

## INFORME

### Sobre la corrosividad de las aguas desaladas. La remineralización normal puede no ser suficiente

La corrosividad de las aguas desaladas es normalmente evaluada a partir del índice de Langelier. Sin embargo, el contenido en cloruros de estas aguas es suficientemente elevado como para que suponga un factor de riesgo a tener en cuenta. Este artículo analiza este problema y propone algunas formas para su seguimiento.

Los criterios para la determinación de la corrosión de las aguas ha sido objeto de numerosas normativas, si bien las normativas alemanas pare-

cen haber liderado el tema y algunas de ellas, de hecho, han pasado a ser norma de calidad europea.

En la Tabla 1 se resumen las condiciones de calidad de las aguas que pueden afectar a la corrosión de elementos metálicos en las conducciones, según las normas de calidad europeas y alemanas.

La normativa española, RD 140/2003, que traspone la directiva europea correspondiente, en su Anexo 1 C: Parámetros indicadores

del pH, apunta a que “el agua en ningún momento podrá ser ni agresiva ni incrustante y que el resultado de calcular el índice de Langelier debería estar comprendido entre  $\pm 0,5$ ”.

Esta indicación ha llevado a considerar el índice de Langelier  $\pm 0,5$  como el criterio básico para una remineralización adecuada de las aguas desaladas.

Es sabido, que para conseguir un Langelier estable y próximo a cero a partir de agua osmotizada hay que

Continúa en pág. 2

Condición para:	Cobre y aleaciones de cobre DIN EN 12502-2	Acero galvanizados DIN EN 12502-3	Acero inoxidable DIN EN 12502-4	Acero y aleaciones de hierro DIN EN 12502-5
baja corrosión en superficie (buena capa de protección)	pH > 7,5	pH alto	-	c(O <sub>2</sub> ) > 0,1 mol/L pH > 7 c(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) > 2 mmol/L c(Ca <sup>2+</sup> ) > 1 mmol/L
baja probabilidad de corrosión por picadura	Agua fría c(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) y c(Cl <sup>-</sup> ) alto c(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) y c(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) bajo  Agua caliente S <sub>3</sub> > 1,5 solo problemas si pH < 7 y c(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) < 1,5 mmol/L	S <sub>1</sub> < 0,5 alta probabilidad cuando S <sub>1</sub> > 3 actúan como inhibidores cuando c(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) > 2 mmol/L y c(Ca <sup>2+</sup> ) > 0,5	Agua fría c(Cl <sup>-</sup> ) < 6 mmol/L  Agua caliente c(Cl <sup>-</sup> ), c(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), c(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) bajo poco CB	c(O <sub>2</sub> ) > 0,1 mol/L pH > 7 c(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) > 2 mmol/L c(Ca <sup>2+</sup> ) > 1 mmol/L
baja probabilidad de corrosión selectiva	Descincado del latón c(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) alto c(Cl <sup>-</sup> )/c(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) bajo	Descincado S <sub>2</sub> < 1 o bien S <sub>2</sub> > 3 conveniente c(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) < 20 mg/L	-	-
ninguna influencia sobre la calidad del agua de abastecimiento (según DIN 50930-6)	pH > 7,4 o bien 7,0 < pH < 7,4 y TOC < 1,5 mg/L	c(CO <sub>2</sub> ) < 0,5 mmol/L y c(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) > 1,0 mmol/L	-	c(O <sub>2</sub> ) > 0,1 mmol/L pH > 7,0 c(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) > 2,0 mmol/L c(Ca <sup>2+</sup> ) > 0,5 mmol/L

$$S_1 = \frac{c(\text{NO}_3^-) + c(\text{Cl}^-) + 2 \times c(\text{SO}_4^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)}$$

$$S_2 = \frac{\text{Cl}^- + 2 \times \text{SO}_4^{2-}}{\text{NO}_3^-}$$

$$S_3 = \frac{c(\text{HCO}_3^-)}{\text{SO}_4^{2-}}$$

TOC: Carbono Orgánico Total

CB: Carbono Biodegradable

Referencia: Dr. Stephan Stauder, TZW, Alemania

#### INFORME:

Sobre la corrosividad de las aguas desaladas: La remineralización normal puede no ser suficiente..... 1

#### REPORTAJE:

Los lechos descendentes. ¿Una alternativa? Análisis del diseño y funcionamiento de los lechos de calcita tradicionales en Alemania ..... 4

#### ACTUALIDAD:

Planta de Alicante: Pisos dosificadores de calcita en poliamida..... 6

#### NUESTROS PATRONOS:

ELMASA..... 7

dosificar, CO<sub>2</sub> y a continuación cal, dolomita, o calcita, hasta conseguir una alcalinidad del orden de 60 mg CaCO<sub>3</sub>/L.

Sin embargo, es sabido que el contenido en cloruros de las aguas osmotizadas oscila entre 60 y 200 mg Cl/L. Por tanto, el cociente, en moles, entre los cloruros y bicarbonatos oscilará entre 1,4 y 4,7 mol/mol.

Analizando los criterios expuestos en la Tabla 1, se comprueba que a partir de una relación mayor de 0,5 Cloruros/Bicarbonatos comienzan los problemas de corrosión, especialmente en las instalaciones de hierro y galvanizadas. A partir de una relación mayor de 3 el problema es más que probable.

**Medidas directas de la corrosión**

La corrosión puede medirse por medio de medidas directas de los procesos de corrosión sobre las superficie metálica de forma química, electroquímica o gravimétrica, o bien de forma indirecta a través de la interpretación de los análisis de la calidad del agua y una serie de índices de saturación.

El descontento con los índices de saturación ha llevado a refinar los procesos de medición directa, pudiendo éstos agruparse en 4 categorías [1]: (a) medición en testigos, (b) electroquímicos, (c) agotamiento del oxígeno y (d) pérdida de metales.

No entra dentro del ámbito de este artículo la descripción en detalle cada uno de los procesos y técnicas de medición directa de la corrosión de elementos metálicos en contacto con aguas corrosivas, por lo que el lector es emplazado a consultar las referencias incluidas al final de este artículo [2][3]. A continuación se resume brevemente las ventajas e inconvenientes de los paneles para el análisis de la corrosión por medio de testigos.

**Paneles para la colocación de testigos**

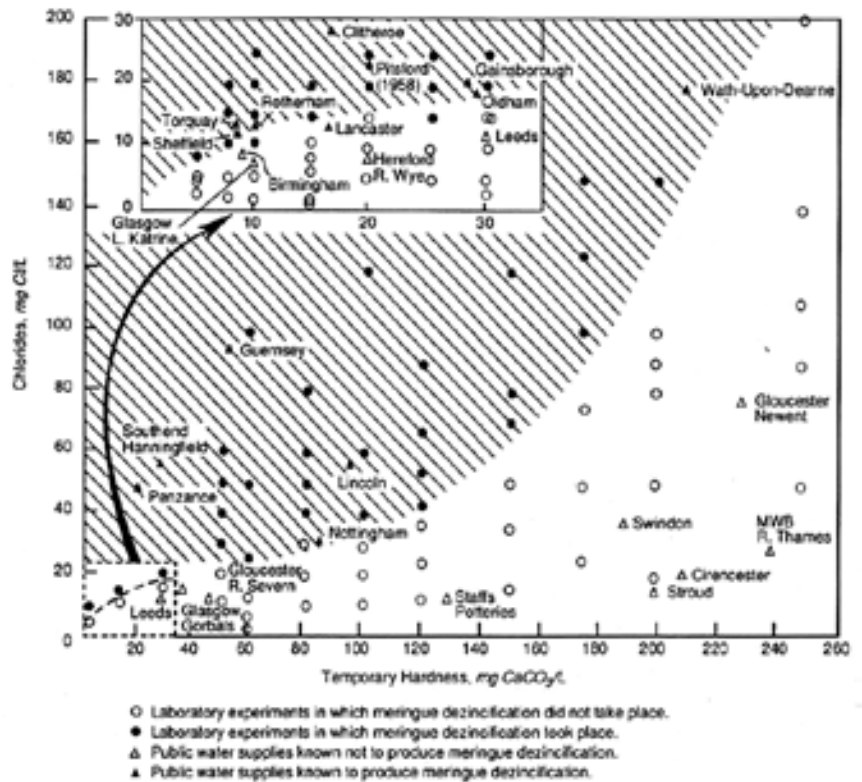
Uno de los sistemas mas conocidos para el seguimiento de la corrosión son los paneles para el análisis de testigos (ver Figura 2). Estos paneles

De la Tabla 1 se puede deducir también que la utilización de ácido sulfúrico en lugar de CO<sub>2</sub> para acidificar el agua osmotizada, previamente a la remineralización, puede resultar aún más perjudicial desde el punto de vista de la corrosión, ya que los sulfatos contribuyen junto con los cloruros a aumentar la capacidad corrosiva de las aguas remineralizadas.

En la Figura 1 se presentan los resultados de un análisis de la corrosión por pérdida de zinc en acoples de latón en distintas zonas de Inglaterra. Los resultados concuerdan con los criterios presentados en la Tabla 1. De acuerdo con este estudio queda claro que las aguas desaladas y remineralizadas están en zona de riesgo.

Como conclusión a este breve análisis, parece correcto afirmar que las aguas desaladas y remineralizadas hasta una alcalinidad alrededor de 60-80 mg CaCO<sub>3</sub>/L siguen siendo aguas potencialmente corrosivas para ciertas aleaciones cuando el contenido en cloruros supera los 50 mg Cl/L.

Esta situación puede llevar a dificultades a largo plazo en algunos abastecimientos, puesto que introduce un criterio adicional de calidad de difícil cumplimiento, atendiendo a que muchas de las plantas de OI actuales no están diseñadas para producir aguas con menos de 100 mg Cl/L.



Source: BNF Metals Technology Centre, Oxon, England.

Fig. 1: Influencia de la composición del agua en la corrosión del latón [1]

han sido objeto de estudio durante varias décadas y su diseño está normatizado [2]. Consisten en la colocación de trozos de tubería y testigos

con forma característica en un circuito con configuración especial que intenta simular las situaciones que se generan en las redes doméstica como

interrupciones, presiones, caudales y temperaturas.

La ventaja de estos paneles es que se pueden construir de forma estándar y colocar en varios puntos de la red con el fin de hacer un seguimiento de la posible corrosividad del agua.

Los paneles de corrosión necesitan, sin embargo, un período de equilibrio que puede durar entre 6 y 8 meses, y a veces algo más. En los primeros 2 meses las medidas deben ser tomadas frecuentemente, por ejemplo cada semana. Posteriormente las medidas pasan a tomarse cada mes y finalmente cada 2 meses.

Las mediciones consisten en un análisis de la pérdida de peso de los testigos o trozos de tubería, así como el estudio visual o bajo microscopio de la superficie corroída. Las normas establecen también la forma de manipular las muestras antes y después de cada lectura.

Las limitaciones de este tipo de paneles es que la corrosión de los testigos no suele ser totalmente uniforme entre si, por lo que se requieren duplicados para que las correlaciones sean adecuadas. Los paneles, ofrecen un aspecto visual y didáctico del problema de corrosión pero implican también cierto coste de seguimiento, muestreo y control.

[1] Turner, M. *The influence of water composition on the dezincification of duplex brss fitting. Proceedings of the Soc. of Water Treatment and Examination, 1961. Vol. 10-pp162-174.*

[2] *Internal corrosion of water distribution systems, Cooperative Research Report, 2nd Ed. AWWA 1996.*

[3] *Standard Test Methods for Corrosivity of Water in the Absence of Heat Transfer (Weight Loss Methods) ASTM Standard D 2688-94 (Reapproved 1999)*



Fig. 2: Paneles para la colocación de testigos

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; GE WATER & PT; INALSA; SADYT; TEDAGUA.

**PYMES:**

AQUAFACORY; HYDRA SOLUCIONES AMBIENTALES; EMPRESA MIXTA DE AGUAS DE LA ANTIGUA; JOSÉ FALCÓN SUAREZ, S.A.; SOLWATER; TAGUA; TECNOVALIA; TORAY MEMBRANE EUROPE; WASSER.

**PROFESIONALES:**

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



## ANÉCDOTAS DE LA DESALACIÓN EN CANARIAS. HISTORIAS DE LOS COMIENZOS

Estas anécdotas se refiere a una planta que no fue propiamente dicho la primera de OI en Canarias, pues creo que existía una planta de 500 m<sup>3</sup>/d ya, pero sí que fue el primer concurso del Ministerio de Obras Públicas para una planta desaladora ya de cierto tamaño (licitación para 5.000 m<sup>3</sup>/d y posteriormente se amplió a 7.500 m<sup>3</sup>/d).

La primera anécdota ocurrió a la hora de decidir la ubicación de los pozos playeros de toma de agua de mar, se optó por una opción poco ‘ortodoxa’: se contrató un zahorí.

El caso es que este hombre, que al parecer era físico y jubilado del Ministerio de Obras Públicas, se plantó en el terreno costero seguido de una comitiva de unas 12 personas entre otros: el entonces Director de Desalación de Cadagua y autor de

esta anécdota, el ingeniero del proyecto, gente de la planta ya existente de Lanzarote I, gente del Ministerio etc. ....

Todos en grupo detrás del zahorí, observando atentamente cualquier mínimo movimiento de las agujas. Ciertamente, en varias ocasiones y con los consiguientes gestos de sorpresa y admiración por parte de los presentes, las agujas tomaron la posición vertical que indica la presencia de aguas subterráneas y por consecuencia la idoneidad del terreno para ubicar los pozos. Una vez finalizado el ejercicio, todo el mundo quiso probar suerte con esta técnica, que no por simple es menos fiable ya que cabe decir que todos los pozos dieron un caudal de agua excelente.

La segunda anécdota ocurrió meses después, cuando llegó la hora de iniciar las pruebas de arranque. Coincidió esto que la isla entera y especialmente la costa Este, fue azotada por una fuerte marejada que acarreó mucho mar de fondo y olas increíbles.

Como resultado, las playas se cubrieron con algas en estado de putrefacción y de peces muertos, que en buena lógica fueron la pesadilla del turismo de aquellos días.

La planta, no se libró de este mal. El hedor en la isla y en la planta desaladora como consecuencia del sulfhídrico que desprendían las algas, era algo insufrible. Para colmo de males, el pozo de bombeo de agua de mar se llenó de algas y peces muertos.

Por supuesto, cabe adivinar que las pruebas de puesta en marcha se suspendieron y tuvieron que esperar durante varios días hasta que la mar se estabilizara y todo volviera a la normalidad.

*Autor: Joseba Etxaniz actual Director de la División Internacional de Cadagua, S.A., por aquel entonces Director de Desalación de Cadagua, S.A.*



Desaladora Lanzarote II (1986)



## REPORTAJE

### Los lechos descendentes. ¿Una alternativa?

#### Análisis del diseño y funcionamiento de los lechos de calcita tradicionales en Alemania

El pasado mes de febrero se realizó un viaje por parte de la FCCA para analizar el diseño y funcionamiento de las plantas de tratamiento de calcita tradicionales con lechos descendentes que existen en Alemania.

Se encuentran ubicadas principalmente en la zona de la Selva Negra y casi todas llevan funcionando varias décadas. De hecho, el diseño y método de funcionamiento corresponde a criterios que han venido

siendo depurados desde principios de 1900.

Las velocidades de paso están alrededor de 7 m/h aunque algunos, generalmente depósitos pequeños que funcionan a presión, alcanzan los 12 m/h. El producto se vierte por la parte superior del filtro. La alimentación se realiza por arrastre de las partículas de calcita por medio de agua. El producto granulado (1-2 mm) se inyecta en la tubería absorbido por

un educor o venturi. La calcita utilizada se la conoce como Juraperle y procede de varios suministradores a un precio alrededor de 60 euros la tonelada. La calidad es excelente, estando el producto libre de polvo y totalmente seco. Su aspecto es blanco sin llegar a ser brillante por lo que presumiblemente no tiene mucha aragonita que le daría un color más marroncito. Atendiendo a este aspecto es posible que el material sea algo



*Celda de calcita descendente*



*Alimentación lateral de calcita*

más lento que las calcitas-aragonitas que se dispone en España.

El producto es suministrado a granel en cubas de 12-15 toneladas y elevado hasta unos silos por medio de un sistema neumático adosado a los camiones.

El tiempo de contacto que se utiliza está entre 11 y 16 minutos. La temperatura del agua varía entre 4 y 12 grados centígrados. En las plantas con las aguas más frías se utilizan los tiempos de contacto mayores. Se trata, generalmente, de aguas procedentes de acuíferos en zonas graníticas con una mineralización muy baja y corrosivas.

En la mayoría de los casos se añade CO<sub>2</sub> en dosis que varían entre 20 y 120 mg/L.

El tratamiento con calcita se aplica en algunos casos en dos etapas. Esto ocurre, por ejemplo, con aguas superficiales donde es necesario una coagulación y una floculación para alcanzar la calidad deseada.

En una primera etapa se dosifica fuertemente con CO<sub>2</sub> (80-120 mg/L) y se hace pasar el agua por lechos de calcita durante unos 7-8 minutos con el fin de aumentar ligeramente el

pH y su alcalinidad. A continuación se procede al tratamiento de floculación, coagulación y decantación. Una vez finalizado este proceso, el agua es conducida a unos lechos de calcita donde tiene un tiempo de contacto de unos 13-15 minutos. De esta forma se consigue eliminar el CO<sub>2</sub> remanente y alcanzar el equilibrio con un índice de Langelier próximo a cero y unos niveles de bicarbonatos y calcio elevados.

El funcionamiento de las plantas requiere un consumo de agua y energía importante, sobre todo en las plantas grandes (> 50.000 m<sup>3</sup>/d). Las plantas grandes tienen celdas de 40-50 m<sup>2</sup> de forma rectangular y de unos 2-3 m de ancho. Las plantas pequeñas de < 5.000 m<sup>3</sup>/d tienen depósitos más pequeños y más cuadrículados (16-20 m<sup>2</sup>).

Atendiendo a que la alimentación de la calcita es lateral, en los lechos grandes hace falta una mayor fluidización para conseguir una distribución uniforme de la calcita en toda la superficie del lecho.

La altura de los lechos varía entre 2 y 3 metros. Normalmente se no deja descender la altura de los lechos más

de 15-20 cm. Esto implica una alimentación cada 7-12 días. A pesar de que la calcita es suministrada libre de finos se realiza una purga de los lechos con el fin de evitar la colmatación del mismo sobre el piso de boquillas y también para nivelarlos en superficie. Los lechos suelen tener 1 metro de agua sobre la calcita.

Las boquillas del piso filtrante se encuentra normalmente protegidas por una capa de unos 20 cm de grava silícea de unos 14 mm de diámetro.

Para los filtros grandes el proceso de carga está automatizado.

Después de cada carga se realiza un proceso de limpieza que también está automatizado y es como sigue:

1. Aire 3 minutos a 90 m/h.
2. Aire 2 minutos a 90 m/h más agua a 20-25 m/h.
3. Agua 5 minutos a 30 m/h para fluidizar algo y nivelar algo el lecho.
4. Agua 5 minutos a 60 m/h para fluidizar completamente y nivelar bien el lecho.
5. Una vez terminado el retrolavado se desvía el caudal de filtrado durante unos 30 minutos para que los turbios no vayan a la red.



*Sistema de dosificación de calcita granulada por arrastre por agua*

El consumo anual de agua para los lavados es el equivalente a la producción diaria. Esto es si la planta produce unos 50.000 m<sup>3</sup>/d el consumo es de unos 50.000 m<sup>3</sup>/año.

Para la plantas pequeñas no se realiza el paso 4, contralavado con agua a 60 m/h.

Los vertidos de las plantas no se recuperan sino que se vierten a un depósito donde el efluente se decanta antes de su vertido.

Las conclusiones que se obtienen de estos diseños es que el consumo de agua es elevado por lo que es difícil su implantación en las desaladoras

donde el consumo de agua debe ser mínimo. En segundo lugar, el consumo de energía, debido a la necesidad de hacer contralavados frecuentes, es también importante principalmente en plantas grandes. A favor juegan el hecho de que los procesos de carga y contralavado están automatizados con el consiguiente ahorro en mano de obra.

Hay que tener en cuenta, sin duda, un aspecto importante relacionado con el suministro de calcita apta para su uso en abastecimiento y con una calidad uniforme y libre de polvos. De momento, y atendiendo

a los conocimientos de este autor, no existe en España ninguna cantera que suministre una calcita de calidad similar. Si bien el producto que existe en España es de una calidad química excelente, posiblemente de los mejores del mundo, la calidad de preparación, uniformidad, limpieza de polvos, libre de impurezas como raíces de las plantas de las laderas de las canteras o residuos de los detonadores, no está siempre disponible. Se requiere por tanto unas especificaciones claras para que la calcita que se produzca responda a la calidad propia para abastecimiento.

## ACTUALIDAD

### Planta de Alicante

#### Pisos dosificadores de calcita en poliamida

Se ha terminado el montaje de los lechos de calcita de la planta de Alicante II. Dicha planta tiene una superficie de lecho de 320 m<sup>2</sup> y está dividido en 32 celdas de 2 x 5 m<sup>2</sup> que funcionan en paralelo. La planta es de flujo ascendente y está diseñada para tratar 65.000 m<sup>3</sup>/d con una altura de lecho de 1,6 m. Cada celda

dispone de un silo superior y un piso de conos dosificadores con 9 conos por metros cuadrado. Los conos son de poliamida 12 con fibra de vidrio. La bondad de las piezas queda reflejada en las fotos adjuntas (cortesía de Inima-OHL). Una de las cualidades de estas piezas es el buen ajuste que se consigue con las paredes de hormigón de las celdas.

Los pisos de las celdas están formados por mesas en polipropileno con fibra de vidrio y con 50 crepinas por metro cuadrado ancladas sobre una estructura de soporte en hormigón armado y protegido con pintura epoxi. El montaje de las piezas ha sido realizado por la empresa Arqués S.L de Murcia ([www.rytarques.com](http://www.rytarques.com)).





Montaje conos dosificadores

Piso filtrante de crepinas

Detalle del montaje de la celda



Piso dosificador de calcita instalado

## NUESTROS PATRONOS

### ELMASA

ELMASA (Eléctrica Maspalomas, S.A.) se creó en 1971 para llevar a cabo la gestión de los servicios públicos de abastecimientos de agua, saneamiento, depuración y electricidad de los núcleos urbanos y zonas turísticas del Sur de Gran Canaria en el área conocida como Maspalomas Costa Canaria. Actualmente, la empresa posee la concesión no solo del suministro de las zonas turísticas sino de todos los centros urbanos del municipio de San Bartolomé de Tirajana.

Su producción, transporte, regulación y distribución, permite atender con garantías de suministro y calidad a una población urbana y turística de 174.000 habitantes, distribuyendo anualmente 15 millones de m<sup>3</sup>.

Adicionalmente, ELMASA realiza desde 1998 la gestión conjunta con Aqualia, S.A. de varios municipios del Norte de Gran Canaria que suman un total de 25.000

habitantes, y desde 2005 la gestión de 13 depuradoras y más de 20 estaciones de bombeo.

La empresa posee desde 1986 una desaladora de electrodiálisis reversible para aguas salobres para 21.000 m<sup>3</sup>/d, y desde 1988 de una desaladora de ósmosis inversa para 25.000 m<sup>3</sup>/d. Adicionalmente, distribuye también el agua procedente de más de 60 pozos de los mercados libres de agua. Actualmente, la empresa se encuentra en fase de ampliación de la producción de agua desalada por ósmosis inversa.

Para almacenar el agua de lluvia se dispone de dos grandes presas con capacidades de 800.000 y 650.000 metros cúbicos respectivamente.

Para la regulación de la distribución de agua potable de abastecimiento se cuenta en la actualidad con seis grandes depósitos y otros 26 de tamaño intermedio que suman 65.800 m<sup>3</sup>. En la actualidad se encuentra en fase de ejecución un nuevo depósito

de regulación con una capacidad de 20.000 m<sup>3</sup>.

La red de distribución se compone de más de 250 Km. de tuberías de distintos diámetros y materiales, con una eficacia en el transporte superior al 80%.

Otro aspecto de la actividad desarrollada por ELMASA es el saneamiento que abarca desde la recogida, conducción e impulsión al tratamiento y la depuración de las aguas residuales que se producen, así como la evacuación de las depuradas que no se utilizan, mediante emisarios submarinos, sin olvidar la distribución y utilización de estas aguas depuradas en agricultura y jardinería, comercializándolas y mejorando de esta forma la gestión del servicio público de depuración.

Para desarrollar dicho servicio de saneamiento se ha venido llevando a cabo obras de mejora, reposi-



*Acto de celebración del 30 aniversario de ELMASA*

ción y conservación en la amplia red municipal que consta de más de 150 Km. de tuberías de saneamiento, 3.200 pozos de registro, 17 estaciones de bombeo con una capacidad de bombeo de más de 70.000 m<sup>3</sup>/día, instalaciones de desodorización, instalaciones de desbaste y otras.

La especial morfología del terreno donde se desarrollan las urbanizaciones urbanas y turísticas, el peculiar desarrollo costero y el propio crecimiento escalonado de las mismas, es el motivo por el que se ha debido realizar la instalación de estaciones cerradas de predesbaste, predesarenado y bombeo a las cuatro plantas de depuradoras de aguas residuales. Los depósitos de las aguas depuradas, están interconectados bien con arterias o conducciones hacia su comercialización y consumo en agri-

cultura y jardinería, bien con los correspondientes emisarios submarinos. Los cinco existentes, penetran en el mar a profundidades y longitudes variables que van desde 800 a 1.300 m.

ELMASA ha sido pionera en España en la reutilización de las

aguas depuradas, regando desde octubre del año 1974 el Campo de Golf de Maspalomas. Poco a poco se ha venido desarrollando los riegos municipales de jardines, los riegos en agricultura y los riegos de otros campos de golf. En la actualidad se reutilizan en riego más de 5 millones de metros cúbicos al año.



*D. Gaspar Ponte Machado, Director Gerente de Elmasa*

Más información en  
[www.elmasa.es](http://www.elmasa.es)

