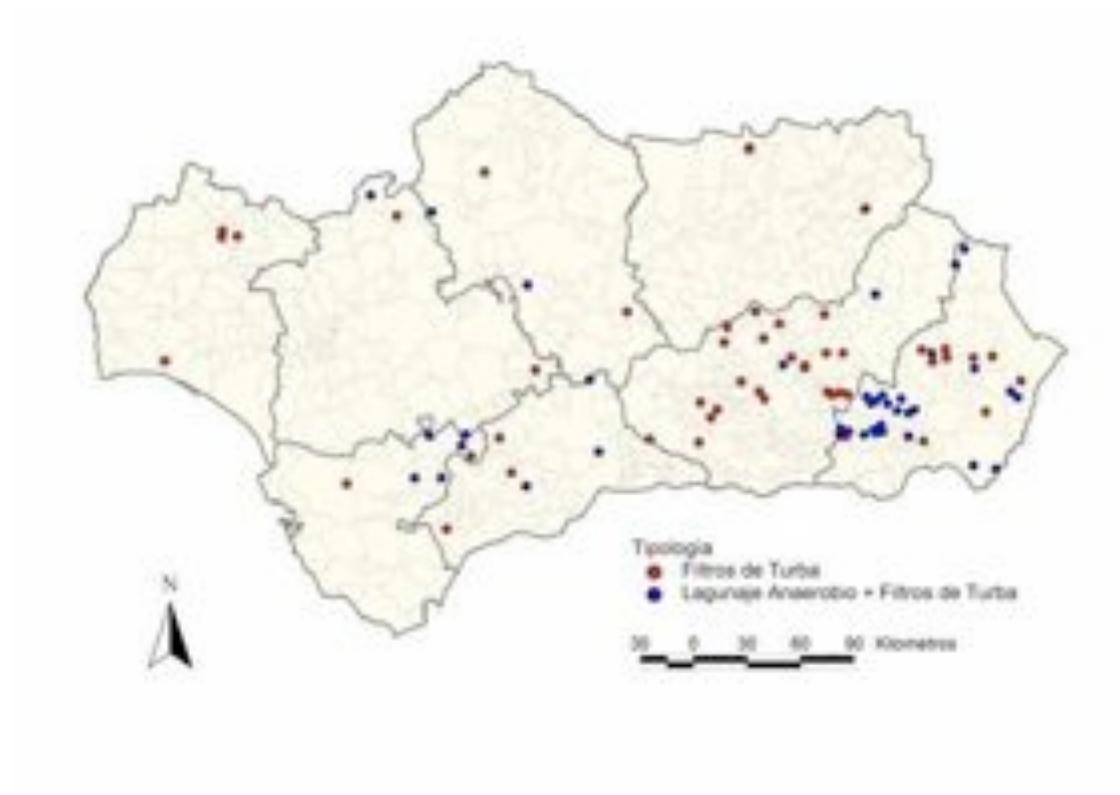
ARU



Filtro de Turba



# ***Instalaciones de Filtros de Turba en Andalucía***



94 instalaciones:

-Filtros de Turba (50)

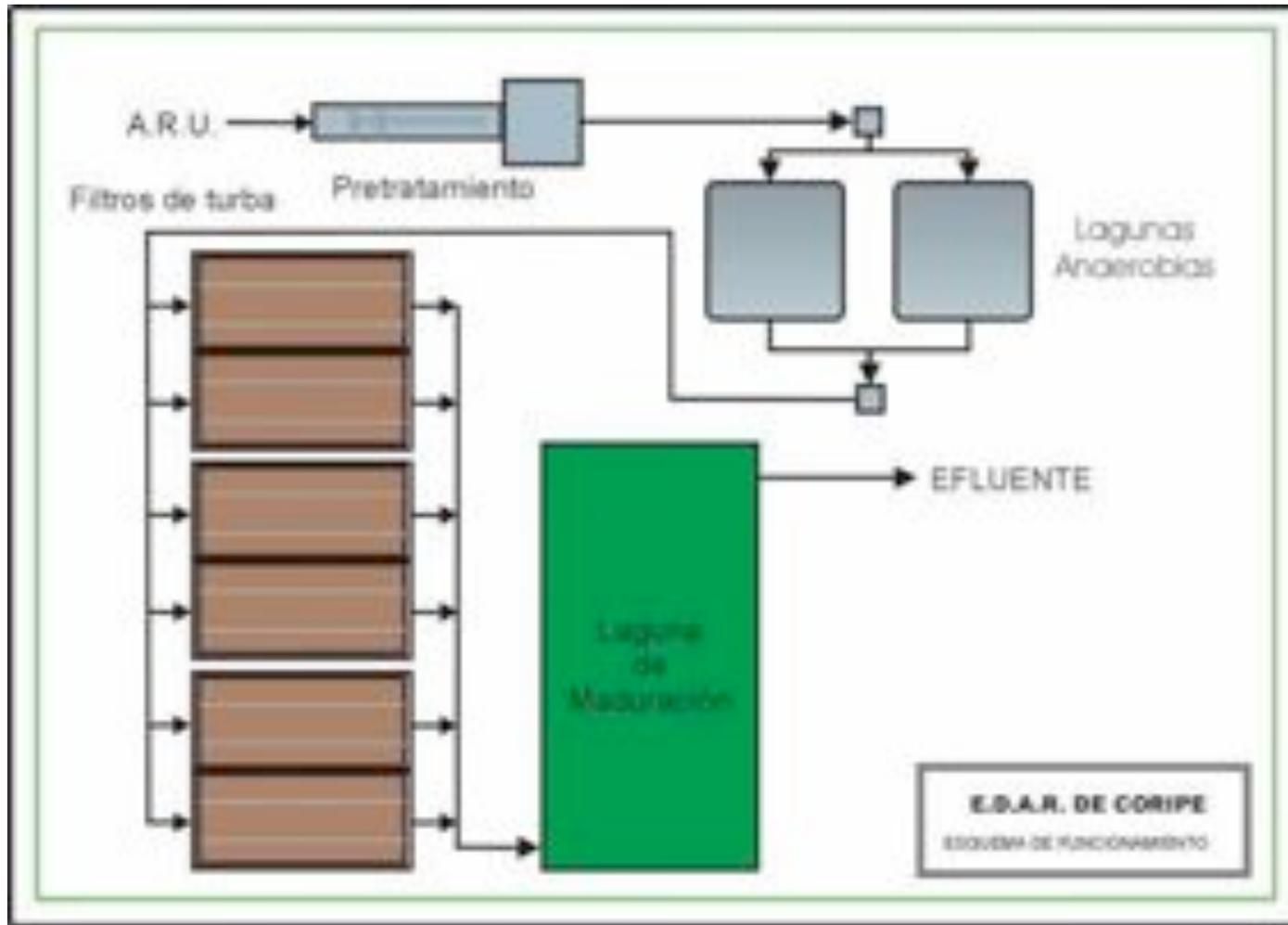
-Lagunaje Anaerobio + Filtros de Turba: (41)

-Decantación-Digestión + Filtros de Turba: (2)

-Filtros de Turba + Lecho Bacteriano (1)

Las poblaciones tratadas, generalmente, son menores de 5.000 h.e., ascendiendo la población total tratada a unos 200.000 habitantes equivalentes.

# ***Lagunaje Anaerobio + Filtros de Turba***



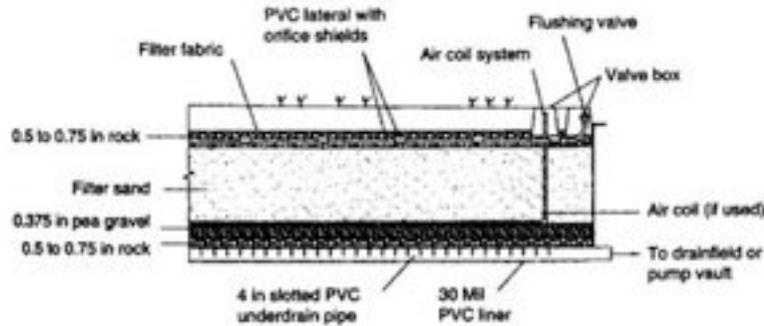
# ***Lagunaje Anaerobio + Filtros de Turba***



**EDAR de Coripe (Sevilla) 2.400 h.e.**

# Comparación de las variables de diseño de los Filtros de Turba y de los Filtros Intermitentes de Arena

## Variables de diseño



Variable	Valor típico	
	Filtros de Turba	Filtros Intermitentes de Arena
Carga hidráulica ( $m^3/m^2 \cdot d$ )	0,60	0,05
Carga orgánica ( $kg\ DBO_5/m^2 \cdot d$ )	0,30	0,01

## Rendimientos

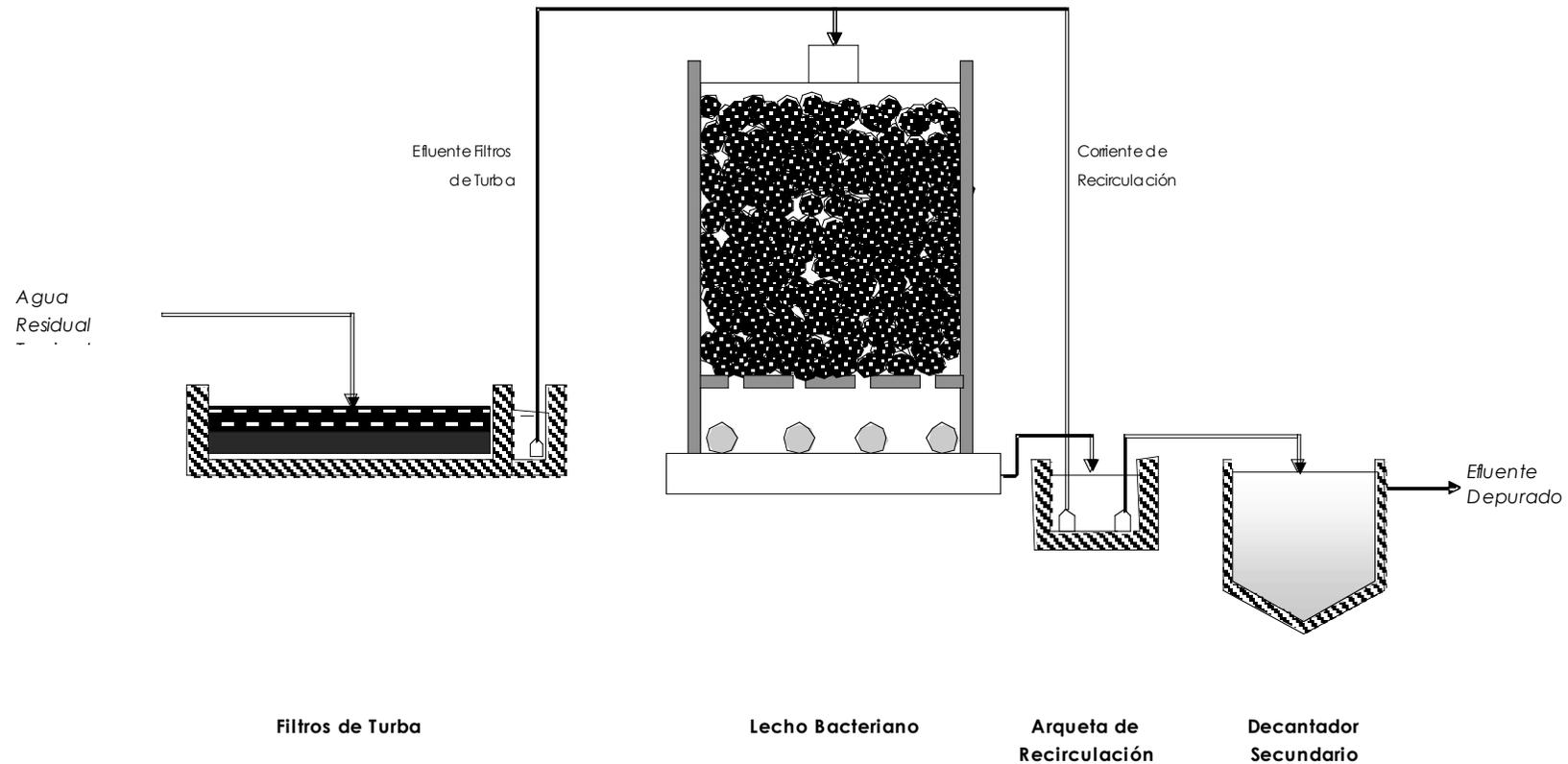
Parámetro	Filtros de Turba (%)	Filtros Intermitentes de Arena (%)
Sólidos en Suspensión	80 – 90	90 - 95
$DBO_5$	75 – 85	90 - 95
DQO	70 - 80	80 - 90

## ***Otras posibles aplicaciones de los Filtros de Turba***

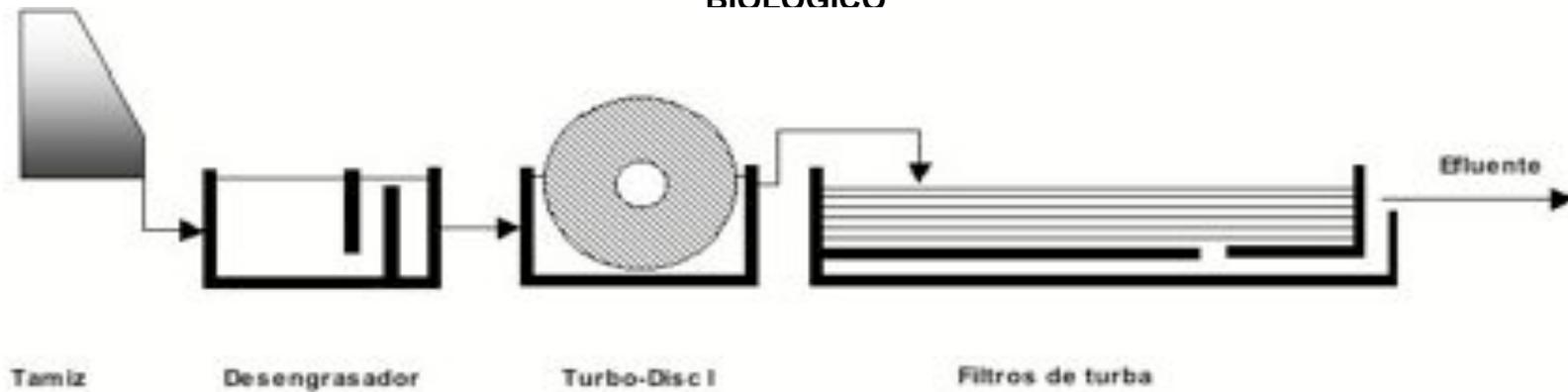
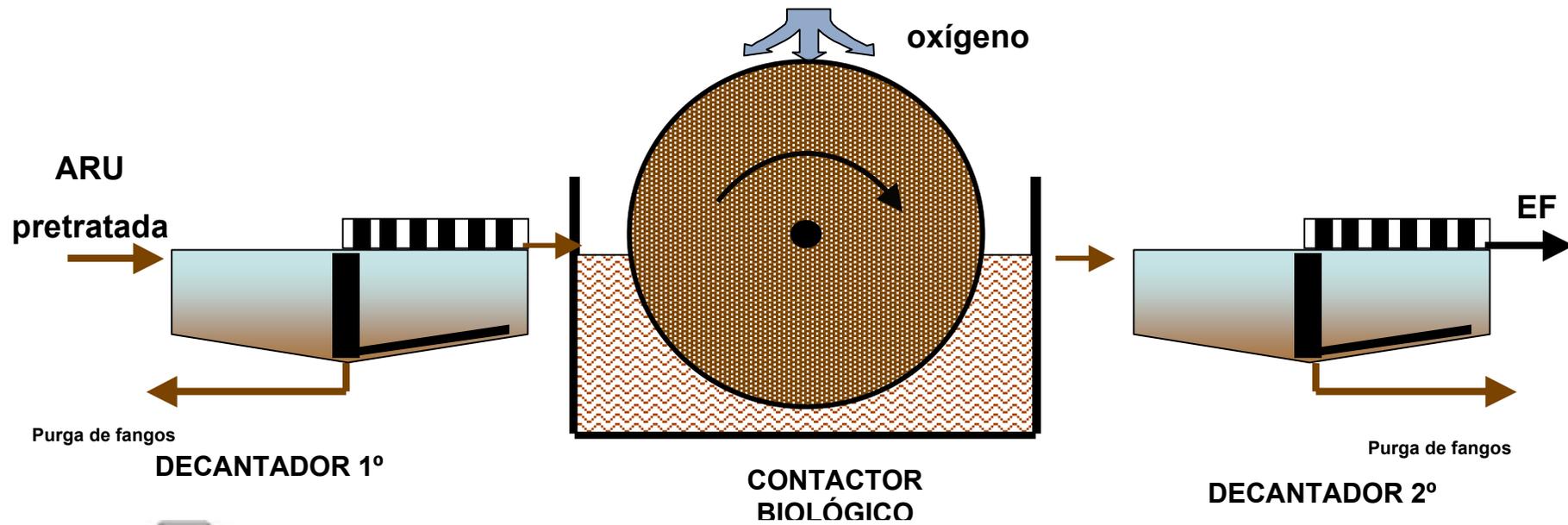
- Como tratamiento previo de las Aguas Residuales
- Como sustitutos de los Decantadores Secundarios
- Como Eras de Secado de Lodos

# ***Tratamiento previo de las Aguas Residuales***

## **Combinación Filtros de Turba + Lecho Bacteriano**

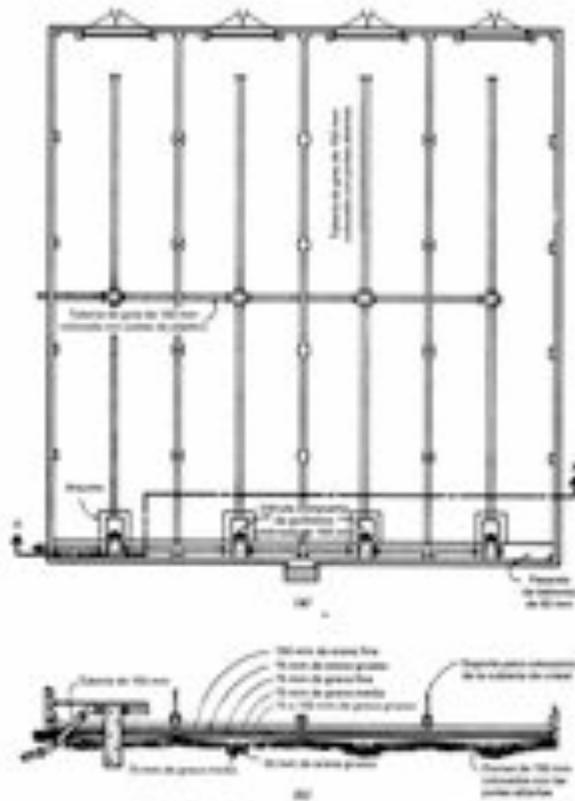


# Sustitución de Decantadores Secundarios



# ***Eras de Secado de Lodos***

**Era de Secado clásica**



**Filtro de Turba como Era de Secado**



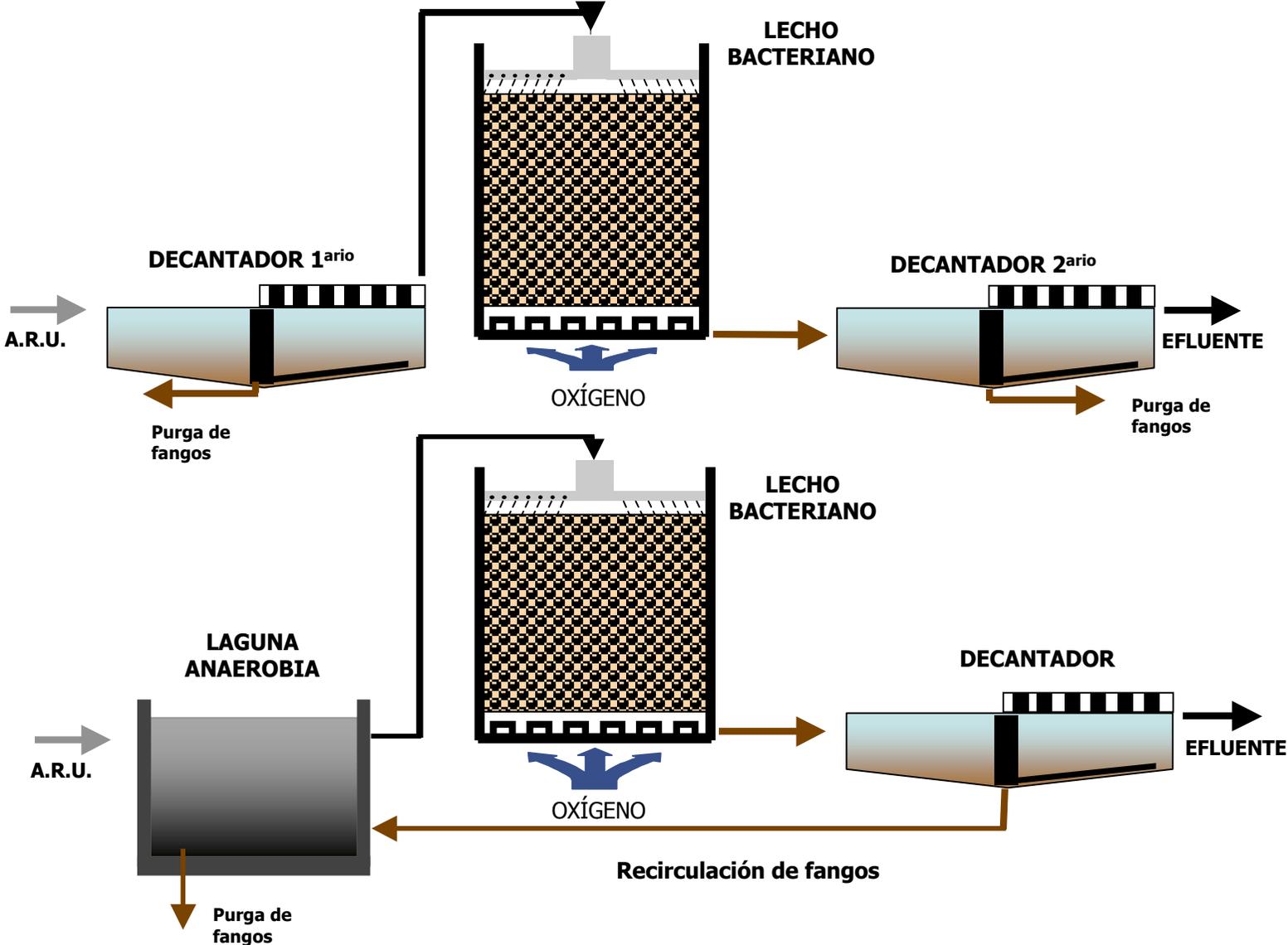
**Mayor grado de  
tratamiento de los  
lixiviados**

**Minimización de los  
Impactos olfativos**

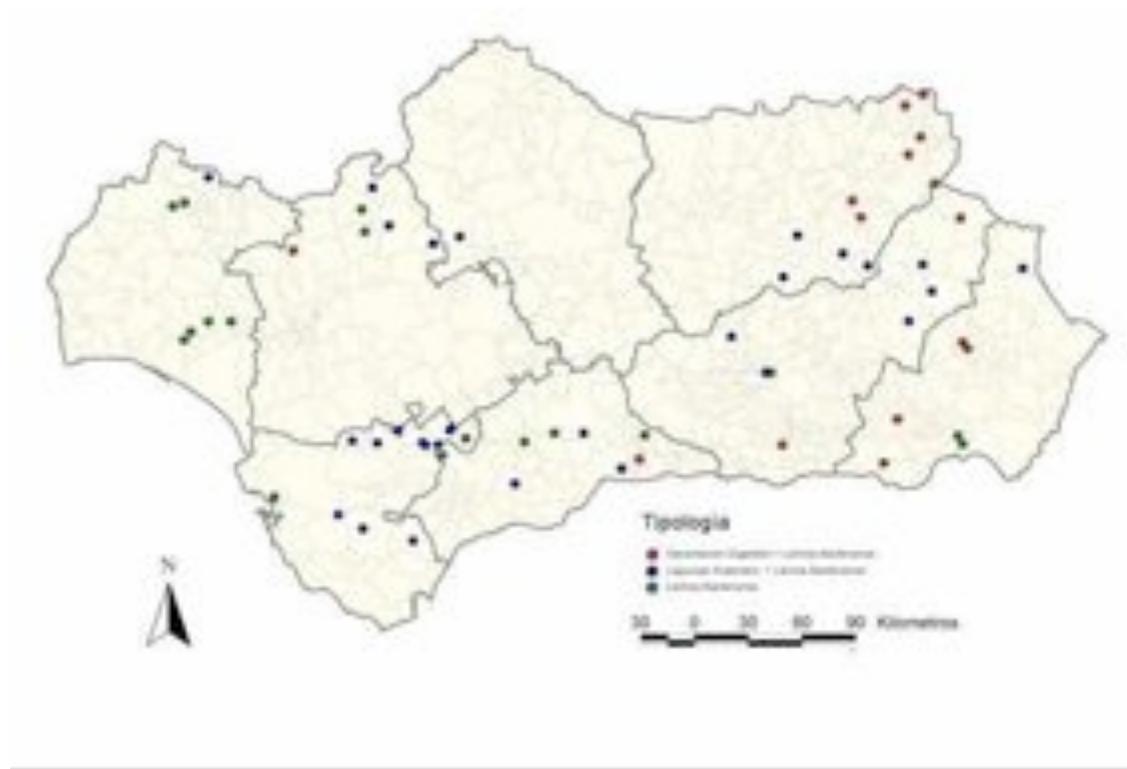
**Diseño :**

**100 kg sól. secos/m<sup>2</sup>.año**

# Tecnologías de Biopelícula: Lechos Bacterianos



# ***Los Lechos Bacterianos en Andalucía***



**57 instalaciones:**

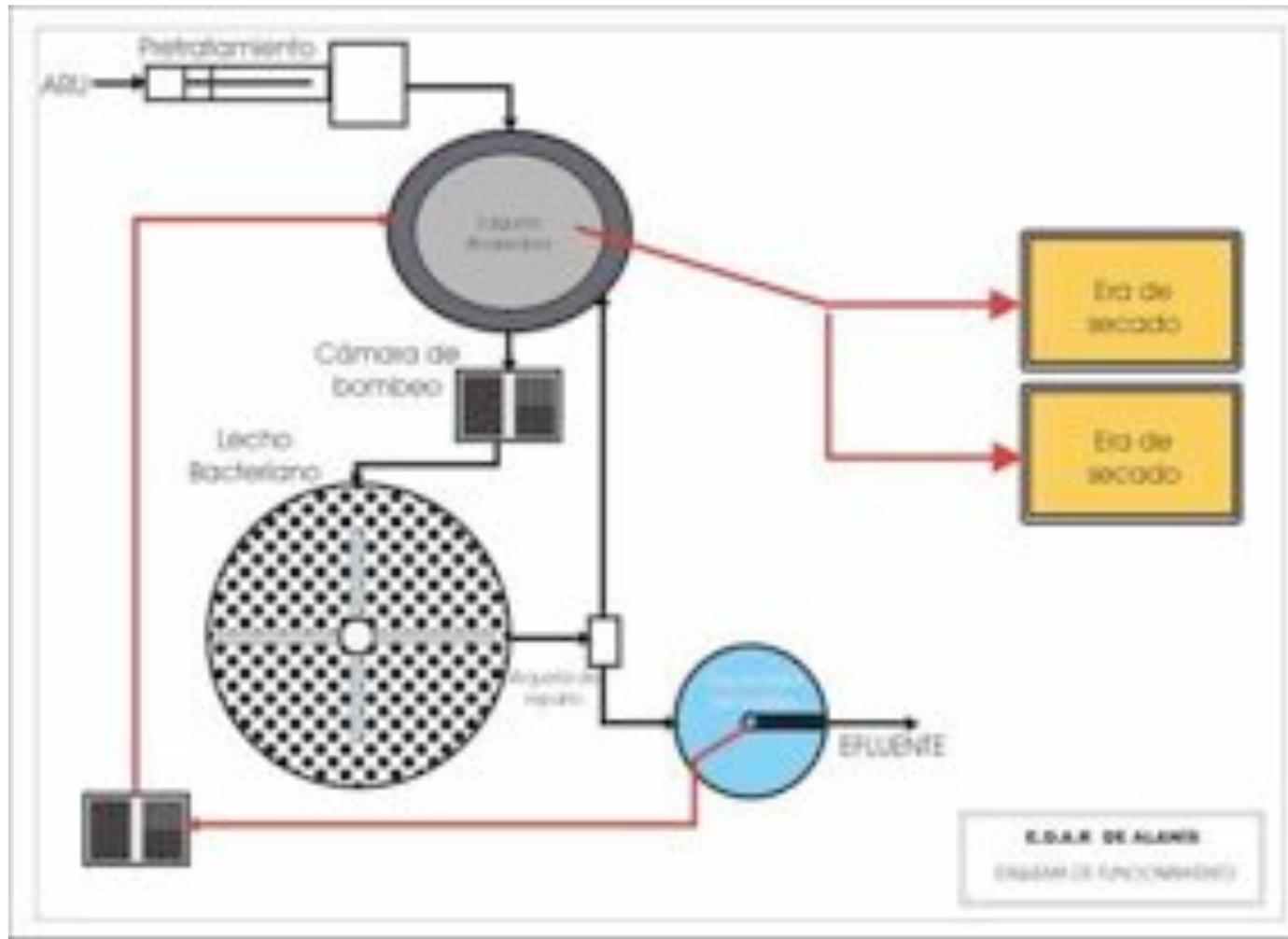
**- Lechos Bacterianos (16)**

**-Decantación-Digestión +  
Lechos Bacterianos  
(12 )**

**- Lagunaje Anaerobio +  
Lechos Bacterianos (29)**

**La mayoría de las  
instalaciones dan servicio a  
poblaciones  
inferiores a los 10.000  
habitantes equivalentes,  
ascendiendo la población  
total tratada a unos 265.000  
habitantes equivalentes.**

# ***Lagunaje Anaerobio + Lecho Bacteriano***

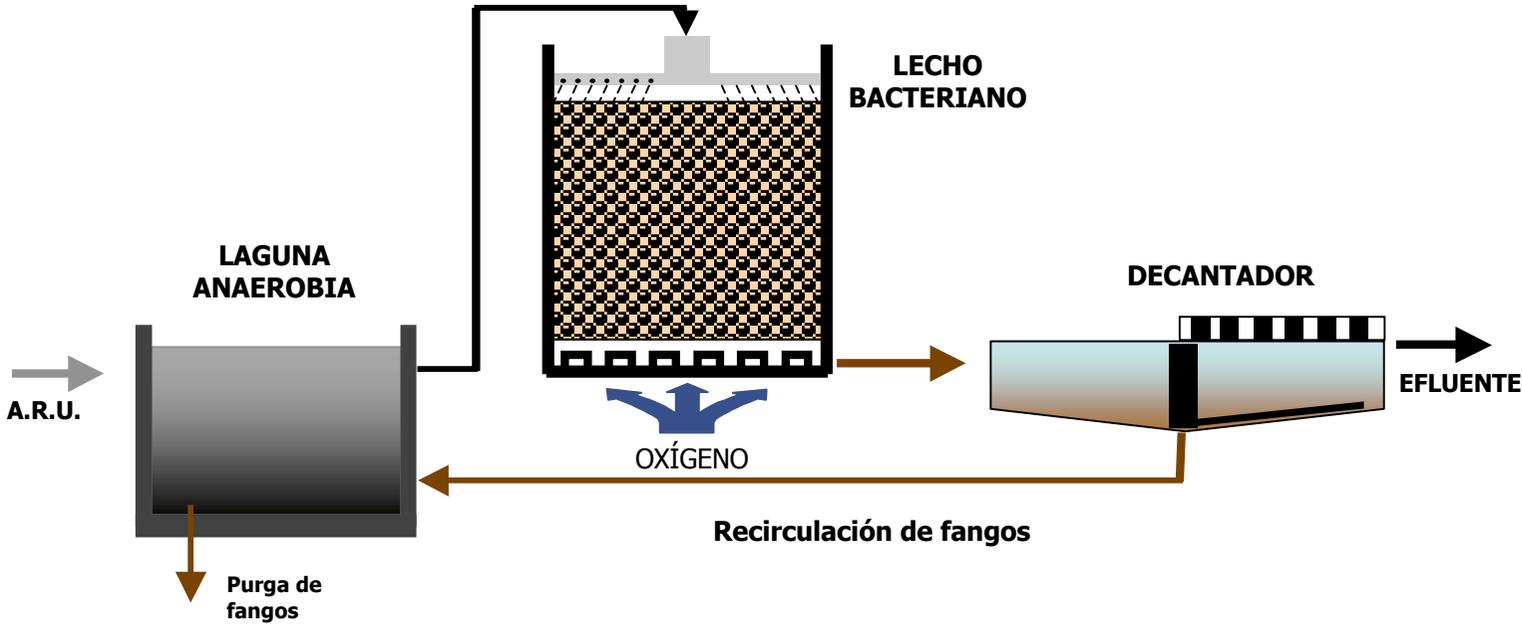
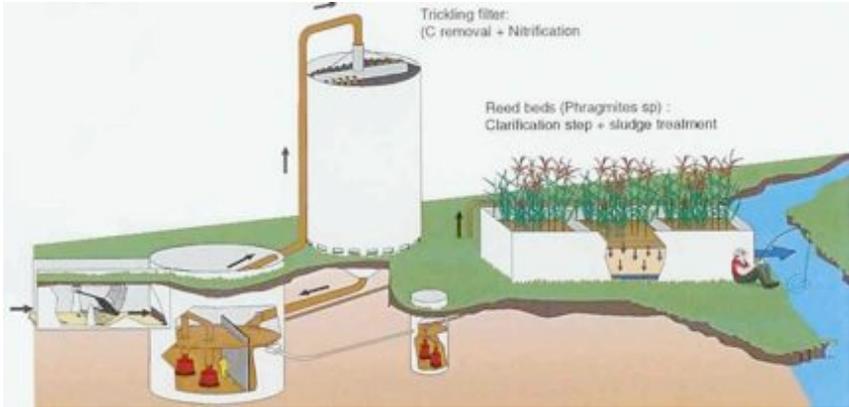


## ***Lagunaje Anaerobio + Lecho Bacteriano***



**EDAR de Alanís (Sevilla): 3.400 h.e.**

# Combinaciones de Tecnologías no Convencionales



# ***Combinaciones de Tecnologías Convencionales y no Convencionales***



**EDAR de Honfleur (Calvados): 26.000 h.e., 4 hectáreas (año 2004)**

# ***Combinaciones de Tecnologías Convencionales y no Convencionales***

**EDAR de Honfleur (Calvados): 26.000 h.e., 4 hectáreas**



**Lodos Activos**



**Tratamiento de  
afino de los  
efluentes  
(3.000 – 5.000  
m<sup>3</sup>/d)**



**Tratamiento de lodos (50.000 m<sup>3</sup>/a)**



**Desodorización**

## ***Conclusiones: errores frecuentes en la aplicación de Tecnologías no Convencionales***

- **Simplicidad de mantenimiento y explotación ≈ *simplicidad de diseño y construcción.***
- **Bajo coste de explotación y mantenimiento ≈ *coste cero, la depuradora funciona sólo.***
- **Simplicidad en el manejo de los lodos ≈ *no se generan residuos.***
- ***Se puede prescindir de los Pretratamientos.***

## ***Conclusiones: otras carencias detectadas***

- ***Terminología confusa (tecnologías de bajo coste, tecnologías blandas, sistemas de depuración naturales, etc.).***
- ***Criterios de diseño dispares.***
- ***Rangos poblacionales de aplicación inadecuados.***

## ***TNC: Depuradoras a "mostrar" vs depuradoras a "esconder" y Participación Ciudadana***



# ***La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes***



[www.plantacarrion-pecc.com](http://www.plantacarrion-pecc.com)

# ***La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes***

**TECNOLOGÍAS CONVENCIONALES (TC)**



**TECNOLOGÍAS NO CONVENCIONALES (TNC)**

# ***La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes***

## Instalaciones generales

- Laboratorios
- Aulas de recepción de visitas y formación
- Estación Meteorológica

## Sistemas de depuración

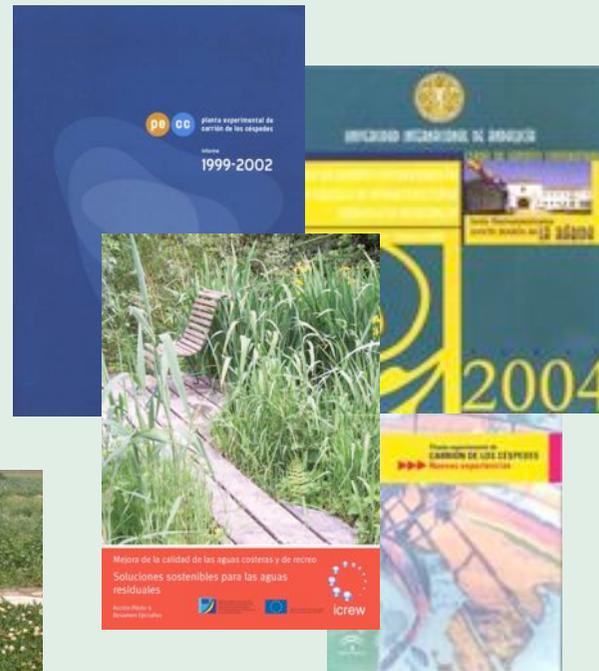
- Filtro Verde
- Humedales artificiales
- Lagunaje
- Filtros de Turba
- Lechos Bacterianos
- Contactores Biológicos Rotativos
- Prototipos de casas comerciales:  
(Aireaciones Prolongadas, BRM, SBR,  
Soporte Móvil, etc.)



# La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes

## Aula de formación en depuración

- Visitas
- Estancias de alumnos
- Cursos de formación
- Publicaciones
- Participación en eventos



# La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes

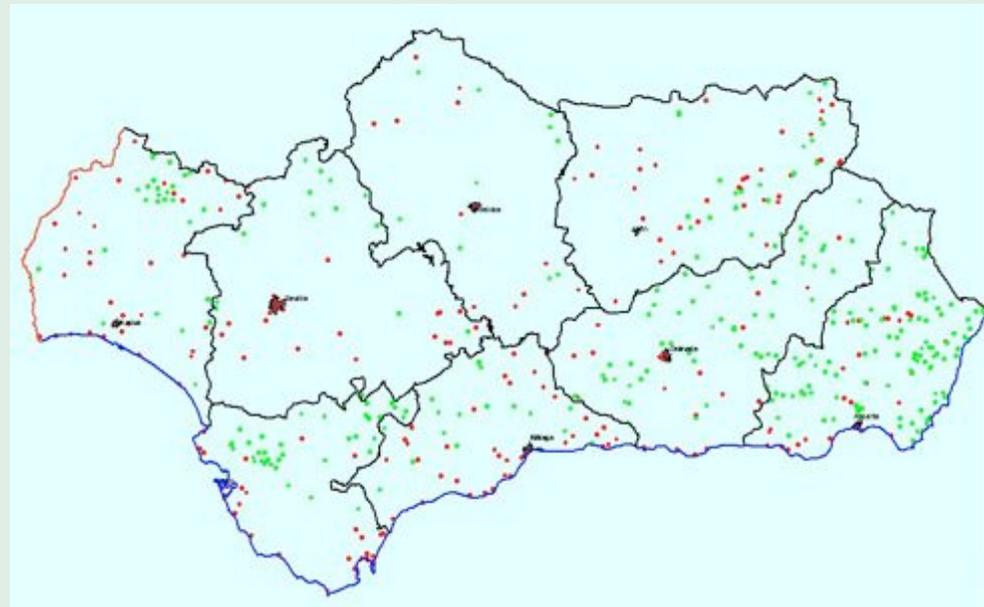
Plataforma científico-técnica al servicio de la I+D+i en materia de aguas



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA

# ***La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes***

Referencia en Andalucía para la implantación de TNC



**Tecnologías Convencionales**

**Tecnologías no Convencionales**

# ***La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes***

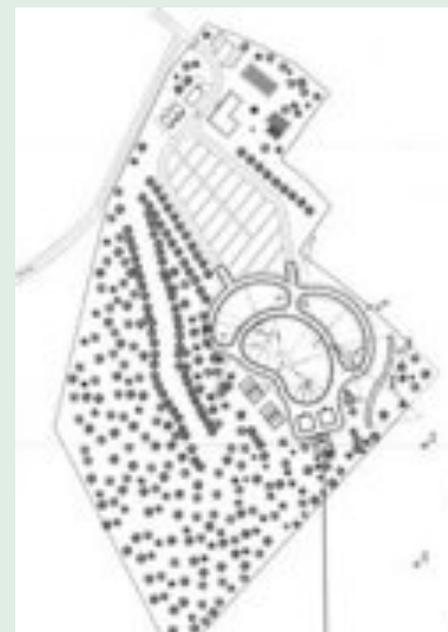
## Proyección a otros países



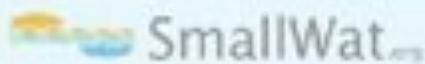
En el marco de la iniciativa comunitaria INTERREG II y III-A, la Agencia Andaluza del Agua de la Junta de Andalucía, ha desarrollado un Programa de Transferencia Tecnológica en Materias de Agua en Marruecos.



Centro de Transferencia  
Tecnológica en Materia de  
Aguas.  
Tetuán (Marruecos)



www.smallwat.org



Wastewater Treatment in Small Communities

- Introduction
- Proposed topics
- Planned activities, types of paper and dates
- Committees and Technical Secretariat
- Pre-registration form
- Programme
- Organization and Conference Hall
- Travel and accommodation

Español 

== 2nd Call - Call for papers (pdf)  
Seville (Spain): 11 - 15 November 2007



The current situation increasingly demands the implementation of initiatives that help to harmonize the development of our society with the rational use of the resources. In the specific case of water resources, preserving and improving their current condition should be a priority. As a consequence, to achieve such a goal, it is mandatory to adequately treat the wastewater generated by human activity.

The efforts made by Governments and the technological development of the 80s and 90s have made possible to have a good access to urban wastewater treatment in most of the developed countries. Nonetheless, there are still some problems such as the lack of an adequate solution for the treatment of wastewater produced by small populations.

The most serious problem is, without question, that millions of people lack the basic sanitation system, especially in the less favored geographic areas of the



***MUCHAS GRACIAS POR SU  
ATENCIÓN***