

TÍTULO DEL TRABAJO

“Investigaciones sobre humedales artificiales en la planta experimental de Carrión de los Céspedes (Sevilla)”

TÍTULO RESUMIDO

“Humedales artificiales en la planta experimental de Carrión de los Céspedes (Sevilla)”

NOMBRE DE AUTORES

Salas Rodríguez, J.J.*; Pidre Bocado, J.R.; Cuenca Fernández, I.

NOMBRE Y DIRECCIÓN DE LAS INSTITUCIONES

Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA)
Avenida Américo Vespucio, 5-A, Planta 2^a, Módulo 10. Isla de la Cartuja, 41092 Sevilla

NÚMERO DE TELÉFONO, FAX Y E-MAIL

Teléfono: 954 46 02 51; Fax: 954 46 12 52; e-mail: jjsalas@centa.org.es

FIGURAS Y TABLAS

4 tablas

RESEARCH IN CONSTRUCTED WETLANDS IN THE EXPERIMENTAL PLANT OF CARRIÓN DE LOS CÉSPEDES (SEVILLE)

Salas Rodríguez, J.J.*; Pidre Bocado, J.R.; Cuenca Fernández, I.
Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA)

ABSTRACT

Since 1990, the Carrión de los Céspedes Experimental Plant (PECC) has been working on the development and implementation of Non-Conventional Technologies for wastewater treatment in small towns.

Recently, with the extension of the PECC, the Constructed Wetlands research has been notably favoured, given that six new wetlands, with a total surface area of 1,500 m², have been built. The different existing technologies are represented: Surface Flow, Horizontal Subsurface Flow and Vertical Subsurface Flow Wetlands.

The wetlands have been built with different medium thicknesses, the medium used is diverse and the wetlands can be placed in different series-parallel combinations. All the foregoing allows a wide range treatment technology of research to be developed.

The results obtain from the first months monitoring of these new wetlands are shown.

KEYWORDS

Imhoff Tank, Non Conventional Technologies, PECC, *Phragmites australis*

INVESTIGACIONES SOBRE HUMEDALES ARTIFICIALES EN LA PLANTA EXPERIMENTAL DE CARRIÓN DE LOS CÉSPEDES (SEVILLA)

RESUMEN

La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes (PECC), trabaja desde 1990 en el desarrollo e implantación de Tecnologías no Convencionales para el tratamiento de las aguas residuales de las pequeñas aglomeraciones urbanas.

Recientemente, con la ampliación de la PECC, se han potenciado notablemente las investigaciones sobre Humedales Artificiales, al haberse construido seis nuevos humedales, con una superficie total de 1.500 m², estando representadas las distintas tecnologías existentes: Humedales de Flujo Libre, Humedales de Flujo Subsuperficial Horizontal y Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical.

El hecho de que los humedales se hayan construido con diferentes espesores de sustrato, que los sustratos empleados sean diversos y que los humedales puedan disponerse en distintas configuraciones serie-paralelo, permite el desarrollo de un amplio abanico de investigaciones sobre esta tecnología de tratamiento.

Se recogen los resultados obtenidos en los primeros meses de seguimiento de estos nuevos humedales.

PALABRAS CLAVES

PECC, *Phragmites australis*, Tanque Imhoff, Tecnologías no Convencionales,

1.- INTRODUCCIÓN

La Planta Experimental de Carrión de los Céspedes (PECC), cuya titular es la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, viene trabajando desde 1990 en el desarrollo e implantación de Tecnologías no Convencionales para el tratamiento de las aguas residuales generadas en las pequeñas aglomeraciones urbanas. Entre las tecnologías estudiadas destacan: Filtros Verdes, Lagunajes, Filtros de Turba, Humedales Artificiales y distintas combinaciones entre las mismas. (DGOH, 1997).

Recientemente, con la finalización de las obras de la primera fase de ampliación de la PECC, (Salas, J.J., 2005), se han potenciado notablemente las investigaciones sobre Humedales Artificiales, al haberse construido seis nuevos humedales, con una superficie total de 1.500 m²

y que recogen las distintas tecnologías existentes: Humedales de Flujo Libre, Humedales de Flujo Subsuperficial Horizontal y Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical.

El hecho de que estos humedales se hayan construido con diferentes espesores de sustrato, que los sustratos empleados sean diversos y que los humedales puedan disponerse en distintas configuraciones serie-paralelo, permite el desarrollo de un amplio abanico de investigaciones sobre esta tecnología de tratamiento.

En el presente trabajo se recogen las características constructivas de los Humedales Artificiales de Flujo Subsuperficial implantados y los primeros resultados obtenidos de su seguimiento, en los que puede observarse el comportamiento de los distintos sustratos empleados.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Características constructivas

Se han implantado cinco Humedales de Flujo Subsuperficial, de los que dos son de Flujo Vertical (HV I y HV II) y tres de Flujo Horizontal (HH I, HH II y HHIII), con las siguientes dimensiones y características constructivas:

Humedales Artificiales de Flujo Vertical.

Dimensiones.

Los dos humedales son de sección rectangular y presentan una superficie de 317 m² (23,5 x 13,5 m), en el caso del humedal HV I, y de 288 m² (24 x 12 m) para el humedal HVII.

En ambos humedales la pendiente del fondo es del 1%, hacia la zona de salida.

Impermeabilización.

El volumen ocupado por los humedales se ha impermeabilizado con lámina plástica de polietileno de alta densidad (PEAD) de 2,5 mm de espesor, colocada sobre geotextil de 180 g/cm².

Sustratos.

HV I: sobre una capa inferior de 15 cm de espesor de grava 25-40 mm, en la que se encuentra la red de drenaje, se ha dispuesto una capa de gravilla, de tamaño 4-12 mm, y de 60 cm de espesor.

HV II: sobre una capa inferior de grava 25-40 mm y de 15 cm de espesor, en la que se distribuye la red de drenaje, se disponen una serie de capas de áridos: 10 cm de gravilla de 4-12 mm, 30 cm de gravilla caliza de 3-8 mm y, finalmente, 30 cm de gravilla de 4-12 mm.

Drenaje.

En el fondo de cada humedal, y embutidas en una capa de grava 25-40 mm y de 15 cm de espesor, se han instalado cinco tuberías de drenaje, de 125 mm de diámetro, dispuestas longitudinalmente y que finalizan en la arqueta de recogida de efluentes depurados.

Ventilación.

Para favorecer la oxigenación del sustrato de los humedales, cada tubería de drenaje cuenta con tres chimeneas, distribuidas equidistantemente, y que sobresalen 1 m verticalmente sobre el sustrato, al objeto de potenciar la circulación de aire por las tuberías.

Plantas.

De los dos humedales, tan sólo se ha procedido a la plantación del HV I, empleando para ello *Phragmites australis*. Las plantas procedían de vivero y se ha implantado con una densidad de 5 plantas/m².

Alimentación y evacuación de efluentes.

Para la alimentación de los humedales se han dispuesto cinco tuberías longitudinales de polietileno, de 32 mm de diámetro, con orificios de salida de 1 cm de diámetro cada 1,80 m. Las tuberías descansan directamente sobre el sustrato, manteniéndose la misma separación entre ellas.

Los efluentes, tras atravesar verticalmente el sustrato, son recogidos por las tuberías de drenaje, que descargan en la arqueta de salida. Un conjunto de válvulas, dispuestas en esta arqueta, permite enviar los efluentes depurados a cauce, o alimentar con los mismos a otro de los humedales existentes.

Humedales Artificiales de Flujo Horizontal.

Dimensiones.

Los tres humedales presentan sección rectangular, siendo sus dimensiones: 277 m² (24 x 11,5 m) para el humedal HH I, 229 m² (26 x 8,8 m) en el caso del humedal HH II, y 211 m² (26 x 8,1 m) para el humedal HH III.

El fondo de los tres humedales presenta una pendiente, hacia la zona de evacuación, del 1%.

Impermeabilización.

El volumen ocupado por los humedales se ha impermeabilizado con lámina plástica de PEAD de 2,5 mm de espesor, colocada sobre geotextil de 180 g/cm².

Sustratos.

Para los tres humedales el espesor medio del sustrato filtrante es de 60 cm, variando su granulometría y naturaleza:

HH I: grava silíceo de 12-20 mm.

HH II: gravilla silíceo de 4-12 mm

HH III: gravilla caliza de 3-8 mm

Plantas.

Inicialmente, y al objeto de estudiar el comportamiento de los distintos sustratos, no se ha procedido a la plantación de estos humedales. En un futuro está prevista su plantación con *Phragmites australis*.

Alimentación y evacuación de efluentes.

En cabecera y en cola de estos humedales (a modo de sistema de reparto y para la recogida de aguas depuradas, respectivamente), se han dispuesto sendas zonas de bolos de 40-80 mm.

La alimentación se efectúa mediante tuberías de polietileno de 63 mm de diámetro, con perforaciones de 1 cm de diámetro. Estas tuberías descansan directamente en la parte superior de la zona de bolos dispuesta al comienzo de los humedales.

La evacuación de los efluentes depurados se realiza a través de dos tuberías de drenaje de 125 mm de diámetro, embutidas en el fondo de la zona de bolos dispuesta a la salida. Los drenajes conectan con una tubería final flexible, ubicada en la arqueta de evacuación de efluentes. Esta tubería permite modificar el nivel de encharcamiento del sustrato.

2.2. Condiciones operativas

Los humedales de cabecera (HV I, HH I y HV II), se han alimentado con efluentes procedentes de un Tanque Imhoff, construido en hormigón y con capacidad para 500 habitantes equivalentes. El Tanque Imhoff recibe aguas residuales previamente pretratadas (Desbaste, Desarenado y Desengrasado).

Un sistema de electroválvulas y de sondas de nivel, dispuesto en la arqueta de salida del Tanque Imhoff, permiten alimentar los humedales de forma intermitente, por bombeo, y dosificar las alimentaciones en el tiempo, y con caudales variables.

Durante los primeros estudios llevados a cabo, los esquemas de funcionamiento de los humedales han sido los siguientes:

Tanque Imhoff \rightarrow Humedal Artificial de Flujo Vertical (HV I) \rightarrow Humedal Artificial de Flujo Horizontal (HH II)

Tanque Imhoff \rightarrow Humedal Artificial de Flujo Horizontal (HH I) \rightarrow Humedal Artificial de Flujo Horizontal (HH III)

Tanque Imhoff \rightarrow Humedal Artificial de Flujo Vertical (HV II)

En el transcurso del seguimiento, que ha comenzado con la puesta en operación de los humedales, se ha procedido a la toma semanal de muestras de influente, efluentes de puntos intermedios y efluentes finales.

A las muestras tomadas se les ha determinado, en el propio laboratorio de la PECC, Sólidos en Suspensión, DBO₅ y DQO. (APHA, 1995).

Igualmente, diariamente se ha procedido a la lectura de los caudales de alimentación y de los datos meteorológicos de la estación oficial con que cuenta la PECC, (temperatura máxima y mínima, temperatura húmeda y seca, evaporación, pluviometría, horas de sol y radiación solar incidente), dejándose constancia, además, de cuanta incidencia se ha considerado reseñable.

3. RESULTADOS

La Tabla 1, recoge las condiciones operativas (caudales y cargas orgánicas y de sólidos), bajo las que han operado los humedales a lo largo del estudio.

Tabla 1.- Características operativas de los humedales

	Caudal (m ³ /d)	Carga orgánica (g DBO ₅ /m ² .d)	Carga de sólidos (g SS/m ² .d)
Humedal HV I	11	12,8	4,9
Humedal HH II	11	11,0	5,3
Humedal HH I	11	17,9	6,9
Humedal HH III	11	7,3	3,4
Humedal HV II	11	14,1	5,4

Para la determinación de las cargas orgánicas y de sólidos con las que han trabajado los humedales de cabecera, se han tenido en cuenta los rendimientos que se alcanzan en el Tanque Imhoff, y que han sido del 49% para los Sólidos en Suspensión, del 36% para la DBO₅ y del 37% para la DQO.

Las Tablas 2, 3 y 4 muestran las características medias de los influentes y de los efluentes de las distintas etapas de los tratamientos estudiados, así como los rendimientos alcanzados, durante los dos meses iniciales de funcionamiento.

Tabla 2.- Combinación Humedal de Flujo Vertical (HV I) y Humedal de Flujo Horizontal (HH II).

	Influente	Salida HV I	Rendimiento (%)	Salida HH II	Rendimiento global (%)
Sólidos en Suspensión (mg/l)	281	110	61	52	81
DBO ₅ (mg/l)	557	230	59	102	82
DQO (mg/l)	1.091	369	66	194	82

Tabla 3.- Combinación Humedal de Flujo Horizontal (HH I) y Humedal de Flujo Horizontal (HH III).

	Influente	Salida HH I	Rendimiento	Salida H III	Rendimiento global (%)
Sólidos en Suspensión (mg/l)	281	65	77	30	89
DBO ₅ (mg/l)	557	140	75	66	88
DQO (mg/l)	1.091	252	77	130	88

Tabla 4.- Humedal de Flujo Vertical (HV II).

	Influente	Salida H V II	Rendimiento (%)
Sólidos en Suspensión (mg/l)	281	106	62
DBO ₅ (mg/l)	557	153	73
DQO (mg/l)	1.091	271	75

4. DISCUSIÓN

Si bien, el Humedal de Flujo Vertical (HV I), es el único que ha contado con vegetación, dado el breve plazo transcurrido desde su plantación, el desarrollo de las plantas es muy escaso, por lo que a efectos comparativos con el resto de los humedales, se asume que en este humedal, en la actualidad, es el sustrato el que ejerce el mayor efecto sobre los rendimientos de depuración.

De los tres humedales dispuestos en cabecera, los de flujo vertical (HV I y HV II), han operado con cargas orgánicas inferiores a las recomendadas (20-40 g DBO₅/m².d), mientras que el de flujo horizontal (HH I), ha superado ampliamente los límites recomendados (4-6 g DBO₅/m².d). (García, J., 2004).

El Humedal de Flujo Horizontal (HH I), ha presentado mejores rendimientos que los de flujo vertical, pese a operar con mayores niveles de carga orgánica y hacer uso de un sustrato filtrante de mayor granulometría.

Las combinaciones de humedales producen notables mejoras en los rendimientos globales de depuración, destacando la combinación entre los dos Humedales de Flujo Horizontal (HH I y HH III), que llega al alcanzar eliminaciones de Sólidos en Suspensión, DBO₅ y DQO cercanos al 90%.

Debe recalarse, que los resultados obtenidos son preliminares, y se corresponden con los dos primeros meses de operación de los nuevos humedales, por lo que habrán de ser contrastados en estudios a más largo plazo.

Una vez finalizados los estudios sobre el comportamiento de los humedales sin vegetación, al objeto de evaluar los diferentes sustratos empleados en su construcción, se procederá a su plantación con *Phragmites australis*, para poder evaluar el papel que desempeñan las plantas.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA (American Public Health Association) (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19 th edition, Washington DC.

DGOH (1997). *Planta Experimental de Carrión de los Céspedes, Evolución y Experiencias*. Dirección General de Obras Hidráulicas. Consejería de Obras Públicas y Transportes. Junta de Andalucía.

García, J. (2004). Humedales construidos para controlar la contaminación: perspectivas sobre una tecnología en expansión. *Nuevos criterios para el diseño y operación de humedales construidos*. (7-15). Ed. CPET. Barcelona.

Salas, J.J. (2005). Ampliación de la Planta Experimental de Carrión de los Céspedes (Sevilla). *Tecnoambiente* (pendiente de publicación).