

TECNOLOGIAS DE BAJO COSTE PARA LA DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

Seguimiento del Plan de Investigación y Desarrollo



**MEMORIA DEL PRIMER AÑO DE EXPERIMENTACION
JUNIO 90 - JUNIO 91**

**Consejería de Obras Públicas y Transportes
Dirección General de Obras Hidráulicas**

TECNOLOGIAS DE BAJO COSTE PARA LA DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES



Es una publicación de la

JUNTA DE ANDALUCIA

Consejería de Obras Públicas y Transportes

TECNOLOGIAS DE BAJO COSTE PARA LA DEPURACION DE AGUAS RESIDUALES

Seguimiento del Plan de Investigación y Desarrollo (Memoria del primer año de experimentación)

1. PLAN DE INVESTIGACION Y DESARROLLO	1
2. PLAN DE INVESTIGACION Y DESARROLLO	11
2.1. Investigación y Desarrollo	12
2.2. Investigación y Desarrollo	14
2.3. Investigación y Desarrollo	16
2.4. Investigación y Desarrollo	18
2.5. Investigación y Desarrollo	20
2.6. Investigación y Desarrollo	22
3. EXPERIMENTACION	23
3.1. Experimentación de los aparatos	24
3.2. Resultados	25
4. OTRAS ACTIVIDADES	26
5. RESULTADOS OBTENIDOS	27
6. TRABAJOS COMPLEMENTARIOS	28

TECNOLOGIAS de bajo coste para la depuración de aguas residuales: Seguimiento del plan de investigación de desarrollo. Memoria del primer año de investigación / Consejería de Obras Públicas y Transportes, Dirección General de Obras Hidráulicas. - Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1991.

45 p.: il. col., graf., map.; 21 x 30 cm.

I.S.B.N. 84 - 87001 - 83 - 1

I. Andalucía. Junta. Dirección General de Obras Hidráulicas. II Andalucía. Junta. Consejería de Obras Públicas y Transportes, ed.

© Junta de Andalucía. Consejería de Obras Públicas y Transportes.

Coordina la Edición: Departamento de Publicaciones.

Diseño Gráfico: M^a Victoria Ruiz / Juan Carlos López

Nº Registro: JAOP/PN - 20 - 91

I.S.B.N.: 84 - 87001 - 83 - 1

Depósito Legal: SE-2040-1991

Fotocomposición: L.B. Autoedición

Impresión: Artes Gráficas Padura

1. PRESENTACION	5
1.1. Antecedentes: Competencias y Actividades de la Junta de Andalucía en Materia de Obras Hidráulicas.	7
1.2. Plan de Investigación, Desarrollo y Experimentación de Tecnologías de Bajo Coste.	8

2. PLANTA EXPERIMENTAL DE CARRION DE LOS CESPEDES	11
2.1. Generalidades sobre el Municipio de Carrión de los Céspedes.	13
2.2. Descripción de la Planta Experimental.	14
Tecnologías existentes.	16
Estación meteorológica.	21
Campo de ensayos agrícolas.	21
Laboratorio.	22

3. EXPERIMENTACION: RESULTADOS OBTENIDOS	23
3.1. Caracterización de las aguas.	25
3.2. Rendimientos.	25

4. OTRAS ACTIVIDADES	29
-----------------------------	-----------

5. OBJETIVOS FUTUROS	33
-----------------------------	-----------

6. REALIZACIONES COMPLEMENTARIAS	37
---	-----------

1. PRESENTACION

1. PRESENTACION

1.1. Antecedentes: competencias y actividades de la Junta de Andalucía en materia de obras hidráulicas.

En marzo de 1984, cuando la Administración Central formalizó el traspaso de las primeras competencias en materia hidráulica a la Junta de Andalucía, ya estaba siendo elaborada la nueva Ley de Aguas. En consecuencia con esa situación, ambas Administraciones tuvieron a bien dosificar prudentemente dichas transferencias, a la espera de ver en qué medida la Ley podría modificar los planteamientos previos que en materia de aguas existieran, ya que, en principio, se ponían de manifiesto ciertas diferencias entre las competencias previstas en el Estatuto de Autonomía y el nuevo marco que define la Ley de Aguas.

Ello condujo a la necesidad de optar por una solución transitoria, que no contradijera la Ley pero tampoco paralizara un proceso de transferencias tan importante para la vida social, el desarrollo económico, y la ordenación del territorio Andaluz.

Así pues, en este estado de cosas, la Junta de Andalucía recibió un conjunto de competencias ejecutivas, consistentes en la prestación de auxilios técnicos y económicos a las siguientes entidades:

- a) Corporaciones Locales: en materia de Abastecimiento, Saneamiento, Defensas y Encauzamientos de ríos en tramos urbanos.
- b) Regantes: para la creación y mejora de Regadíos.

La Dirección General de Obras Hidráulicas ha orientado gran parte de su labor a la planificación y programación de actuaciones, siempre acordes con criterios seleccionados en función de las necesidades sociales y de racionalidad administrativa: mejora y ampliación de las infraestructuras que repercuten en la vida urbana, en la protección de vidas humanas y predios, en el medio ambiente en

general y en los Espacios Naturales en particular; ordenación y promoción de usos recreativos ligados al agua y al Dominio Público Hidráulico; garantía de servicio de abastecimiento, considerando la especial incidencia que tienen los periodos de sequía en nuestra región; mejora de la gestión en las Corporaciones Locales y racionalidad en el uso del agua; costos de explotación con el fin de abatar al máximo el m.³ de agua; etc.

A tal efecto la Dirección General de Obras Hidráulicas tiene establecidos los siguientes programas y subprogramas para el desarrollo de su actividad:

■ PROGRAMA DE ABASTECIMIENTO.

Subprogramas:

- *Abastecimiento a grandes aglomeraciones.*
- *Abastecimiento a Sistemas Supramunicipales.*
- *Problemas de Potabilidad.*
- *Insuficiencia de dotaciones y mejoras de infraestructura.*

■ PROGRAMAS DE PROTECCION DE AGUAS LITORALES.

■ PROGRAMAS DE PROTECCION DE AGUAS CONTINENTALES.

Subprogramas:

- *Zona Crítica Guadalquivir-Guadalbullón.*
- *Zona Crítica Guadalquivir en Córdoba.*
- *Zona Crítica Guadalquivir Bajo Genil.*
- *Zona Crítica Alto Genil en Granada.*
- *Zona Crítica Guadalquivir en Sevilla y Cuencas Laterales.*
- *Zona Crítica Medio y Bajo Guadalhorce.*
- *Zona Crítica Campo de Gibraltar.*
- *Zona Crítica Bahía de Cádiz.*
- *Zona Crítica Ría de Huelva.*
- *Plan Piloto del Guadalete.*
- *Plan Piloto del Guadaira.*
- *Otras zonas críticas afectadas por los restantes municipios.*

■ PROGRAMA DE PROTECCION DE ESPACIOS NATURALES.

■ PROGRAMA DE MEJORA DE LA SALUBRIDAD Y CALIDAD AMBIENTAL.

Subprogramas:

- *Protección de zonas y tramos críticos de río con uso recreativo.*
- *Reutilización de aguas residuales.*

■ PROGRAMA DE DEFENSA Y ENCAUZAMIENTOS URBANOS.

Subprogramas:

- *Lucha contra inundaciones.*
- *Ordenación y mejora de cauces y márgenes.*

■ PROGRAMAS DE INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA Y REGADIOS.

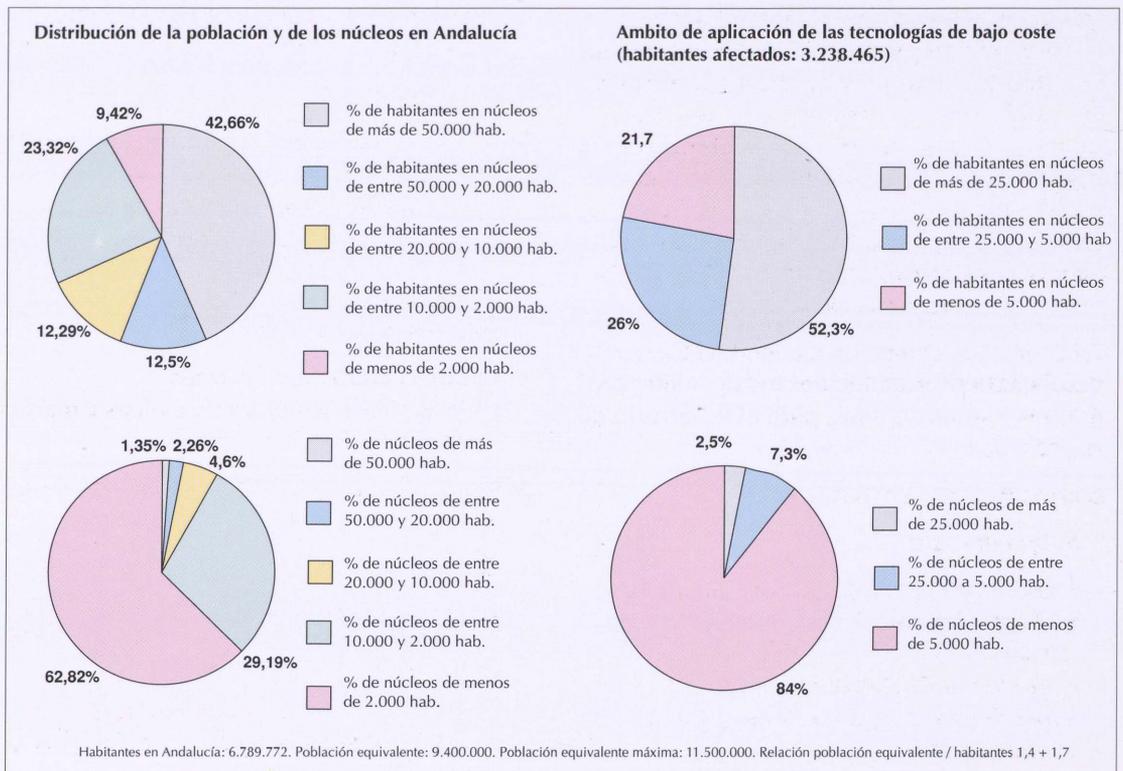
Subprogramas:

- *Transferencias intercuencas.*
- *Regadíos.*
- *Obras de regulación.*
- *Defensas y encauzamientos rurales.*
- *Actuaciones transferidas de la Administración Central.*

1.2. Plan de Investigación, Desarrollo y Experimentación de Tecnologías de Bajo Coste.

A la hora de hacer operativos los programas de saneamiento y dadas las dificultades de nuestra región (gran cantidad y dispersión de municipios pequeños y con escasos recursos económicos), la Dirección General de Obras Hidráulicas y la Empresa Nacional de Ingeniería y Tecnología, S.A. INITEC firmaron un Convenio Marco de Cooperación para la realización en Andalucía de un Plan de Investigación, Desarrollo y Experimentación de Tecnologías de Bajo Coste para la depuración de aguas residuales.

Efectivamente, de los 761 municipios andaluces un 96% son menores de 25.000 habitantes, límite razonable de aplicación de estas tecnologías, siendo 592 municipios los que no sobrepasan los 5.000 habitantes. La mayoría de ellos se ubica en el medio rural, con escasa industria y generalmente de tipo agrario.



Además nuestra Comunidad ofrece las condiciones necesarias (climatológicas, agrícolas, socioeconómicas, etc...) para que estas tecnologías puedan alcanzar un gran rendimiento depurador y suponer, por tanto, una solución real y económica de la contaminación de origen urbano.

En líneas generales, el Plan de Investigación, Desarrollo y Experimentación de Tecnologías Biológicas de Bajo Coste Energético para la Depuración de Aguas residuales se articula en diferentes fases.

PRIMERA FASE.

Bases para el Plan Director que permitan definir las tecnologías de bajo coste, aplicables en función de las características climáticas, geomorfológicas, etc..., así como la implantación de una Estación Experimental donde se realicen las investigaciones necesarias para fijar los parámetros de diseño de los distintos procesos.

SEGUNDA FASE.

Desarrollo de un Plan Piloto consistente en la construcción de una serie de Plantas de tratamiento a escala real en municipios tipo donde se aplicarán las líneas más adecuadas estudiadas en la Planta experimental.

A la vez se llevará a cabo la tipificación del vertido de una serie de poblaciones previamente seleccionadas y basada en el muestreo de un número de núcleos suficientemente representativo.

TERCERA FASE.

Redacción de un Plan Director que junto a la definición de las soluciones para cada población indicará las posibilidades de financiación, los costes de explotación y tarifas subsidiadas, así como una planificación para la puesta en práctica de las distintas actuaciones.

**2. PLANTA EXPERIMENTAL DE
CARRION DE LOS CESPEDES**

2. PLANTA EXPERIMENTAL DE CARRIÓN DE LOS CÉSPEDES

La primera fase del Plan contempla como uno de sus objetivos la redacción del proyecto y construcción de una Planta Experimental donde se ensaye la mayor variedad posible de tecnologías blandas, siempre a escala reducida, para seleccionar aquéllas que resulten más adecuadas para su aplicación en las condiciones ambientales andaluzas, y permitir su diseño preliminar sobre la base de parámetros ya contrastados.

2.1. Generalidades sobre Carrión de los Céspedes.

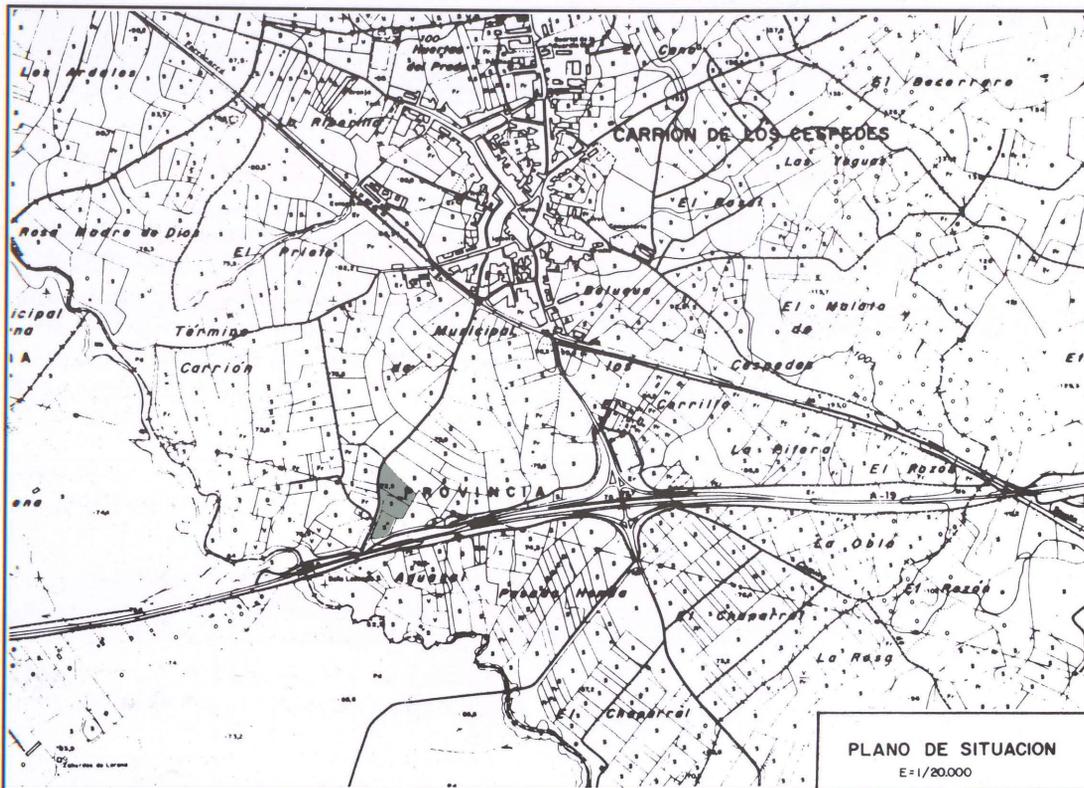
La Planta Experimental se encuentra ubicada en el término municipal de Carrión de los Céspedes, junto a la Autovía A-49, en las proximidades de Sevilla, ocupando una superficie total de 19.000 m².

El municipio cuenta con una población aproximada de 2.500 habitantes.

Los datos de los últimos censos de población se reflejan en el siguiente cuadro.

<i>Año</i>	<i>Habitantes</i>
1.950	3.000
1.960	2.877
1.970	2.697
1.981	2.505
1.985	2.503
1.986	2.445
1.988	2.463

Como puede apreciarse, la población ha venido sufriendo una progresiva disminución, si bien en los últimos años comienza a notarse una tenue recuperación.



La actividad fundamental de la población es la agricultura, aunque últimamente se observa un claro incremento de la actividad industrial y comercial.

El abastecimiento de agua potable se realiza a partir de tres pozos, oscilando los datos de consumo de agua, según lectura de contadores, entre los 19.500 m.³ del bimestre septiembre-octubre y los 20.600 m.³ del bimestre junio-julio.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que en muchas viviendas de la localidad se dispone de pozos, de los cuales se extrae agua para usos secundarios como riego, limpieza, etc..

Respecto a las aguas residuales, el caudal medio diario que genera la población es de 3,7 l/s, del cual en la actualidad sólo 1,7 l/s se incorpora a la Planta Experimental, mientras que el resto es evacuado hacia el Arroyo Alcarayón a través de dos puntos de vertido.

En el gráfico de la página siguiente se representa la variación del caudal a lo largo del día.

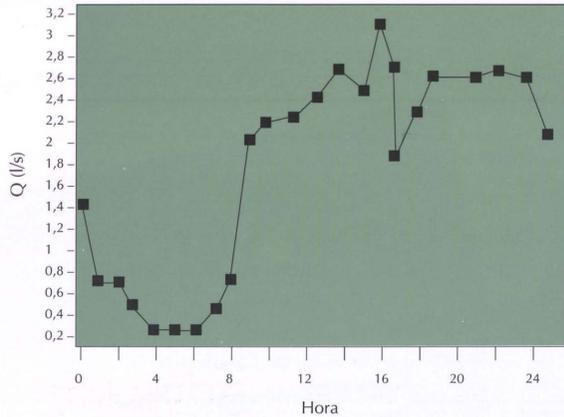
En cuanto a la climatología, Carrion de los Céspedes presenta un tipo climático mediterráneo subtropical, siendo la precipitación media anual de 675 mm., mientras que la temperatura media anual es de aproximadamente 18°C.

La zona donde está ubicada la Planta Experimental es litológicamente homogénea y se compone de sedimentos miocenos que forman parte de la serie "margas azules", facies características de la Depresión del Guadalquivir.

2.2. Descripción de la Planta Experimental.

En la Planta se pretende analizar e investigar tanto las técnicas de depuración de bajo coste que han alcanzado un cierto grado de madurez en el mundo, como aquellas otras que, en

CURVA CAUDAL/HORA

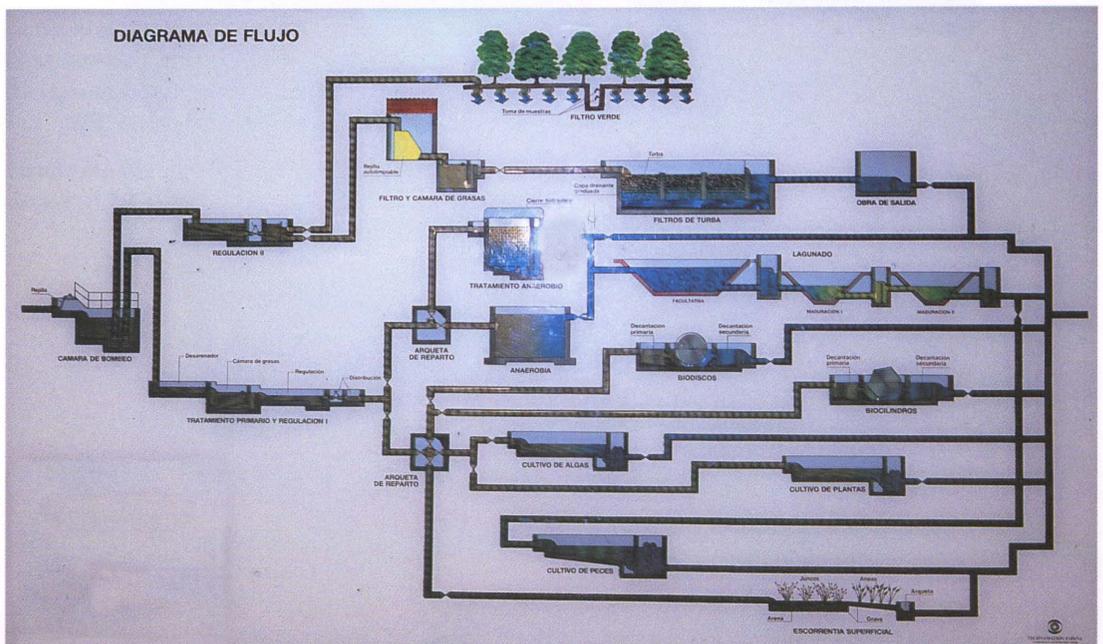


la actualidad, se encuentran en etapas menos desarrolladas. Entre las primeras están presentes instalaciones de lagunado (en sus versiones anaerobia, facultativa y maduración), filtros de turba, filtro verde y contactores biológicos rotativos.

Entre las técnicas menos conocidas se cuenta con tanques anaerobios de lecho fijo, cultivos de macrofitas acuáticas, de algas, de peces y escorrentía sobre plantas emergentes, complementándose la instalación con unas pequeñas parcelas de experimentación agrícola.

Además, en la Planta se dispone de terrenos de reserva para poder llevar a cabo ampliaciones de las instalaciones existentes, o bien, para la implantación de otras técnicas nuevas que puedan considerarse de interés.

En el siguiente gráfico se representa el diagrama de flujo del agua a través de los diferentes sistemas de depuración que se encuentran en la Planta.





Tecnologías existentes.

Filtro verde.

El filtro verde es una instalación natural de depuración constituida por una superficie de terreno, en la que las aguas residuales son vertidas durante todo el año, consiguiéndose la depuración de los influentes, a la vez que se favorece el crecimiento de especies vegetales, generalmente arbóreas maderables.

La depuración de los influentes aplicados se basa en una combinación de acciones físicas (filtración), biológicas (degradación de la materia orgánica por microorganismos) y químicas (intercambio iónico entre suelo-agua y extracción de elementos químicos por la masa vegetal).

La superficie de filtro verde en la Planta es de 3.300 m.² y la especie vegetal implantada es el clon I-214, del *Populus x euroamericana* (*Populus deltoides x Populus nigra*), siendo el marco de plantación de 6 x 3 m.

La instalación de filtro verde está diseñada para tratar las aguas residuales de 85 habitantes-equivalentes.

Tecnologías existentes.

Filtro de turba.

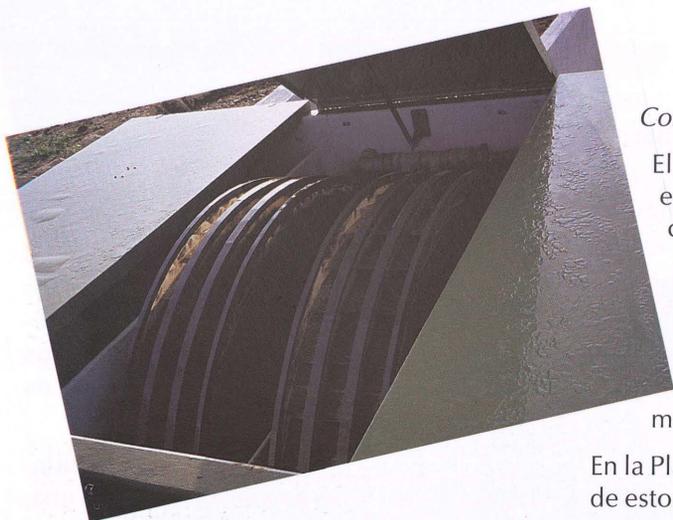
El tratamiento de aguas residuales por filtración sobre turba se basa en aprovechar las propiedades de absorción y adsorción de este carbón mineral, así como de la actividad bacteriana que se desarrolla en su superficie. Se producen, en consecuencia, fenómenos físicos (filtración), químicos (intercambio iónico) y biológicos (degradación).

En la planta se cuenta con seis unidades de filtración de 25 m.² cada una, agrupadas en tres módulos de dos.

El sistema está diseñado para depurar los influentes de 500 habitantes-equivalentes.



Tecnologías existentes.



Contactores biológicos rotativos.

El fundamento de esta tecnología reside en la formación de una película biológica sobre un soporte adecuado que, sumergido parcialmente en el agua residual y girando constantemente a baja velocidad, somete a la masa bacteriana al paso de sucesivas fases de respiración y asimilación de la materia orgánica.

En la Planta Experimental se ensayan tres tipos de estos contactores: biodiscos (constituidos por una batería de discos en paralelo); biocilindro (jaula cilíndrica rellena de trozos de tubos de material plástico) y por último rotores de espiral.

Las cargas que pueden soportar cada uno de estos sistemas son:

- Biodisco: 50 hab - eq.
- Biocilindro: 100 hab - eq.
- Rotores de espiral: 50 hab - eq.



Esorrentía superficial.

Se trata de una técnica de depuración natural basada en la capacidad de algunas especies vegetales, tales como: Juncos (*Scirpus sp*), Aneas (*Typha sp*), etc... de asimilar los nutrientes contenidos en las aguas residuales, así como de liberar oxígeno a través de sus raíces.

Para realizar esta experiencia se ha construido un canal de 60 m. de longitud y 1 m. de ancho, estando los primeros 30 m. plantados de juncos y el resto de aneas.

Tecnologías existentes.

Cultivos acuáticos.

Los sistemas de tratamientos en base a la utilización de cultivos acuáticos se hallan todavía en fase preliminar.

En una primera etapa, estas técnicas se están limitando a servir de complemento a las restantes tecnologías de depuración, fundamentalmente al lagunaje.

En las instalaciones de la Planta Experimental, se dispone de las siguientes modalidades de cultivos acuáticos:

- a) Cultivos de plantas del género Lemna.
- b) Cultivo de peces, siendo las especies implantadas carpas (*Cyprinus carpio*) y carpines (*Carassius carassius*).



Tecnologías existentes.

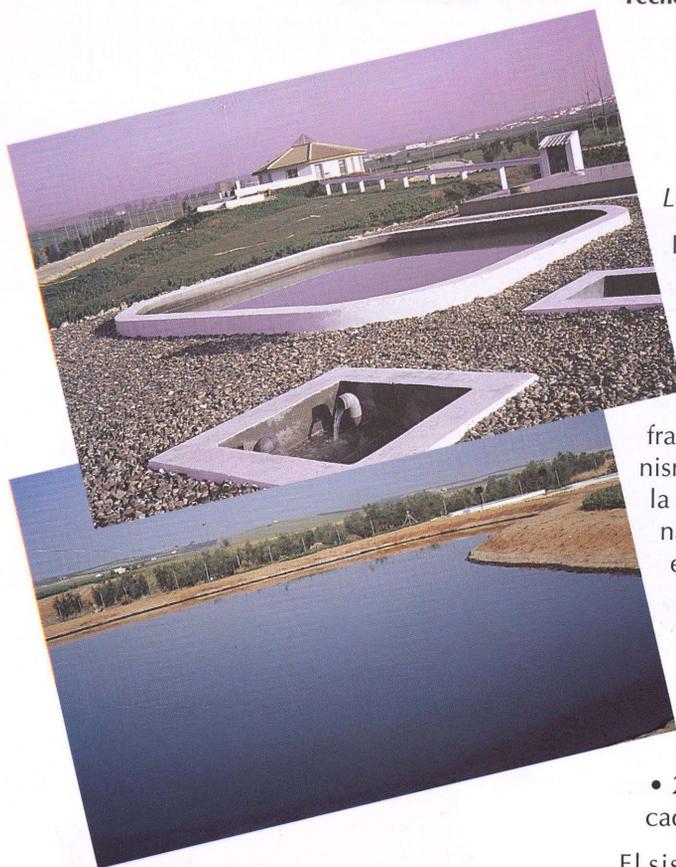
Lagunaje.

La depuración de las aguas residuales mediante lagunaje se basa en la sedimentación y mineralización natural de la materia orgánica particulada, combinando este fenómeno físico-químico-biológico con la degradación de la fracción soluble por parte de los microorganismos presentes en las aguas. En función de la clase de estos microorganismos, las lagunas se pueden clasificar en tres tipos: anaerobias, facultativas y aerobias o de maduración.

En la planta se dispone de:

- 2 lagunas anaerobias de 75 m.³ cada una.
- 1 laguna facultativa de 1.050 m.³.
- 2 lagunas de maduración de 195 m.³ cada una.

El sistema está diseñado para depurar las aguas de 500 habitantes-equivalentes.



Estación Meteorológica.



Con el fin de obtener una correlación entre los rendimientos de depuración obtenidos y las condiciones atmosféricas, se ha instalado en la Planta una *estación meteorológica* que permite determinar las temperaturas máximas, mínimas y actual, la humedad relativa, la evaporación, la velocidad y dirección del viento, la pluviometría y la radiación solar.

Campo de ensayos agrícolas.

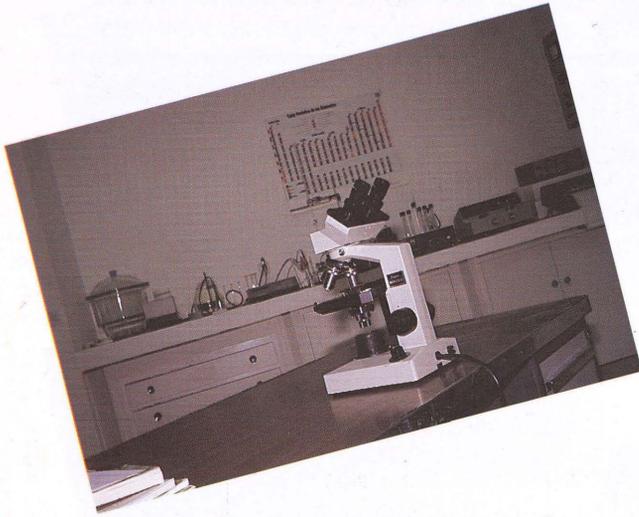


La Planta dispone de una superficie de 2.000 m.² de terreno que se dedican a la realización de ensayos sobre la aplicación de los efluentes depurados en el riego de diversas especies agrícolas.

Durante la primavera-verano se cultivaron girasol, algodón, maíz forrajero y alfalfa.

Actualmente se cultivan: trigo, cebada, remolacha azucarera y habas.

Asimismo, se ha implantado un pequeño vivero de chopos con objeto de obtener plantones que permitan reponer las mallas que puedan producirse en el filtro verde, a la vez que se pretende realizar más experiencias sobre explotación forrajera de los mismos, en plantaciones de muy alta densidad.



Laboratorio.

Para el correcto seguimiento y control de los diferentes sistemas de tratamiento instalados en la Planta Experimental, se ha dotado a ésta de un *laboratorio*, que en la actualidad dispone de todo lo necesario para la determinación de los siguientes parámetros.

- Ph
- Temperatura.
- Conductividad.
- Oxígeno disuelto.
- Turbidez.
- Sólidos totales (volátiles y minerales).
- Sólidos en suspensión (volátiles y minerales).
- D.B.O.5
- D.Q.O.
- Alcalinidad.
- Acidez volátil.
- Grasas.
- Clorofila.
- Nitrógeno amoniacal.
- Nitrógeno Kjeldhal.
- Nitratos.
- Nitritos.
- Fosfatos.
- Sulfatos.
- Cloruros.
- Detergentes.
- Coliformes totales y fecales.
- Recuento e identificación de fitoplancton y zooplancton.

**3. EXPERIMENTACION: RESULTADOS
OBTENIDOS**

3. EXPERIMENTACION: RESULTADOS OBTENIDOS



Resulta necesario destacar que el seguimiento en el primer año contempla el estudio por separado de cada una de las tecnologías citadas, es decir, que las aguas serán tratadas por las diferentes tecnologías aisladamente.

Considerar también que en los seis primeros meses de seguimiento transcurridos hasta la fecha de esta publicación, el caudal llegado a la planta ha sido escaso, por lo que el seguimiento ha sido más exhaustivo principalmente en los sistemas de lagunaje y filtro de turba, siendo más espaciado en el resto.

3.1. Caracterización del influente.

Con objeto de determinar las características físicas, biológicas y químicas del agua residual, se ha llevado a cabo la caracterización del influente que llega a la Planta Experimental. Los parámetros determinados y los valores obtenidos son los que se reflejan en el cuadro n.º 1.

Las determinaciones del nitrógeno amoniacal, nitratos, ortofosfatos y cloruros se han efectuado sobre muestra filtrada.

3.2. Rendimientos.

En el cuadro n.º 2 se expone la sistemática de análisis con la periodicidad correspondiente, que en la actualidad se está realizando en la Planta Experimental.

A continuación se representan, para cada una de las tecnologías que se desarrollan en la Planta, los intervalos de rendimiento obtenidos para los parámetros de mayor interés.

En un futuro, no lejano, se tiene prevista la investigación de la eficiencia de depuración de varias tecnologías combinadas.

CUADRO N.º 1

	Valor Medio	Valor Máximo	Valor Mínimo
PH	8,3	8,4	7,9
Conductividad (us/cm)	1.170	2.045	950
Sólidos Totales (mg/L)	1.663	2.406	1.158
Sólid. Totales Volat. (mg/L)	647	1.334	89
Sólid. Totales Miner. (mg/L)	1.016	1.786	676
Sólid. Susp. (mg/L)	717	1.112	310
Sólid. Susp. Volat. (mg/L)	514	965	66
Sólid. Susp. Miner. (mg/L)	203	327	30
D.Q.0 (mg/L)	1.070	1.425	787
D.B.0.5 (mg/L)	525	650	360
Nitrógeno Amonia. (mg/L)	46	72	27
Nitratos (mg/L)	9	18	2
Ortofosfatos (mg/L)	30	32	25
Cloruros (mg/L)	237	270	200
Coliformes (col/100 ml)	300.10 ⁶	450.10 ⁶	50.10 ⁶

CUADRO N.º 2

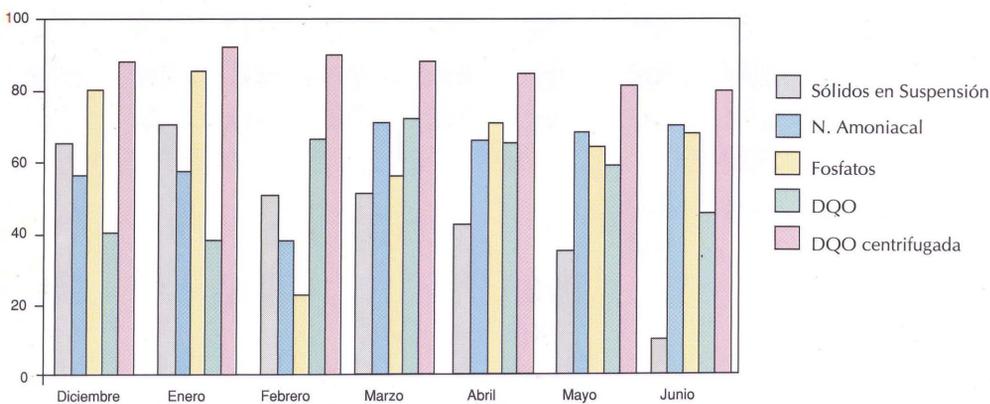
	AR	FT	Lagunaje	CBR	Escorrentía	Peces	FV	C. Lemna
pH	2/S	1/S	1/S	1/S	1/M	1/M	1/M	1/M
Tª	2/S	1/S	1/S	1/S	1/M	1/M	1/M	1/M
CE	2/S	1/S	1/S	1/S	1/M	1/M	1/M	1/M
ST	1/S	2/M	2/M	2/M	1/M	1/M	1/M	1/M
SS	1/S	2/M	2/M	2/M	1/M	1/M	1/M	1/M
DBO ₅	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
DQO	2/S	1/S	1/S	1/S	1/M	1/M	1/M	1/M
Alcalinidad	2/S	1/S	1/S	1/S	1/M	1/M	1/M	1/M
Acidez Volátil	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
Grasas	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
NTK	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
N - amoniacal	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
Nitratos	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
Fosfatos	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
Sulfatos	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
Cloruros	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
Detergentes	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
Coliformes	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M	1/M
Eficiencia Desarenador	1/M							
Eficiencia Desengrasador	1/M	1/M						
Eficiencia Tamiz		1/M						
Clorofila			1/M			1/M		1/M
Estudio Fitoplancton			1/T					
Estudio Zooplancton			1/T					
Oxígeno Disuelto			1/S		1/M	1/M		
Altura de árbol							1/T	
Diámetro de tronco							1/T	
Crecimientos biomasa								1/S
A.R.:	Agua residual			F.V.:	Filtro verde	2/S:	2 Semanales	
F.T.:	Filtro de Turba			C. Lemna:	Cultivo Lemna	1/S:	Semanal	
C.B.R.:	Contactores biológicos rotativos					1/M:	Mensual	
						2/M:	Quincenal	
						1/T:	Trimestral	

LAGUNAJE

Rendimientos expresados en porcentaje de eliminación. Caudal medio de alimentación: 75 m.³/d.

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Media
Sólidos Totales	53	50	51	58	37	25	16	41
Sólidos Totales Volátiles	72	65	69	79	51	42	22	57
Sólidos en Suspensión	65	68	52	50	42	37	11	46
DQO	80	86	66	72	64	59	45	67
DQO centrifugada	89	92	90	86	84	81	80	86
DBO					88	86	84	86
N. amoniacal	57	57	38	68	65	67	70	60
Fosfatos	40	38	23	56	66	64	68	51

Porcentajes medios de eliminación



A partir del mes de Marzo se produce un fuerte incremento en la población de algas que abandonan el sistema en el efluente de la laguna de Maduración II, con la consiguiente disminución en el rendimiento de eliminación de D.Q.O. en la muestra sin centrifugar.

En los primeros meses del año se ha observado una fuerte presencia de flotantes, sobre todo en la última laguna.

Estos flotantes proceden de la rotura del tapete que tapiza los sedimentos de los fondos de las lagunas. A partir de Mayo disminuye progresivamente la existencia de estos flotantes.

El efluente del sistema de lagunaje, tras su paso por un filtro de arena, se emplea para el riego de los jardines de la instalación.

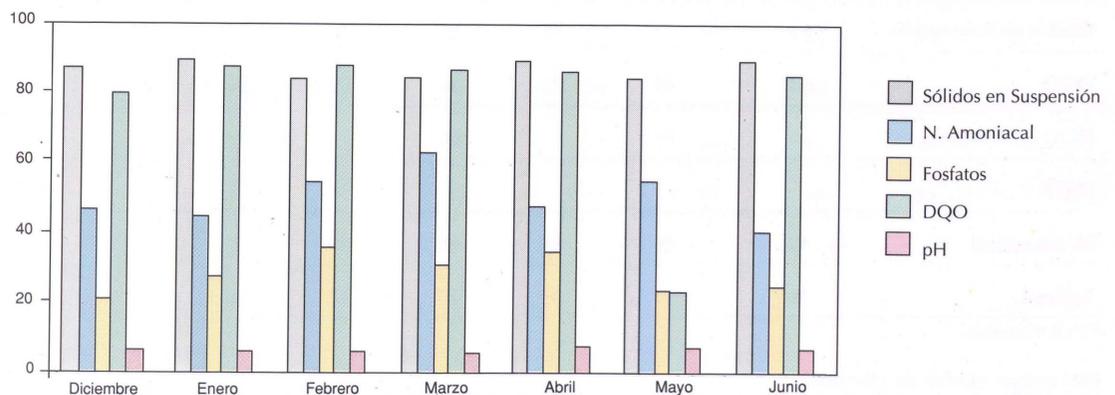
FILTROS DE TURBA

Rendimientos expresados en porcentaje de eliminación. Caudal medio de alimentación: 30 m.³/d (por unidad)

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Media
pH*	7,0	6,9	6,8	7,0	7,3	7,0	6,8	7,0
Sólidos Totales	30	37	32	34	29	45	34	34
Sólidos Tot. Volátiles	75	72	80	46	75	61	62	67
Sólidos en Suspensión	88	90	83	86	90	82	88	87
DQO	80	88	88	87	86	77	84	84
DBO						87	88	88
N. amoniacal	47	44	54	62	47	54	40	50
Fosfatos	21	28	36	31	34	22	24	28

(*) Valor absoluto

Porcentajes medios de eliminación



Como consecuencia de la propia naturaleza de la turba, el efluente del sistema presenta un pH inferior al de la entrada.

Los rendimientos en eliminación de sólidos en suspensión son elevados por lo que el efluente presenta buena transparencia, si bien con un ligero tono amarillento como consecuencia del arrastre de los ácidos húmicos de la turba.

En los períodos de lluvia intensa, ha sido preciso acortar los intervalos de rotación de los filtros, por la mayor aportación de agua y por la presencia en ésta de elevadas concentraciones de tierra.

CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS

Los bajos rendimientos obtenidos en la eliminación de sólidos en suspensión, y que disminuyen el rendimiento de eliminación de D.Q.O., se deben a la naturaleza estática de los decantadores secundarios, que no permite la extracción de los lodos conforme sedimentan. Dichos lodos, con el tiempo, ascienden a la superficie del decantador y escapan en el efluente deteriorando su calidad. Con la instalación de un sistema semicontinuo de extracción de lodos se solventará este problema.

En el mes de Abril se produjo la rotura de una de las bases de apoyo del eje del biodisco, por lo que fue necesario detener su funcionamiento para proceder a su reparación.

A partir de esa fecha se inicia la operación del biorrotor de espiral. En este equipo gracias al sistema de recirculación de lodos los rendimientos en eliminación de S.S. son muy elevados, obteniéndose un efluente de alta calidad.

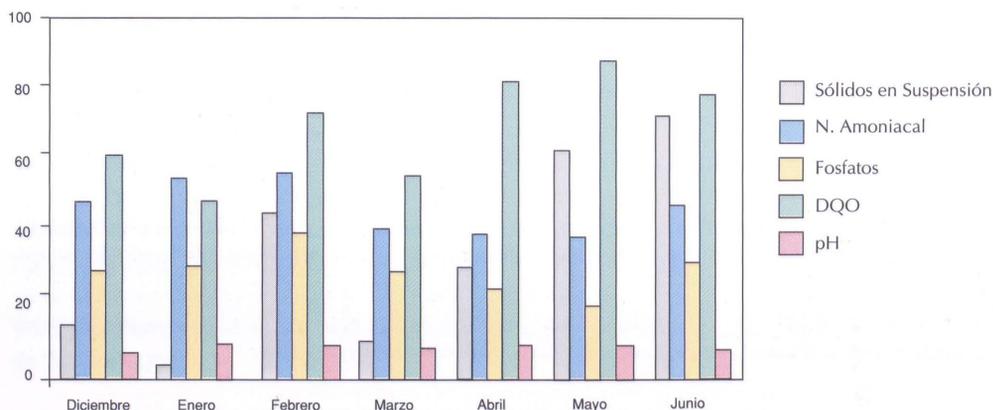
BIOCILINDRO

Rendimientos expresados en porcentaje de eliminación. Caudal medio de alimentación: 7,5 m.³/d.

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Media
pH*	7,6	8,6	7,9	7,9	8,1	8,0	8,0	8,0
Sólidos Totales	39	27	31	48	24	35	30	33
Sólidos Tot. Volátiles	59	30	63	58	48	48	45	50
Sólidos en Suspensión	15	3	45	10	30	63	74	34
DQO	62	49	73	56	82	86	80	70
DQO centrifugada		89		86				
DBO						87	85	86
N. amoniacal	49	56	56	42	41	39	48	47
Fosfatos	30	31	39	30	24	20	34	30

(*) Valor absoluto

Porcentajes medios de eliminación



CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS

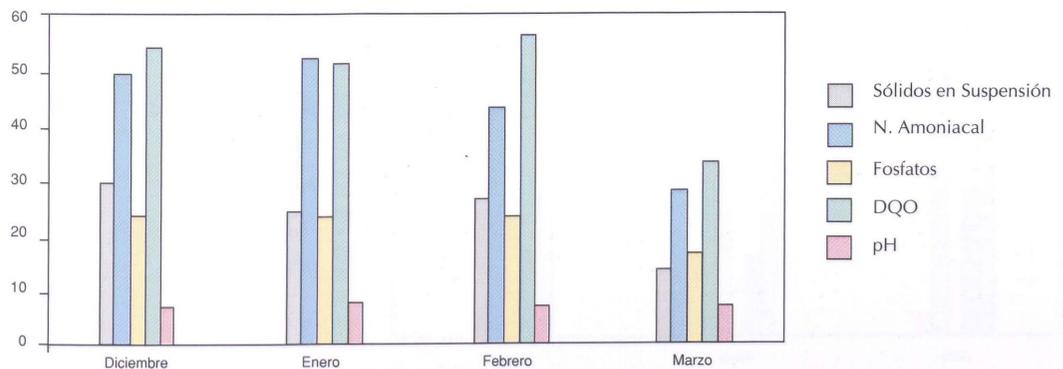
BIODISCO

Rendimientos expresados en porcentaje de eliminación. Caudal medio de alimentación: 7,5 m.³/d.

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Media
pH*	7,8	8,4	7,9	8,0	8,0
Sólidos Totales	25	24	15	16	20
Sólidos Tot. Volátiles	43	41	37	33	38
DQO	55	52	58	35	50
DQO centrifugada		86		80	
N. amoniacal	50	53	44	29	44
Fosfatos	24	22	25	18	22

(*) Valor absoluto

Porcentajes medios de eliminación



CONTACTORES BIOLÓGICOS ROTATIVOS

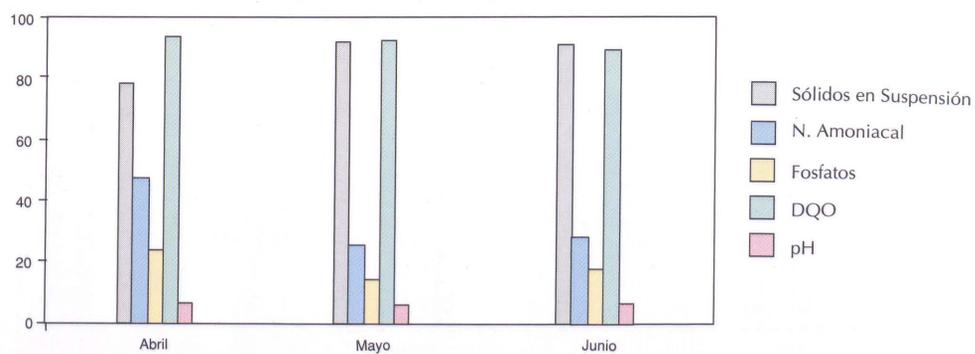
BIORROTOR

Rendimientos expresados en porcentaje de eliminación. Caudal medio de alimentación: 7,5 m.³/d.

	Abril	Mayo	Junio	Media
pH*	8,4	8,0	8,0	8,1
Sólidos Totales	33	42	35	37
Sólidos Tot. Volátiles	63	60	58	60
Sólidos en Suspensión	79	91	91	87
DQO	93	92	90	92
DBO		93	93	93
N. amoniacal	47	27	28	34
Fosfatos	23	15	19	19

(*) Valor absoluto

Porcentajes medios de eliminación



FILTRO VERDE

La evolución de los chopos plantados ha sido la siguiente:

	07-11-89	10-07-90	Incremento	26-06-91	Incremento
Altura media (cm)	343	524	(53%)	760	(45%)
Diámetro medio (cm)	3,5	6,2	(77%)	9,7	(56%)

Los rendimientos medios conseguidos, expresados como porcentajes de eliminación, han sido:

	Lisímetro 30 cm.	Lisímetro 60 cm.
pH*	7,6	8,7
Sólidos Totales	18	39
Sólidos Tot. Volátiles	62	75
Sólidos en Suspensión	92	97
DQO	93	94
N. amoniacal	85	90
Fosfatos	73	83

(*) Valor absoluto

Durante el periodo invernal ha aumentado notablemente la vegetación espontánea que crece en la choperera. Esta vegetación supe, en parte, la acción de los chopos, que durante este periodo se hallan en reposo.

El producto de la siega periódica de la vegetación espontánea se ha empleado para la alimentación animal. En Enero se efectuó la poda de la choperera con objeto de que el fuste de los árboles sea lo más recto posible y carente de nudos. No se ha detectado hasta el momento ningún síntoma de plaga o enfermedad en la plantación.

Para el seguimiento del rendimiento del Filtro Verde como sistema de depuración de aguas residuales, se han instalado 2 lisímetros a 30 y 60 cms., que permiten analizar el agua percolada a estas profundidades.

ESCORRENTIA SUPERFICIAL

Los rendimientos medios obtenidos, expresados como porcentaje de eliminación respecto al agua residual de entrada, han sido los siguientes:

	<i>Rendimiento</i>
pH*	8,0
Sólidos Totales	29
Sólidos Tot. Volátiles	48
Sólidos en Suspensión	38
DQO	57
N. amoniacal	44
Fosfatos	25

(*) Valor absoluto

En una zona situada entre los juncos y las eneas, se ha procedido a la plantación de carrizo (*Phragmites* sp), dados los buenos resultados obtenidos en la depuración de aguas residuales con este tipo de plantación.

El sistema se ha alimentado con agua residual, tras su paso por desarenador y desengrasador.

Los bajos rendimientos en eliminación de sólidos en suspensión, han aconsejado la instalación de un pequeño decantador a la salida de la escorrentía.

4. OTRAS ACTIVIDADES

4. OTRAS ACTIVIDADES

La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes no está concebida únicamente para el estudio y experimentación de las diferentes tecnologías que en ella se ubican, sino también como centro de demostración para los responsables del saneamiento de los distintos municipios en que se implanten este tipo de depuradoras.

En este sentido, desde su inauguración el pasado día 16 de marzo de 1990, se ha venido desarrollando una serie de visitas, entre las que, por su importancia, cabe destacar:

- Alcaldes y representantes de los municipios donde se instalarán las Plantas Pilotos que se construirán en la segunda fase del Plan.

Esta visita se produjo coincidiendo con la inauguración de la Planta Experimental, firmándose ese mismo día los convenios de cooperación entre la Consejería de Obras Públicas y Transportes y los distintos Ayuntamientos.

- Representantes de los municipios que integran la Mancomunidad de la Sierra gaditana, con la asistencia del Ilmo. Sr. Delegado

de Gobernación de Cádiz, miembros de la Excm. Diputación de esta provincia y Coordinador del Programa de recuperación y Mejora del río Guadalete.

- Componentes del Comité consultivo M.E.D.S.P.A.
- Representantes de la Excm. Diputación de Granada.

Otro de los objetivos de la Estación Experimental es establecer colaboraciones con otros organismos e instituciones, tanto nacionales como extranjeros, a fin de obtener los mayores avances tecnológicos en estas áreas de indudable porvenir.

También es necesario mencionar aquí que la Dirección General de Obras Hidráulicas no sólo se limita a la aplicación de las tecnologías de bajo costo en el contexto del Plan de Investigación, Desarrollo y Experimentación que nos ocupa, sino también a promover su aplicación en zonas problemáticas como la cuenca alta del río Guadalete, Bajo Almanzora y en un futuro próximo en el entorno de Doñana.



5. OBJETIVOS FUTUROS

5. OBJETIVOS FUTUROS

Entre los objetivos que se persiguen con la puesta en marcha de la Planta Experimental de Carrión de los Céspedes, en colaboración con la red de Plantas Piloto, pueden destacarse los siguientes:

- Optimización de los parámetros de diseño adaptándolos a las condiciones que imperan en cada zona.
- Simplificación de las tareas de explotación y mantenimiento, mediante la introducción de las mejoras de diseño.
- Desarrollo y experimentación de nuevas tecnologías de depuración de aguas residuales.
- Estudios agronómicos sobre las posibilidades de reutilización de las aguas depuradas.
- Formación teórica y práctica de las personas encargadas de la explotación de las E.D.A.R., de este tipo, que se vayan construyendo.
- Divulgación de los resultados; para ello se tiene previsto: publicar artículos en revistas tanto especializadas como de información general, emitir folletos informativos, realizar vídeos, participar en jornadas y seminarios, acoger visitas, realizar intercambios con otros organismos, etc.

**6. REALIZACIONES
COMPLEMENTARIAS**



6. REALIZACIONES COMPLEMENTARIAS

Paralelamente se está desarrollando la segunda fase del Plan, habiéndose prácticamente ultimado los trabajos relativos a la Tipificación de efluentes, mientras que se encuentran en fase de ejecución cinco Plantas Piloto:

- Alcalá del Valle (Cádiz) ... Lagunaje
- Aljaraque (Huelva) Filtro de Turba
- Bonares (Huelva) Lagunaje profundo
- Pedroche (Córdoba)..... Biodiscos
- La Victoria (Córdoba)..... Filtros de Turba

Asimismo, está prevista la construcción de nuevas Plantas Piloto en los municipios de Padul (GRANADA), Caba del Santo Cristo (JAEN), Fuente de Piedra, Montecorto (MALAGA) San Nicolás del Puerto (SEVILLA), El Granado e Hinojos (HUELVA) con la colaboración del I.T.G.M.E. en ésta última.

La ubicación y el tipo de tecnologías adoptado se muestra en el mapa adjunto.



