

Sobre el estado de la técnica en la desalación de aguas residuales:

Resumen de experiencias prácticas en la gestión de tratamiento terciarios

Autores: Manuel Hernández, Marco, Gil, Carmelo Santana, Escolástico Aguiar, Gerardo Martín

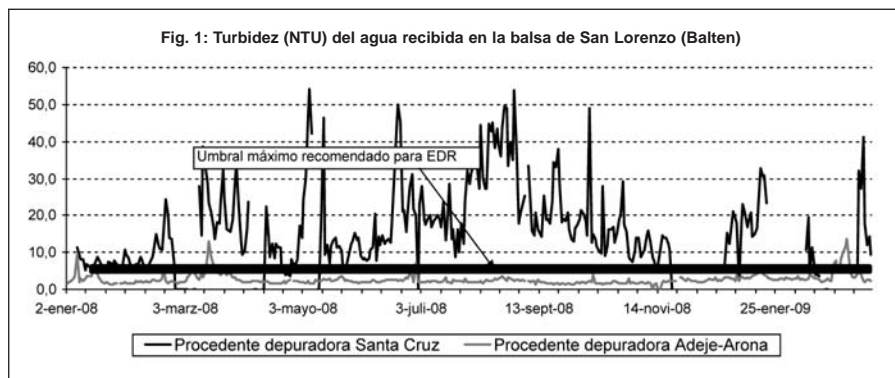
INTRODUCCIÓN

La reutilización de aguas depuradas requiere en Canarias de una desalación, aunque sea parcial, para reducir la salinidad del agua por debajo de los 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este problema, planteado hace casi 20 años, ha resultado mucho más difícil de resolver de lo que se esperaba en un principio. Ahora, después de numerosas experiencias fallidas, parece que empiezan a obtenerse soluciones técnicas y económicamente viables. En este artículo se resumen los resultados de algunas de estas experiencias en Gran Canaria, Lanzarote y Tenerife y así como las perspectivas de futuro a la vista de las nuevas tecnologías de depuración con membranas (MBR).

TURBIDEZ EN EL AGUA DEPURADA

Las plantas depuradoras no siempre son capaces de producir agua de baja turbidez, sobre todo si tienen un dimensionamiento muy ajustado. Bastan pequeñas alteraciones en la biología de las balsas de aireación para que surjan problemas en los decantadores

filtros de arena fluidizada (FAF). La MF y UF permiten obtener un agua con una turbidez inferior a 1 NTU mientras que los FMF permiten rebajar la turbidez hasta 2-3 NTU con una dosis de 9 -15 mg/L de policloruro de aluminio (PCA), dependiendo del tipo de agua [2][6]. Una configuración



y empiecen a escaparse los sólidos en suspensión. La Figura 1 ilustra este ejemplo para el caso de Santa Cruz de Tenerife [1]. Un problema similar ocurre en las depuradoras de Telde [2] y Las Palmas [3].

Tal y como se ilustra en dicho gráfico, la electrodiálisis reversible (EDR) funciona bien con algunas aguas residuales, como por ejemplo Adeje-Arona, ya que admite hasta 6 NTU de turbidez [4]. Por el contrario, la ósmosis inversa (OI) tiene limitaciones, ya que sólo admite <1 NTU (< 3 SDI) [5].

Para reducir la turbidez se pueden utilizar membranas de microfiltración (MF) o ultrafiltración (UF) y también

recomendada para la desalación de aguas depuradas con problemas de turbidez sería por tanto: FAF + EDR. Colocar unos filtros de 150 μm de protección para la EDR es también recomendable [2].

LOS FOSFATOS EN EL AGUA DEPURADA

Los niveles de fosfatos en las aguas depuradas de Canarias suelen ser altos ($\approx 40-50 \text{ mgPO}_4/\text{L}$). Estos niveles no son problema para la EDR. Sin embargo, si lo son para la OI ya que está comprobado que a partir de 30 mgPO_4/L se producen serias incrustaciones en las membranas [2].

CONSTRUTEC
Soluciones Técnicas en
Conducciones Hidráulicas

Los tratamientos de coagulación-floculación con FAF reducen considerablemente los niveles de fosfatos. Las pruebas realizadas en Gran Canaria [2] indican que una dosificación de 15 mg PCA/L permite reducir los fosfatos hasta <1 mg PO_4/L , mientras que una dosis de 9 mg PCA/L permite reducir los niveles hasta 12-19 mg PO_4/L [2]. Estos valores son ya aceptables para la ósmosis.

Puede concluirse así, que en aguas con problemas de fosfatos la configuración para OI debería ser: FAF + MF + filtro de cartucho + OI. En principio, sería posible sustituir la MF por UF pero no hay experiencias hasta ahora.

OBSTRUCCIÓN DE LOS FILTROS DE CARTUCHO

Los filtros de cartucho se colocan siempre antes de la OI o EDR. Tienen un paso de 5 ó 10 μm . Las pruebas realizadas con filtros de cartucho de hilo bobinado colocados después de un tratamiento de coagulación-floculación con FAF indican que el PCA a dosis de 15 mg/L produce una especie de "baba" que obliga a la reposición de los filtros después de pocos días. Sin embargo, la utilización de filtros de cartucho de fibra hueca retrolavables (Génesis) elimina el problema ya que con retrolavados semanales alcanzan una vida útil de 3-4 meses [6].

MICROORGANISMOS PATÓGENOS

La EDR no reduce la presencia de microorganismos patógenos, pero la OI obviamente sí. La UF también elimina los virus y bacterias y la MF puede llegar a reducir considerablemente la presencia de virus y bacterias, aunque depende de los casos. En la práctica se considera suficiente una desinfección después de la EDR para la reutilización en regadíos de bajo contacto humano (p. e. goteo o campos de golf)

Presentación de un nuevo entorno gráfico para el sitio web de la FCCA

El Centro Canario del Agua presenta un nuevo formato para su web www.fcca.es concebido para facilitar la búsqueda de datos y recursos. El nuevo entorno gráfico muestra la información con una mayor organización estructurándola de una forma piramidal.

Según este diseño, la página contiene cuatro grandes secciones compuestas por subsecciones en las cuales se almacenan los artículos y los ficheros para su descarga.

Como novedad se ofrece la sección de productos de la Fundación, que incluye los equipos de lechos de calcita, los eductores gigantes, los software de interpretación de resultados analíticos, así como la nueva herramienta Hydro-Rem® para captación y lectura de datos por Internet de

plantas de tratamiento de aguas (de próxima presentación).

Se ha dejado un poco de lado la gran acumulación de banners y anuncios que invadían la portada de la antigua web dificultando al usuario la búsqueda de información, objetivo principal de dicho sitio web.

Exceptuando el diseño gráfico, la web sigue ofreciendo idénticos servicios y tiene la misma función divulgativa e informativa que hasta ahora. En desarrollo está crear un apartado fotográfico de estaciones de tratamiento de aguas tales como estaciones depuradoras y desaladoras. La Fundación confía así en seguir mejorando la comunicación con todos aquellos sectores interesados en la investigación y desarrollo dentro del gremio del agua.

Sobre el estado de la técnica en la desalación de aguas residuales: Resumen de experiencias prácticas en la gestión de tratamientos terciarios

Viene de la pág. 1

Tabla 1: Costes de explotación de terciarios en TF

	€/m ³
<i>Adeje-Arona (8.000 m³/d)</i>	
Personal	0,158
Reposiciones EDR	0,011
Reactivos	0,040
Filtros cartucho	0,013
Electricidad	0,052
TOTAL	0,274

Configuración:

filtros arena convencional + filtros cartucho + EDR

CALIDAD DE LA DEPURACIÓN Y DESALACIÓN

Se está de acuerdo en que la desalación de las aguas procedentes de plantas depuradoras de aireación prolongada es más sencilla que las procedentes de plantas con tratamientos convencionales. Las aguas de plantas depuradoras con buenos niveles de NTU a la salida (<5 NTU) están siendo desaladas con una configuración de filtros de arena simple + filtros cartucho + EDR sin problemas [1]. También hay experiencias positiva con la configuración MF + filtros cartucho + OI [7].

LOS REACTORES DE MEMBRANAS

Los reactores de biomembranas (MBR) llevan UF o MF según el fabri-

Tabla 2: Costes de explotación de terciarios en GC

	€/m ³
<i>Telde y Gáldar</i>	
Filtro arena fluidiza	0,079
MF	0,096
OI	0,259
TOTAL	0,434

	€/m ³
<i>Las Palmas</i>	
UF	0,157
EDR	0,281
TOTAL	0,438

	€/m ³
<i>Cardones y Bañaderos</i>	
FQ convencional	0,055
EDR	0,453
TOTAL	0,508

cante. Los nuevos diseños incluyen un desarenado + separación aceites y grasas + cámara anóxica + cámara aerobia (≈11 gMLSS/L) + UF o MF. El agua regenerada con MBR puede desalarse directamente con EDR. La OI requiere UF. Esta última solución lleva funcionando con éxito varios años en Lanzarote con bajos niveles de fosfatos [8].

COSTES DE TRATAMIENTO

Las tablas 1 y 2 ilustran la diferencia de costes entre un terciario en una

planta holgada como es Adeje-Arona en Tenerife [1] y plantas con problemas de dimensionamiento en Gran Canaria [9].

Información completa en
EL MANANTIAL DIGITAL

REFERENCIAS:

- AGUIAR, E. Gerente de Balten, Desalación de aguas depuradas mediante EDR: 10 años de experiencias en Tenerife. Jornada AEAS, Madrid 18 de Enero.
- GIL, M. (2006) Director técnico de Aguas de Telde, comunicación personal.
- HERNÁNDEZ, M. Director del CCA. Sobre el criterio de dimensionamiento de estaciones depuradoras de aguas residuales en zonas de bajo consumo: Análisis de datos de 17 EDARS en Gran Canaria. El Manantial, n.º. 25, diciembre 2004.
- ZERPA (2006) Jefe de proyectos GE-Infraestructure, comunicación personal.
- PÉREZ, J. (2006) Director de Toray España, comunicación personal.
- MARTÍN, G. (2006) Director técnico de Aguafactory, comunicación personal.
- MAROTO, L. Jefa de Reutilización, Aguas Filtradas Lanzarote. Tratamientos de regeneración en Lanzarote: Estudio comparativo entre micro y ultrafiltración, Jornada AEAS 18 Enero 2006.
- SÁNCHEZ, A. Director de Aguas Filtradas, Lanzarote. Edar Haría, MBR Zenon Jornada AEAS 18 Enero 2006.
- SANTANA, Carmelo. Jefe de Desalación del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria. Análisis de la situación actual de instalaciones del Consejo Insular. Jornada AEAS 18 de enero de 2006.

Mejora en el diseño

Lechos de calcita con circuito de recirculación para el control de aguas turbias

El diseño de los lechos de calcita de flujo ascendente y altura constante en obra civil ha sido mejorado a la luz de los nuevos proyectos en los que se ha seleccionado la tecnología del Centro Canario del Agua como sistema de remineralización para las aguas desaladas.

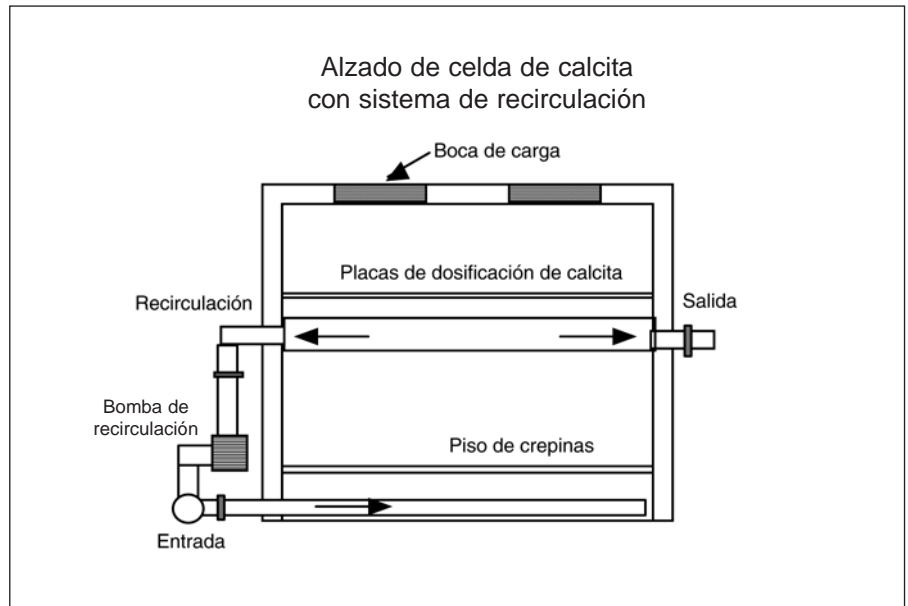
El diseño mantiene el concepto de una batería de lechos rectangulares de funcionamiento en paralelo, aunque con celdas independientes, esto es, con válvulas de control a la entrada y a la salida de las celdas.

Otra particularidad importante es la ubicación de un vertedero perimetral en el interior de las celdas. Con esto se ha simplificado y abaratado los costes de la obra civil.

El avance más importante ha sido la incorporación de un circuito de recirculación para las aguas turbias con inyección en la tubería de entrada de los lechos. El sistema permite hacer la limpieza de las celdas de forma individualizada, con la planta en funcionamiento normal y sin alterar la calidad del agua de salida.

La operación de limpieza, o purga, se inicia con el cierre de la válvula de salida de agua limpia y la apertura del circuito de recirculación. A continuación, se realiza la inyección de aire a presión en las tuberías de entrada durante un tiempo predefinido. Acabado dicho tiempo se cierra la inyección de aire y después de un período de lavado de 3 minutos se cierra el circuito de recirculación y se vuelve a abrir la válvula de salida de agua limpia. El sistema está automatizado.

Los problemas de turbidez se generan durante el arranque de la planta y también por la acumulación, con el tiempo, de finos en la parte alta del lecho. Con el nuevo sistema se consigue controlar estos riesgos. El hecho de ser un proceso secuencial, celda por celda, permite hacer la lim-



pieza sin alterar la calidad del agua de salida.

El sistema permite también hacer una limpieza fuerte del lecho para el lavado de impurezas. En este caso se aumenta el caudal de la celda a limpiar, desviando un mayor caudal ha-

cia la misma y manteniendo la inyección de aire. El vertido de estas limpietas no se reinyecta en la tubería de entrada sino que se vierte directamente al colector de aguas residuales previo paso por un depósito decantador.

Además del apoyo del Gobierno de Canarias y los 7 Consejos Insulares de Aguas la Fundación Centro Canario del Agua recibe ayuda financiera y logística de las siguientes empresas y profesionales:

GRANDES EMPRESAS

• AQUALIA • CADAGUA • CANARAGUA • CERVECERA DE CANARIAS
• CONSTRUTEC • DEGREMONT • DRACE • ELMASA • EMALSA • EMMA-
SA • ENTEMANSER • G.E. INFRAESTRUCTURAS • INALSA • INFILCO
ESPAÑOLA • SADYT • TECNOLOGÍA CANARIA DEL AGUA • TEDAGUA

PYMES

• AQUAFACORY • HYDRA CONSULTORES • EMPRESA MIXTA DE AGUAS
DE LA ANTIGUA • JOSÉ FALCÓN SUÁREZ • SOLWATER •
TAGUA • TECNOVALIA • TORAY MEMBRANE EUROPE • WASSER

PROFESIONALES

EMILIO ALSINA (CCIMA); ÁNGEL CARRALERO (GESCOMYCE); GLORIA GUTIÉRREZ
(Abogado); JOSÉ LUIS P. TALAVERA (Ingeniero Industrial); ALEXIS POMARES (GIRO
INGENIERÍA); ROBERTO PONCELA (Geólogo); ELZBIETA SKUPIEN (Hidrogeóloga);
M.^a DE LOS ÁNGELES RODRÍGUEZ MORA; FELICIANO GARCÍA (Catedrático
ULL); ALEJANDRO GAVELA (Canarias Explosivos).

El Centro Canario del Agua adquiere la licencia de una novedosa herramienta de administración remota de plantas de tratamiento de aguas

HydroRem® es un sistema de control por Internet para plantas de tratamiento de aguas en general, que supervisa y transmite datos, en tiempo real, de cualquier sistema de control electrónico: PLC, HMI o SCADA, de forma fiable y altamente segura.

Los datos e informes se actualizan y almacenan continuamente en un servidor y están disponibles permanentemente on-line para aquellos usuarios que dispongan de los códigos de acceso correspondientes y de conexión a Internet.

La supervisión remota por medio **HydroRem®** evita, por propio diseño del software, los riesgos de acceso a los sistemas de control de la planta. El software del sistema **HydroRem®** no incluye capacidades de control ya que funciona de forma independiente a éstos. La transmisión de datos se realiza de forma unidireccional y la base de datos está alojada en un servidor que dispone a su vez de un sistema de seguridad.

El sistema de notificación de alarmas de **HydroRem®**, más avanzado que el sistema de comunicación mediante auto-dialers, puede comunicar vía mensaje de texto o por correo electrónico cualquier dato del sistema. Así, cuando surge una alerta el responsable recibe la señal de forma casi inmediata.

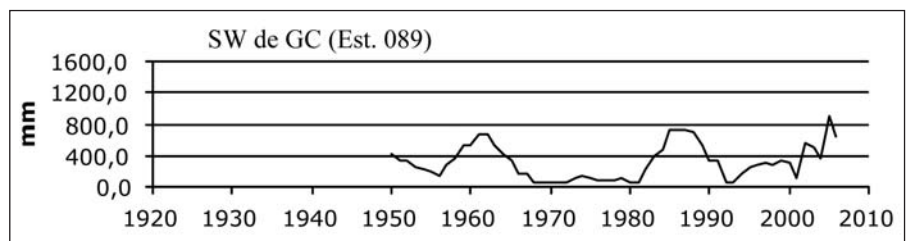
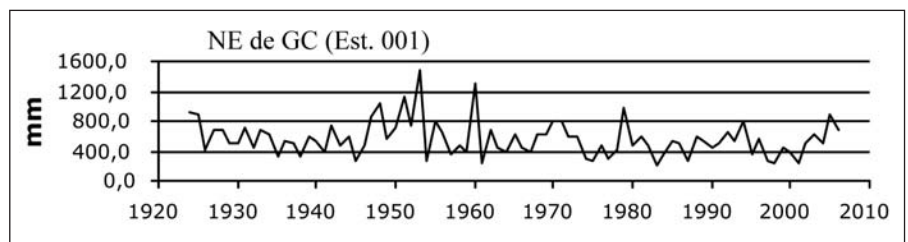
HydroRem® ofrece las siguientes características:

- Tarjeta de captación de datos adaptable a varias configuraciones de control y de suministro de datos.
- Instalación económica y costes de explotación reducidos.
- Equipos fáciles de montar y desmontar.
- Software de gestión y de creación de informes claro y sencillo de manejar.
- Lecturas frecuentes en tiempo real y gran capacidad de almacenamiento de datos en un servidor remoto accesible permanentemente.
- Sistema seguro de protección de datos y sin riesgo de intrusismo por Internet al sistema de control de la planta.
- Múltiples visualizaciones simultáneas sin pago extra.
- Alarmas y alertas por teléfono, SMS, o correo electrónico de cualquier evento monitorizado en la planta.

HydroRem® pretende ser una alternativa importante para la gestión económica de las plantas de tratamiento de aguas frente a otras soluciones más caras o complicadas, como son los sistema SCADA o similar. La Fundación ofrece este servicio con el objetivo de que su bajo coste, tanto de instalación como de explotación, abra nuevas perspectivas a la vigilancia y control de plantas.

El de 2004/2005, el invierno más lluvioso de las últimas décadas en Gran Canaria

Es notorio que en los últimos años las presas de Gran Canaria se han llenado por encima de lo habitual. Analizando los datos de pluviometría, se observa que el invierno 2004/2005 ha sido más lluvioso en el SW de Gran Canaria de las últimas décadas. Los datos de NE no reflejan sin embargo este aumento. Si parece que el clima de la isla se encuentra dentro de uno de los ciclos lluviosos que se repiten cada 11-15 años. Aunque de forma débil, se aprecia cierta correlación entre los ciclos de mayor actividad solar y los años lluviosos.



Servicio de recogida de datos pluviométricos de la D. G. de Aguas. Los datos se refieren a las precipitaciones acumuladas en los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.