



### Una nueva patente de la FCCA

## Pisos filtrantes micro-perforados para aguas corrosivas

Los filtros de material granular son unidades fundamentales en las plantas de tratamiento de aguas superficiales y en las desaladoras, tanto en los pre-tratamientos como en los pos-tratamientos. Sin embargo, las empresas de aguas no encuentran en el mercado una solución robusta y resistente que garantice una completa protección contra la corrosión y un funcionamiento libre de riesgos.

Los filtros de arena son unidades fundamentales en las plantas de tratamiento de aguas superficiales y en las desaladoras. El material filtrante es grava silíceo (cuarzo) de una granulometría entre 1 y 2 mm. Funcionan por gravedad y a velocidades entre 4-7 m/h <sup>[1][2][3][4]</sup>.

Las purgas se hacen cada 4-7 días por contra-lavado con aire o con aire y agua. El caudal de agua de contra-lavado es de 20-25 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> y h y el de aire de 60-80 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> y h.

Generalmente, los filtros se hacen con paredes de hormigón y disponen de un piso filtrante en el fondo y en la parte superior de vertederos para recoger las aguas de los contra-lavados.

Desde hace décadas, los pisos filtrantes se vienen construyendo con duchas de plástico (crepinas) montadas sobre placas, a veces también de plástico, que se colocan sobre una estructura de soporte de hormigón <sup>[5][6]</sup>.

Más recientemente han aparecido también en el mercado módulos acoplables entre sí, con una moqueta filtrante atornillada sobre su superficie. Las moquetas están fabricadas a base de gránulos de plástico prensados hasta darle una consistencia rígida y porosa <sup>[7][8][9]</sup>.

Tanto las crepinas como las moquetas filtrantes ofrecen un paso de poros entre 0,2 y 0,5 mm.

Las ventajas de las crepinas son su coste económico y su buen anclaje a las placas de soporte. La instalación de las placas de crepinas no es, sin embargo, una tarea sencilla ya que requiere de estructuras especiales de soporte y de cierta especialización. La resistencia a la corrosión de estos pisos depende de los materiales de las placas de crepinas y de las estructuras de soporte de dichas placas.

Las desventajas de las crepinas son, principalmente, las zonas muertas que se crean entre crepinas y los problemas de roturas por sobrepresión en los contralavados. Hay que tener en cuenta que la rotura de una sola crepina permite el paso del material granular a las etapas posteriores lo que puede ser un serio problema, sobre todo en las desaladoras.

Las ventajas de los pisos a base de módulos con moqueta filtrante son una distribución más uniforme del agua y del aire en toda la superficie así como una menor altura del piso filtrante.

La desventaja más importante de los módulos con moquetas es que aunque las piezas son de material resistente, el anclaje de las moquetas filtrantes a los módulos es con pequeños tornillos metálicos que ofrecen poca seguridad en el caso de aguas corrosivas. Otro aspecto a tener en cuenta es la resistencia mecánica de la moqueta filtrante, que tiende a compactarse con pesos superiores a 0,5 kg/cm<sup>2</sup>. También se requiere contar con especialistas para el montaje. El precio de la instalación es ligeramente superior al de las crepinas.

Como conclusión puede afirmarse, que tanto los pisos de crepinas como los módulos con moquetas filtrantes tienen limitaciones importantes para ser aplicables a la filtración de aguas corrosivas. En consecuencia, la FCCA ha considerado conveniente realizar un proyecto de investigación para desarrollar un nuevo piso filtrante atendiendo especialmente a las características de este tipo de aguas.

### Objetivos de la investigación

Los objetivos de la investigación han sido desarrollar un piso filtrante que cumpla las siguientes condiciones:

- Resistencia a la corrosión, resistencia mecánica y resistencia a la abrasión.
- Modular y sencillo de montar y de desmontar
- Robusto, de superficies lisas y sin partes delicadas.
- Con sistema de compensación de presiones para optimizar la distribución de agua y aire.
- Difícil de obstruir y fácil de limpiar.
- Económico de fabricar.

### Selección de material

La resistencia a la corrosión, la resistencia mecánica y a la abrasión necesariamente desplazaron la selección de ma-

terial hacia la utilización de materiales plásticos específicos. En un primer análisis se consideró la utilización de polietileno reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Sin embargo, este material requiere, por un lado, una fabricación a mano, lo que encarece y ralentiza la fabricación y, por otro, la utilización de crepinas con los consiguientes problemas mencionados anteriormente.

Una segunda opción considerada fue la utilización de placas de resinas fenólicas en lugar de PRFV. Sin embargo, la solución fue descartada dado que el coste de fabricación es similar al del PRFV y los residuos fenólicos pueden ser un problema en las plantas de tratamiento de aguas.

Por último, se planteó la posibilidad de utilizar materiales termoplásticos y la construcción de un molde específico. Consultada la resistencia de los materiales dis-

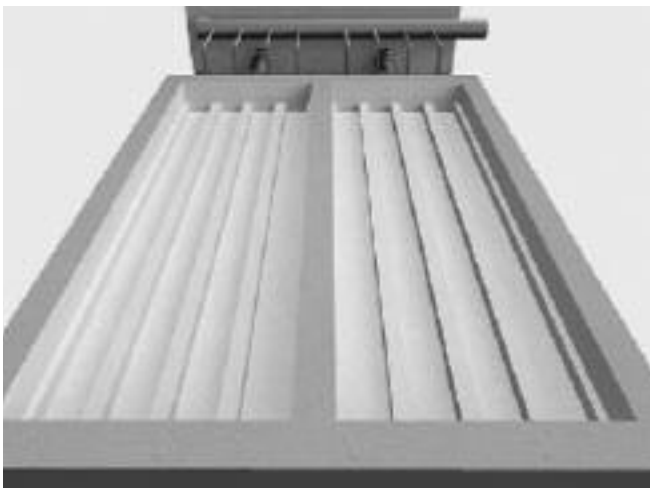


Figura 1: Canales de hormigón para el soporte de las cajas

ponibles y su compatibilidad para el uso en las plantas de tratamiento, se decidió avanzar en esta línea de los termoplásticos.

**La estructura de soporte en el fondo del filtro:** En primer lugar se asumió un filtro rectangular en obra civil y de dimensiones  $2 \times 7 \text{ m}^2$ . A partir de este criterio se estudió el número y la ubicación de las entradas/salidas de agua en la parte inferior del filtro. De este análisis resultó una partición del fondo del depósito en canales de 350 mm de ancho separados por muretes de 150 mm (ver Figura 1). La razón de estas dimensiones fueron varias.

Por un lado, el análisis de las limitaciones que tiene la construcción de moldes de termoplásticos llevó a la necesidad de plantear una pieza que no sobrepasara unas ciertas medidas. Después de varias consideraciones y diseños preliminares se decidió por un módulo rectangular con forma de caja de  $333 \times 500 \text{ mm}^2$  de superficie y 110 mm de altura. De esta forma las cajas se apoyan en sus lados más cortos sobre los muretes, dejando por debajo el canal libre. Con este concepto la caja filtrante actúa como techo del canal haciendo que éste opere como una tubería perforada en su parte superior.

El grosor de los muretes es de 150 mm y viene dado por las necesidades de que estén anclados al propio piso

del filtro con armaduras de hierro, así como por la necesidad de disponer de, al menos, 50 mm de protección de hormigón alrededor de las armaduras.

Tanto las paredes como el fondo de los canales están recubiertos con una pintura epoxi para minimizar los riesgos de corrosión. Atendiendo a los caudales de trabajo del filtro se ha considerado suficiente un pasamuro de 125 mm de diámetro para comunicar cada uno de los canales con el exterior de la celda.

La inyección de aire para los contra-lavados está contemplada como inyección directa en las tuberías de entrada, aunque cabría la posibilidad de instalar pequeños pasamuros independientes para el aire. La altura de los muretes es de 200 mm, aunque esto es opcional y dependerá de la solución que se adopte en cada caso.

**La caja filtrante:** Tal y como se indica más arriba, y considerando las limitaciones que tiene la fabricación de moldes de termoplásticos y después de varios análisis y diseños preliminares se optó por una caja rectangular de  $333 \times 500 \text{ mm}^2$  de superficie y 110 mm de altura y con perforaciones en su parte superior, inferior y en los laterales. La caja está compuesta de dos piezas que se acoplan

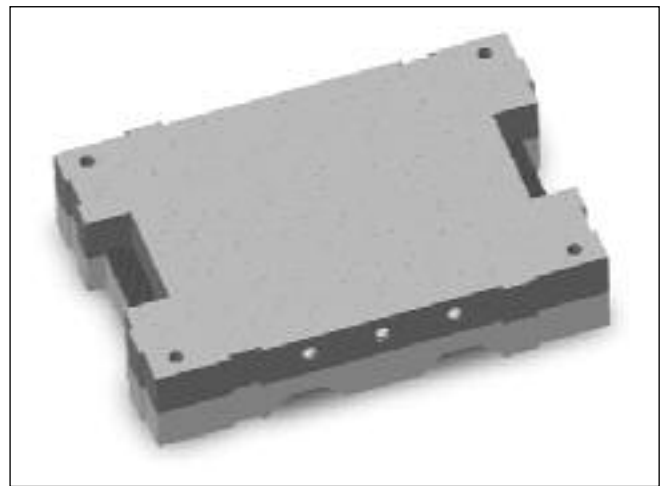


Figura 2: Caja filtrante con superficie micro-perforada donde se aprecian los escalones de anclaje laterales, así como los cuatro tornillos de acople de las dos piezas y los agujeros de comunicación entre placas

entre sí por cuatro tornillos plásticos gruesos ubicados en las cuatro esquinas de la caja (ver Figura 2).

**El anclaje de la caja filtrante:** Las cajas disponen en sus lados más cortos de unos entrantes con forma de escalón. Dichos entrantes permiten la colocación de un perno directamente anclado en la parte superior del murete. El escalón permite colocar una pletina de agarre. El espacio libre creado por los entrantes se rellena con hormigón de sellado. La forma de escalón hace de cuña invertida reforzando el anclaje.

El anclaje utiliza una varilla roscada, pletina y tuerca (ver Figura 3). El material es opcional en poliamida o acero inoxidable. Los anclajes de las cajas pegadas a los muros llevan una pletina adaptada al menor espacio disponible.

**Acople entre cajas:** Las cajas son acoplables entre sí por medio de uniones machihembradas con forma de cola de milano. Estas garantizan un buen ajuste entre cajas en las cuatro direcciones y una holgura entre cajas inferior a 0,1 mm (ver Figura 4). Las paredes de las cajas finales que coinciden con los muros se fabrican con las uniones machihembradas anuladas.

**Resistencia mecánica:** El análisis de la estructura de refuerzo de la caja determinó una serie de vigas perpendiculares entre sí que dividen la caja interiormente en celditas más pequeñas. En el cruce de cuatro vigas se determinó también la colocación de tubos de refuerzo.

**La tapa superior:** La tapa superior de las cajas es en sí misma una placa filtrante con poros de 0,5 mm perforados cada 10 mm<sup>2</sup>. Estos poros se abren dentro de la placa y hacia abajo formando un cono. De esta forma y durante el flujo descendente las posibilidades de obstrucción del poro son bajas, mientras que durante el flujo ascendente los poros hacen de boquilla con capacidad autolimpiante y propulsora. El piso filtrante es, por tanto, una gran superficie micro-perforada y autolimpiante.

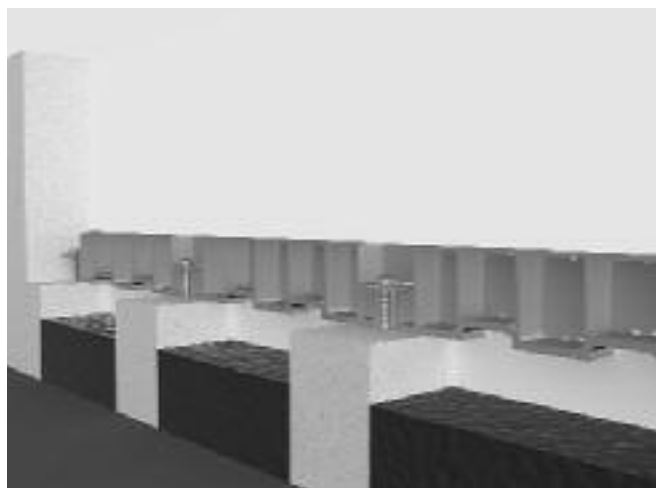


Figura 3: Sección del piso filtrante montado sobre los muretes donde se aprecian los anclajes y las estructuras de refuerzo interiores

**La tapa inferior:** En la tapa inferior las perforaciones tienen un mayor diámetro, están más espaciadas y ofrecen una resistencia menor al paso del agua. Su misión es potenciar la redistribución de agua durante el flujo descendente y de aire durante el flujo ascendente.

La placa inferior de la caja tiene un perfil especial con dos elevaciones en forma de canal invertido. Las dimensiones y el número de las perforaciones en estas elevaciones están calculadas para que el aire en exceso inyectado durante los contra-lavados tienda a avanzar por debajo de las cajas transportando el aire a lo largo de los canales.

**La comunicación entre cajas:** La caja dispone de 3 perforaciones en cada uno de los lados de 500 mm. Dichas perforaciones permiten una intercomunicación entre cajas a lo largo del canal y facilita una distribución uni-

forme del aire y del agua en todo el recorrido. Estas perforaciones disponen de junta tórica.

**La comunicación dentro de la caja:** Para la intercomunicación entre las celditas interiores creadas por las vigas de refuerzo se han dispuesto una serie de aperturas que las comunican entre sí a distintas alturas. Las perforaciones ubicadas en la parte inferior de las paredes evitan la acumulación de suciedad durante el funcionamiento normal del filtro y las de la parte superior ayudan a la redistribución del aire durante los contra-lavados.

### Conclusión

El nuevo diseño de piso filtrante modular con micro-perforaciones en toda su superficie cumple con los objetivos de esta investigación y ofrece ventajas considerables res-

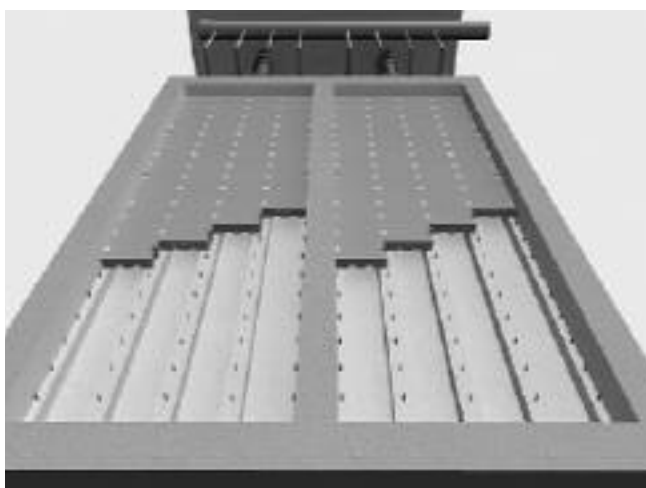


Figura 4: Piso filtrante micro-perforado en fase de montaje

pecto a otros pisos disponibles en el mercado. Los ensayos hidráulicos y las pruebas piloto, ya en marcha, deberán confirmar la bondad del diseño y permitir introducir las mejoras que se consideren convenientes. El diseño ha sido patentado por la FCCA.

### Referencias

- [1] Water Manual, Deutsche Babcock Anlagen Aktiengesellschaft, Vulkan Verlag, 1982.
- [2] Hanke, K. y Wilhelm S. Wasseraufbereitung, 6 Auflage. Springer Verlag, 2003.
- [3] Mutschmann, M. Stimmelmayer, F. Taschenbuch der Wasseraufbereitung, 13 Auflage. Vieweg Verlag, 2002.
- [4] Filter and Filtration Handbook, 4th Edition, T.C. Dickenson Editor. Elsevier, 1997.
- [5] Monoflor Underdrain en [http://www.infilcodegremont.com/separations\\_8.html](http://www.infilcodegremont.com/separations_8.html) el 31/08/06.
- [6] Cadar monolithic floor en [http://www.cadar.ltd.uk/mono\\_floor1.html](http://www.cadar.ltd.uk/mono_floor1.html) el 31/08/06.
- [7] Tetra Underdrain floor en [http://www.severntrentservices.com/water\\_purification/filtration\\_products/underdrain\\_blocks.html](http://www.severntrentservices.com/water_purification/filtration_products/underdrain_blocks.html) el 31/08/06.
- [8] Underdrain types en <http://www.sbleopold.com/water/filtration/underdrain.htm#dual> el 31/08/06.
- [9] Quickplate Underdrain en [http://www.infilcodegremont.com/whats\\_new\\_1.html](http://www.infilcodegremont.com/whats_new_1.html) el 31/08/06.

Nota: Ilustraciones en 3D a cargo de Carlos Ule  
([carlosule@yahoo.es](mailto:carlosule@yahoo.es))

# Flujos de información en el sistema HydroRem®

Por Francisco Concepción\*

La comprensión de las comunicaciones que tienen lugar en el sistema HydroRem® nos proporciona una valiosa información acerca de las posibilidades que brinda esta herramienta software. Básicamente distinguiremos tres tipos:

**Autómatas-PC:** Entre los dispositivos de las instalaciones (autómatas programables, instrumentos de medida, equipos de adquisición de datos,...) y un PC equipado con una licencia HydroRem® la comunicación se realiza normalmente por una o varias redes internas que interconectan los distintos dispositivos. El sistema HydroRem® está diseñado para interactuar con una amplia gama de dispositivos de diferentes fabricantes.

En el caso particular de la E.D.A.R de El Tablero (actualmente planta piloto del Consejo Insular de Aguas de GC), una red de seis autómatas están conectados con un SCADA que posibilita la supervisión y control del conjunto de las instalaciones. El intercambio de información entre los PLCs y el SCADA se realiza gracias a un programa instala-



do en el PC y proporcionado por el fabricante de los autómatas. La herramienta software que da soporte a HydroRem® (PLAccess), realiza peticiones periódicas de datos a dicho programa de comunicaciones con el objeto de actualizar los datos registrados.

Existen varias tecnologías estándares (OPC y DDE fundamentalmente) que dan el soporte necesario para que las peticiones lanzadas desde el programa PLAccess sean atendidas por los dispositivos más diversos.

**PC-base de datos SQL:** Entre el PC, dónde se realizan funciones de supervisión y control sobre las instalaciones, y la base de datos SQL que da soporte al servidor Web del proveedor de servicios. La comunicación se

realiza vía Internet y es gestionada por el programa PLAccess de acuerdo con la licencia adquirida.

**Cientes-servidor web:** Entre los clientes y el servidor Web, vía Internet. Como de cualquier otra página Web se tratase, el cliente, previa identificación, accede a la monitorización de los datos registrados y utiliza los diferentes recursos puestos a su disposición (informes, gráficas, alarmas, etc.).

La puesta en marcha de este sistema de adquisición de datos no reviste mucha dificultad aunque precisa de recopilación de información y una valoración inicial detallada. Las magnitudes registradas pueden ser tanto digitales (estados de funcionamiento, alarmas, etc.) como analógicas (lecturas de instrumentación, consignas de trabajo, etc.), aunque éstas últimas son más significativas a la hora de elaborar informes.

\* Francisco Concepción es Director de Solu-mática Canarias empresa acreditada para la instalación de los programas HydroRem®. [solumaticacanarias@yahoo.es](mailto:solumaticacanarias@yahoo.es)

## Conos modulares para la alimentación de lechos de remineralización de flujo ascendente y descendente

Con el fin de reducir los costes de fabricación de las estructuras de alimentación de calcita en los lechos de remineralización de grandes plantas, la FCCA ha desarrollado una nueva patente de conos modulares acoplables entre sí por medio de uniones machihembradas y fabricados con termoplásticos. Estos conos permiten conformar una estructura plana y uniforme bajo los silos de alimentación. Cada cono se fabrica como una sola pieza y están diseñados para ser ensamblados y colocados sobre una estructura de soporte de acero manteniendo así la distribución de calcita uniforme sobre todo el lecho. Estos módulos son aptos para ser utilizados en plantas remineralizadoras de flujo ascendente o descendente, indiferentemente si son con salida a presión atmosférica o dentro de un sistema presurizado. La

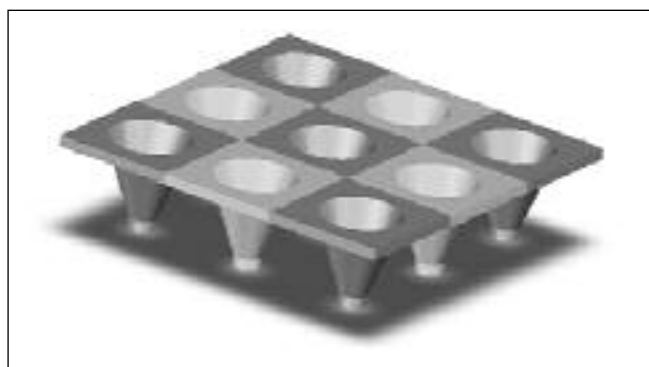


Figura 1: Superficie creada con conos modulares ensamblados con uniones machihembradas

Figura 1 ilustra esta nueva estructura con nueve conos ensamblados formando una superficie de 1 m<sup>2</sup>.

## Noticias internacionales

# ¿Desalación por ósmosis directa en lugar de ósmosis inversa?

Una nueva técnica de desalación abre campos insospechados

Con las nuevas membranas y los sistemas para la recuperación de la energía de la salmuera en las plantas de ósmosis inversa los costes de desalación de agua de mar han bajado hasta los 0,57 €/m<sup>3</sup> más o menos. Gracias a estos avances el consumo energético de todo el proceso de ósmosis ha bajado hasta casi los 2 kWh/m<sup>2</sup> de agua desalada. La pregunta que se hacían muchos era: ¿Hasta dónde se puede bajar el consumo energético?

Bueno, hay quien ha decidido ir a la inversa: esto es utilizar la ósmosis directa en lugar de la ósmosis inversa. ¿Qué es la ósmosis directa? Consiste en hacer pasar agua pura a través de una membrana semipermeable desde una celda con agua de mar a otra celda con una solución hipersalina conseguida a base de amonio y CO<sub>2</sub>. Para que la reacción vaya de forma natural, sin presión y a una velocidad razonable la concentración hipersalina es una diez veces la del agua de mar. El agua pura que haya entrado en la celda hipersalina se recupera evaporando el amonio a tan sólo 58°C. Energéticamente los valores son así inferiores a los de la OI.

El sistema está siendo investigado por el Dr. Menachem Elimelech y sus colaboradores en la Universidad de Yale (EE.UU.) y es el más avanzado hasta ahora.

La investigación se encuentra de momento en fase de prototipo ya que se está pendiente de conseguir que estas nuevas membranas alcancen un rechazo de sales del 99,9%, cuando las que hay actualmente en el mercado alcanzan tan sólo un 95-99%.



El Dr. Elimelech (derecha) y sus dos colaboradores en el laboratorio de ensayos

También se está pendiente de solucionar como evitar que la solución hipersalina se vaya diluyendo reduciendo con ello su avidez osmótica. Son problemas por resolver pero que parece que están dentro de lo alcanzable. El Dr. Elimelech ha sido recientemente galardonado por el National Water Research Institute norteamericano por sus avances en este tipo de diseño.

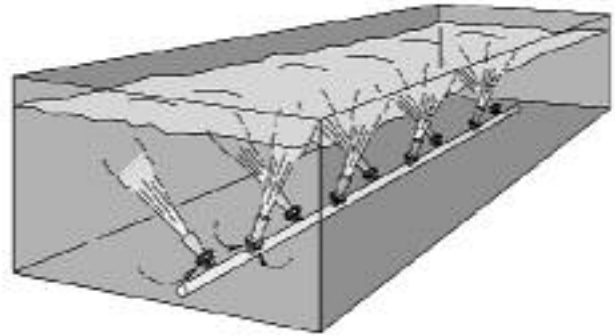
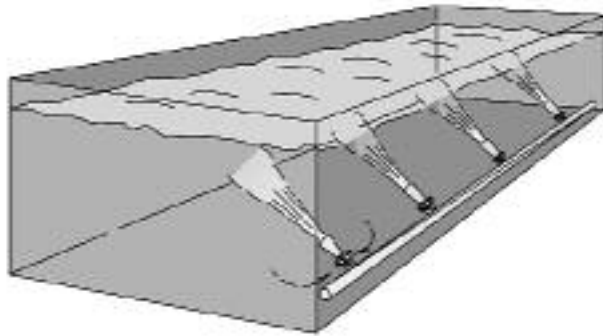
*Artículo completo en: Environmental Science and Technology: Online news: May 3-2006. Desalination takes a step forward.*

## Determinación de las causas de la aparición de “aguas rojas” en la red mediante medidas en continuo de la turbidez

Es un problema de algunas redes de abastecimiento la aparición de “aguas rojas” resultantes de la corrosión de las tuberías. Para ello investigadores del centro tecnológico del agua (Technologiezentrum Wasser) en Alemania han adaptado medidores portátiles de turbidez para realizar medidas en continuo en diferentes zonas de la red de abastecimiento. Los resultados claramente demostraron el problema acentuado de corrosión durante

las primeras horas de la mañana debido a la estancación del agua en la red durante la noche. El análisis de los datos permitió definir las técnicas de control más apropiadas y reducir el problema en la red. Unas sencillas medidas de turbidez en continuo demostraron así su efectividad para analizar el problema de la corrosión en la red. En: *TZW Newsletter - Mai 2006. Dr. A. Korth, Technologiezentrum Wasser, DVGW (www.tzw.de).*

# Eductores gigantes en PRFV



## Instalación de eductores gigantes en emisarios submarinos

Ángulo respecto al fondo marino: 35 - 45 grados

Distancia al fondo marino: 1,0 - 1,5 metros

Diámetro Nominal de la conexión al emisario	Distancia entre eductores (m)
DN 75	2
DN 100	4
DN 150	8
DN 200	10
DN 250	14

La Fundación Centro Canario del Agua promueve la utilización de eductores gigantes para la dilución de salmueras. Hasta ahora los modelos disponibles se fabricaban en acero protegidos con un teflonado especial. Ahora se ha conseguido que puedan fabricarse en plástico reforzado con

fibra de vidrio (PRFV) con lo que se han eliminado los problemas de corrosión.

Para ello ha habido que utilizar un diseño más robusto y algo más corto.

Estos nuevos eductores, que se fabricarán en Estados Unidos, tienen ciertas ventajas respecto al modelo

anterior, como son un menor peso y por tanto una instalación más sencilla y económica.

Los nuevos eductores en PRFV tienen también un coste considerablemente inferior a los de acero teflonado.

Para más información: [info@fcca.es](mailto:info@fcca.es)

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

• ACCIONA-Aguas • AQUALIA • CADAGUA • CANARAGUA • CANARIAS EXPLOSIVOS • CERVECERA DE CANARIAS • CONSTRUTEC • DEGREMONT • DRACE • ELMASA • EMALSA • EMMASA • ENTEMANSER • GE WATER & PT • INALSA • SADYT • TECNOLOGÍA CANARIA DEL AGUA • TEDAGUA

### PYMES

• AQUAFACORY • HYDRA Soluciones Ambientales • EMPRESA MIXTA DE AGUAS DE LA ANTIGUA • JOSÉ FALCÓN SUÁREZ, S.A. • SOLWATER • TAGUA • TECNOVALIA • TORAY MEMBRANE EUROPE • WASSER

### PROFESIONALES

EMILIO ALSINA (CCIMA); JOSÉ LUIS P. TALAVERA (Ingeniero Industrial); M.<sup>a</sup> JOSEFA PÉREZ (C.B. La Candelaria); ALEXIS POMARES (GIRO INGENIERÍA); ROBERTO PONCELA (Geólogo); ELZBIETA SKUPIEN (Hidrogeóloga); M.<sup>a</sup> DE LOS ÁNGELES RODRÍGUEZ MORA (Funcionaria)

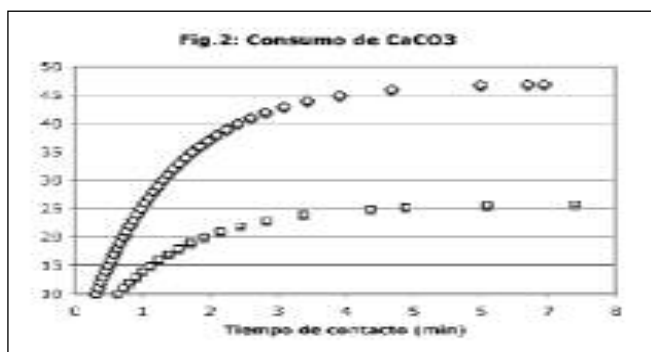
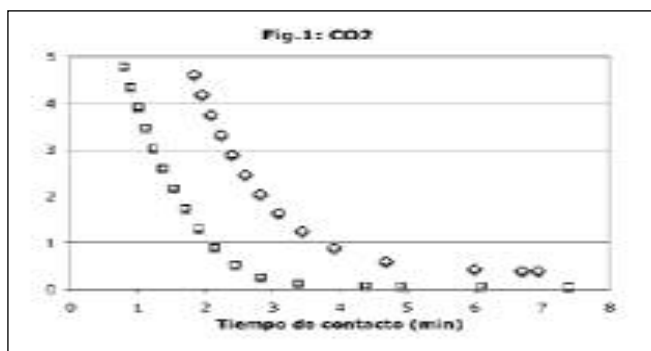
# Recomendaciones sobre la dosis de CO<sub>2</sub> para la remineralización de aguas desaladas procedentes de agua de mar

Por Dr. Manuel Hernández Suárez\*

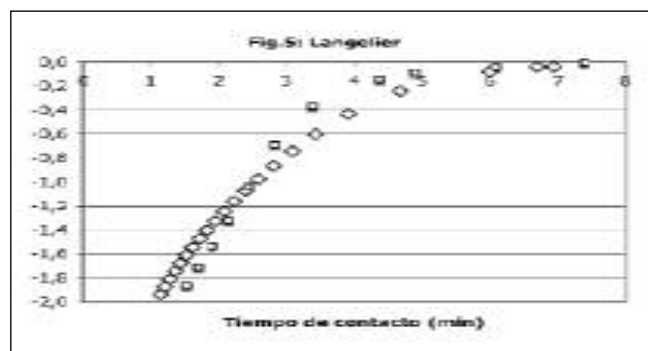
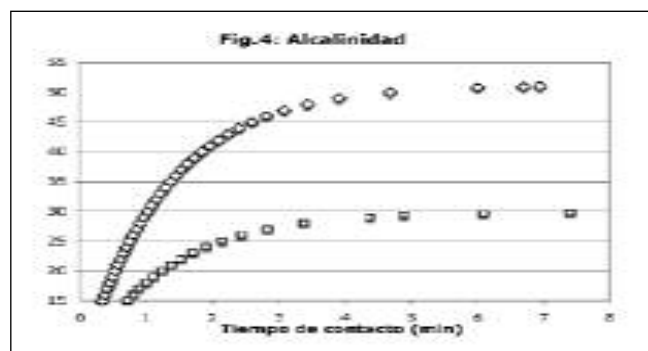
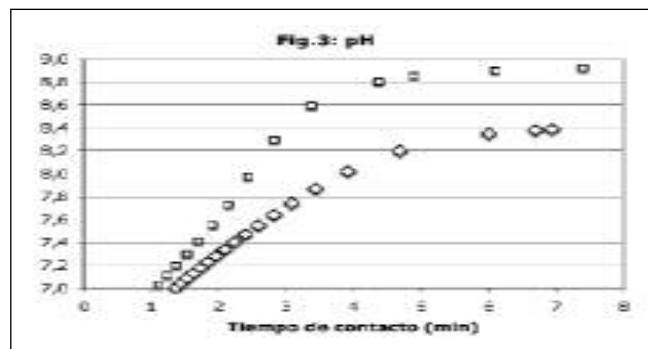
La simulación matemática de la dilución de un lecho de calcita por acción del agua con CO<sub>2</sub> ayuda a comprender el proceso que tiene lugar en los lechos y la importancia de disponer de suficiente CO<sub>2</sub> para alcanzar una alcalinidad razonable ( $\pm 50$  mg CaCO<sub>3</sub>), así como para obtener después del tratamiento un agua con un contenido en CO<sub>2</sub> igual o similar a la concentración del aire (0,5 mg CO<sub>2</sub>/L).

Las figuras 1-5 ilustran el proceso para un agua desalada típica con 10,0 mg CO<sub>2</sub>/L (cuadrados) ó 20,3 mg CO<sub>2</sub>/L (rombos). [condiciones de simulación: TDS: 250 mg/L, Calcio: 1 mg Ca/L, Alcalinidad: 4 mg CaCO<sub>3</sub>/L; Temperatura: 20°C y pH: 5,9 (para 10 mg CO<sub>2</sub>/L) ó pH: 5,6 (para 20,3 mg CO<sub>2</sub>/L)].

El CO<sub>2</sub> disponible se consume casi totalmente en el caso de 10 mg CO<sub>2</sub>/L, mientras que para el caso de 20,3 mg CO<sub>2</sub>/L queda un remanente alrededor del objetivo de 0,5 mg CO<sub>2</sub>/L (Fig.1). El consumo de CaCO<sub>3</sub> es prácticamente el doble cuando hay el doble de CO<sub>2</sub> (Fig. 2). El



pH sube mucho más rápidamente cuando hay poco CO<sub>2</sub> y alcanza un valor próximo a 9. Sin embargo, se mantiene por debajo de 8,4 cuando se cuenta con 20,3 mg CO<sub>2</sub>/L (Fig. 3). La curva de producción de bicarbonatos (alcalinidad) sigue un trazado igual al del consumo de CaCO<sub>3</sub> y se acerca al objetivo de 50 mg CaCO<sub>3</sub>/L (Fig.4).



El índice de Langelier en ambos casos alcanza los valores próximos a cero al cabo de unos 6-7 minutos (Fig 5).

En base a la experiencia práctica con aguas desaladas procedentes de agua de mar y tal como ilustran las gráficas adjuntas se recomienda disponer de, al menos, 23 mg CO<sub>2</sub>/L y un tiempo de contacto de 8-9 minutos para alcanzar los 50 mg CaCO<sub>3</sub>/L de alcalinidad. El pH estará entonces alrededor de 8,3, y el contenido en CO<sub>2</sub> alrededor de 0,6 mg CO<sub>2</sub>/L. Por su parte el Langelier estará próximo a cero. Un tiempo de contacto mayor ayudará a alcanzar un Langelier igual a cero aunque nunca a superarlo.

\* Dr. Manuel Hernández Suárez es director de la Fundación Centro Canario del Agua ([mhs@fcca.es](mailto:mhs@fcca.es)).

# Propuesta y desarrollo de un modelo de costes y de gestión adaptado a un proceso de depuración y reutilización de aguas residuales

Por Dra. Carmen Inés Ruiz de la Rosa\*

**S**in duda, el agua es uno de los recursos naturales que más ha sufrido los efectos de una gestión descontrolada y sin medida que ha provocado importantes deterioros en muchas reservas hídricas. Nos ha tocado vivir una época en la que gestionar de forma eficiente los recursos hidrológicos se ha convertido en una auténtica batalla de cuyo éxito depende la sostenibilidad de las condiciones de vida humana tal cual la conocemos.

Como respuesta a esta necesidad, percibida por parte de un equipo de investigación perteneciente al Departamento de Economía Financiera y Contabilidad de la Universidad de La Laguna, se ha desarrollado un trabajo de investigación con el objetivo de encontrar nuevas herramientas capaces de gestionar de forma óptima todo el ciclo del agua.

Concretamente se ha pretendido incorporar la experiencia de la Ciencia de la Contabilidad de Costes

y de Gestión al complejo entorno hidrológico. En este sentido, el propio Instituto de Contabilidad y Auditoría de Cuentas<sup>[1]</sup> recomienda el diseño y la aplicación de modelos de costes que permitan, entre otras cosas, una mayor transparencia en la gestión de los servicios de abastecimiento y saneamiento de agua.

Con este objetivo se ha diseñado y desarrollado un modelo de costes y de gestión adaptado a un proceso de depuración y reutilización de aguas

residuales, entendiendo que esta nueva alternativa hidrológica se nos presenta como un procedimiento único de racionalización del agua que, al apostar por la regeneración del recurso, supone un aumento importante de la oferta hídrica dentro de los programas de sustitución que se recomiendan en la gestión de la demanda.

Con este modelo se pretende aportar un nuevo enfoque a la hora de abordar cualquier proceso de planificación hidrológica. Además, se ha acompañado esta propuesta teórica con una aplicación práctica del modelo utilizando datos reales referidos a la EDAR de Santa Cruz de Tenerife. Para ello se ha confeccionado una aplicación informática, que se ha denominado GECO, y que ha sido empleada como herramienta de simulación y aclaratoria del propio modelo.

Por último, y en consonancia con la sugerencia que hace la Directiva Marco del Agua, en lo que respecta a la búsqueda de instrumentos financieros que permitan una recuperación íntegra de costes, se ha tratado de buscar una respuesta financiera capaz de sostener económicamente lo que se considera una alternativa hidrológica que se cree que tendrá mucho que decir en un futuro no tan lejano.

\* Carmen Inés Ruiz de la Rosa, Tesis doctoral del Departamento de Economía Financiera y Contabilidad de la Universidad de La Laguna bajo la dirección de los doctores D. José Ignacio González Gómez y D. Federico Aguilera Klink, diciembre 2005.

[1] Introducción a las Normas de Adaptación del Plan General de Contabilidad a las Empresas del Sector de Abastecimiento y Saneamiento de Agua, ICAC, 1999.



Horacio, creo que ahora no nos podemos quejar de carga de trabajo.

Alfonso Balbín