

# JORNADAS: EL AGUA EN LAS GRANDES CIUDADES EUROPEAS

AURELIO HERNÁNDEZ. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

*Catedrático de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Politécnica de Madrid*

MIGUEL AGUILÓ. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

*Director Planificación Estratégica. ACS. Catedrático de Arte y Estética de la Ingeniería*

**RESUMEN:** Las grandes ciudades europeas muestran una evolución muy similar en los objetivos, estructura y organización de sus sistemas de abastecimiento de agua. Tras un inicial interés en garantizar el suministro de suficiente cantidad de agua, pasaron a preocuparse por su calidad organoléptica, física, química y sanitaria, y por las condiciones de prestación del servicio. La experiencia de las principales ciudades de Alemania, España, Francia, Italia, Reino Unido y Suiza muestra que el Canal de Isabel II cumple de una forma eficaz y ambientalmente sostenible su objeto social de prestación del servicio público de abastecimiento y saneamiento en la Comunidad de Madrid.

**PALABRAS CLAVE:** ABASTECIMIENTO DE AGUA, SANEAMIENTO, CIUDADES, EUROPA

**ABSTRACT:** The major European cities all show very similar development in terms of the objectives, structure and organization of their water supply systems. At the outset the main concern was to supply a sufficient quantity of water, though this has since moved on to a growing concern for the physical, chemical, sanitary and organoleptic quality of the water supply together with service quality. A comparison with the water supply services of the main German, Spanish, French, Italian, British and Swiss cities reveals that the Canal de Isabel II water board is providing a public water supply and sanitation to the Madrid region in an efficient and environmentally sustainable fashion.

**KEYWORDS:** WATER SUPPLY, SANITATION, CITIES, EUROPE

Dentro de los eventos del 150 Aniversario del Canal se realizaron unas Jornadas sobre "El Agua en las Grandes Ciudades Europeas" organizadas por la Fundación Canal de Isabel II y la Cátedra de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Escuela de Caminos de Madrid.

Estas Jornadas fueron inauguradas por el Excmo. Sr. D. Carlos Mayor Oreja, Presidente del Canal de Isabel II y contaron con quince conferenciantes que representaban a sistemas de abastecimiento y universidades de Alemania, España, Francia, Italia, Reino Unido y Suiza. Se realizó una mesa redonda de conclusiones moderada por el Dr. Ingeniero de Caminos y catedrático de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de Madrid, D. Aurelio Hernández Muñoz y unas visitas Técnicas a instalaciones del Canal. Las Jornadas fueron clausuradas por el Director Gerente del Canal de Isabel II, D. José Javier Fernández Santamaría.

A continuación se exponen unos resúmenes valorados de las conferencias de cuya lectura se deduce que el Canal de Isabel II en sus 150 años de historia ha seguido un camino paralelo desde el punto de vista técnico organizativo y social al de las grandes conurbaciones del continente europeo. Hay que destacar que si en principio preocupó la can-

tidad hoy día los conceptos de calidad, no solo organoléptica, física, química y sanitaria del agua, sino de servicio son los objetivos a cumplir por los sistemas de abastecimiento y saneamiento. Podemos afirmar por lo tanto que el Canal de Isabel II cumple de una forma eficaz y ambientalmente sostenible su objeto social de prestación del servicio público de abastecimiento y saneamiento en la Comunidad de Madrid.

La primera ponencia versó sobre la Evolución histórica del abastecimiento de agua a Roma, y estuvo a cargo de **Renato Drusiani**, director de abastecimientos de agua de Federgasacqua con sede en Roma. La historia del abastecimiento de agua a Roma, ejemplo para toda la civilización occidental, comenzó hacia el siglo VI a.C. con los reyes etruscos que fueron los verdaderos iniciadores de los principales proyectos de infraestructura de la ciudad, entre los que se encontraba la famosa Cloaca Máxima. El Acqua Apia de 312 a.C. fue el primero de una larga serie de once acueductos que concluye hacia el 225 d.C. con el acueducto alejandrino.

El esquema romano, cuya principal característica es la existencia de un depósito terminal fue construido con las

más avanzadas técnicas constructivas y desarrolló una verdadera cultura de gestión del mantenimiento y la operación de los abastecimientos de agua. El nombre de Frontinus, el máximo responsable del sistema, ha permanecido como referencia histórica gracias a sus reveladores escritos sobre la gestión del agua en Roma.

Con la caída del imperio, el sistema de abastecimiento se arruina y los posteriores esfuerzos para repararlo solo consiguen un suministro precario. Subsecuentes invasiones producen nuevos destrozos que son remediados con sucesivas reparaciones de alguno de los acueductos, aunque el consumo de la ciudad se redujo a una mínima fracción del antiguo. En los siglos XVI y XVII se produjo un nuevo interés por mejorar el abastecimiento, impulsado por los papas, con realizaciones de restauración de acueductos y de fuentes monumentales, como la de Trevi, a cargo de los principales artistas renacentistas.

Con la caída del imperio, el sistema de abastecimiento se arruina y los posteriores esfuerzos para repararlo sólo consiguen un suministro precario

monumentales, como la de Trevi, a cargo de los principales artistas renacentistas.

A finales del XIX se inauguró el nuevo acueducto de Pia Antica, que fue manejado por una compañía privada hasta 1964 en que reconvirtió a la compañía municipal de abastecimiento de agua, cuya existencia data de 1909 y que, en 1999, colocó en bolsa el 49% de su capital. El patrimonio histórico del abastecimiento de agua

a la ciudad constituye una gran contribución a la arquitectura y la higiene de la ciudad, y su ejemplo fue imitado por muchas de las grandes ciudades de todo el mundo, constituyendo un estilo clara e inequívocamente reconocible como romano.

**Daniel Fernández Pérez**, Director Técnico del Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, trató sobre la Gestión de los recursos y su garantía apoyándose en el modelo aplicado en el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia.

El Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia tiene como objetivo la gestión del Abastecimiento y Saneamiento del territorio de Bizkaia, bajo los principios de integración (gestión integral del ciclo), homogeneidad de la calidad del servicio (el mismo standard de calidad para todos los usuarios) y uniformidad (la misma tarifa por todo el territorio).

La aguda sequía del 88-91, que rebasó la severidad conocida en la serie disponible de aportaciones, exigió la puesta a punto de un nuevo nudo de gestión que resolviera los problemas detectados; déficits de recursos, escaso resguardo frente a avenidas y revisión de los criterios de garantía.

En cuanto a recursos se han incrementado las captaciones (en particular las subterráneas) y se ha diseñado un sistema de explotación coordinado.

Los criterios de garantía han sido revocados modificando la curva de garantía, lo que exige reducir el resguardo

del embalse y aumenta el riesgo de inundaciones aguas abajo.

En cuanto a la demanda el modelo obliga a reducciones del orden del 10% de la demanda cuando las reservas bajan de determinados volúmenes. Este ajuste es asumible restringiendo los usos menos esenciales (riegos y otros). Se asegura que en ningún caso será necesario recurrir a cortes de suministro.

Las conclusiones de las experiencias de la gestión de los recursos del Consorcio son: La garantía del servicio frente al usuario debe ser total; no pueden producirse cortes de suministro; los ajustes en la demanda deben ser posibles y soportables por los ciudadanos sin pérdida notable de calidad del servicio.

Los ingenieros **Fernando Porta**, Gerente General de la Fundación Agbar y **José María Miralles**, Subdirector General de Aigües de Barcelona, expusieron la conferencia "La Gestión de la Demanda - El Abastecimiento de agua en Barcelona". El sistema actual de abastecimiento al conjunto metropolitano de Barcelona da servicio a finales del año 2000 a 3.053.112 habitantes, agrupados en 23 municipios, con una ocupación de 422 Km<sup>2</sup> de territorio (7.035 hab/km<sup>2</sup>) gestionado en su mayor parte por Aigües de Barcelona en cuanto a distribución y gestión comercial y compartida el agua en alta con Aigües Ter Llobregat. Históricamente este sistema se inició con la captación de las aguas del subalveo de Besos, a continuación se incorporaron las superficiales y subterráneas del Llobregat y en los años sesenta las aguas trasvasadas desde el Ter. Es por lo tanto un sistema de captación de recursos complejo, con escaseces climatológicas coyunturales pero graves y calidades muy dispares que hacen imprescindible una gestión eficaz y racional de las disponibilidades.

Se hizo una descripción muy detallada del acuífero del delta del río Llobregat destacando la posibilidad de recarga mediante el campo de pozos del delta, compuesto por 12 unidades con una capacidad de 0,8 m<sup>3</sup>/s y con una capacidad de extracción, mediante 31 pozos de 4,0 m<sup>3</sup>/s. Este acuífero tiene una capacidad de regulación de 44 hm<sup>3</sup>. La interacción río-acuífero está controlada por una red de pozos y se actúa en función de calidades, demanda y necesidades de frenado de la intrusión de la cuña marina.

También se hizo una exposición de la evolución de la incorporación de tecnologías de tratamiento en la ETAP de Sant Joan Despí (5m<sup>3</sup>/sg) en el período 1955-2001 según las necesidades de calidad de agua servida en función de la tratada. La instalación del carbón activo en el año 1977 para la eliminación de sabores y olores fue pionera en España así como posteriormente la ozonización y deshidratación mecánica de fangos previo espesamiento. La calidad del agua de toma se ve influenciada por el vertido al río de varias EDAR's (Terrasa, Rubí, Martorell, Sant Feliú y Sistema

7) así como los colectores de salmueras de las minas de sal de Suria y Cardona. Para optimizar todo el sistema y proteger su calidad se ha diseñado un plan de construcción de colectores y canales de derivación que permiten utilizar el agua de peor calidad para el riego o verterla posteriormente al río Llobregat después de la toma de la ETAP. La demanda se ha incrementado en los últimos cincuenta años desde los 3m<sup>3</sup>/s a los 11m<sup>3</sup>/s pero con dos características importantes. La primera fue que el crecimiento que realizó en los años 1950-1975 paralelamente al incremento de población y dotación y el mantenimiento o disminución de demandas por contención de población y disminución de dotación, como segunda, en el período 1975-2000.

La distribución se realiza sectorizada mediante 4,188 km. de tuberías, 65 estaciones de bombeo, existiendo 106 pisos de presión diferenciadas. La lectura y facturación se realiza bimensualmente a la mayoría de los 1.257.952 abonados.

La gestión eficaz de un sistema sometido a una demanda creciente en algunos períodos y a una irregularidad de disposición de recursos exige una sensibilización de los usuarios para utilizar los recursos de una forma sostenible. En la década de los 90 Aigües de Barcelona ha realizado, conjuntamente con organismos públicos y privados, campañas en los medios de comunicación con resultados favorables.

El Dr. **Helmut Kroiss** disertó sobre el abastecimiento de agua a la ciudad de Viena. Sus antiguos precedentes romanos datan del año 50 a.C. y, al igual que el papel de los aguadores en tiempos medievales, están recogidos en el museo histórico. La ciudad entró en el siglo XIX como capital de un vasto imperio y, hacia 1948 contaba con medio millón de habitantes. El crecimiento de población típico de aquella época produjo problemas de enfermedades hídricas y déficit de suministro, que obligaron a la ciudad a buscar agua en las montañas más próximas situadas a unos 80 Km. El principal acueducto 'Spring Water Main' fue construido en 1873 y trajo el agua desde Schneeberg en los Alpes pero, en los siguientes años la población se triplicó, consiguiéndose multiplicar igualmente el suministro para satisfacer la demanda.

Hacia 1983, la ciudad estableció las bases de su política respecto al agua. Decidió que el sistema de abastecimiento era responsabilidad de la municipalidad y no debería ser transferida a manos privadas, que la calidad debería mantenerse en cualquier circunstancia y que todos los barrios deberían recibir el mismo trato en lo relativo al abastecimiento. Decidió también continuar las investigaciones para nuevas fuentes, lo que culminó en la cons-

En la década de los 90 Aigües de Barcelona ha realizado, conjuntamente con organismos públicos y privados, campañas en los medios de comunicación con resultados favorables

En Andalucía, el reglamento del Suministro Domiciliario del agua de 1991, y la Ley 5185 de Consumidores y Usuarios obliga a informar a los usuarios de todas las cuestiones con relación al suministro

trucción de un nuevo acueducto de 225 Km. de longitud, que fue terminado en 1910.

Las fuentes de ambos acueductos están en rocas calizas de poca capacidad filtrante, por lo que la ciudad adquirió 250 Km<sup>2</sup> de terreno en las cuencas de captación, los reforestó y estableció un sistema de protección para protegerlos. También introdujo un programa de reducción de fugas, e incrementó los precios para equilibrar los gastos de explotación del servicio. Actualmente, no hay tarifa de conexión y el precio del agua es de 1,4 chelines/m<sup>3</sup>, con un consumo medio de 145 lit./hab./día.

Como desarrollo futuro, el sistema intenta ampliar su redundancia, a base de mejorar el tratamiento del agua del Danubio para conseguir similar calidad que la de los Alpes, con el fin de poder reemplazar uno de los dos acueductos antiguos en caso de avería o mantenimiento.

**Ana María Diánez**, Directora Comercial de la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas a Sevilla, EMASESA. Su empresa en materia de información y colaboración con los usuarios.

La Ciudad de Sevilla y su área metropolitana con una población próxima al millón de habitantes tiene un régimen pluviométrico muy irregular con episodios de inundaciones y sequías agudas que han obligado a imponer restricciones periódicas con cortes de suministros en ocasiones.

En Andalucía, el reglamento del Suministro Domiciliario del agua de 1991, y la Ley 5185 de Consumidores y Usuarios obliga a informar a los usuarios de todas las cuestiones con relación al suministro.

En EMASESA se han establecido canales de comunicación bidireccionales entre la Empresa y los Clientes.

La empresa *informa periódicamente* a sus clientes a través de las oficinas de atención al público y de un call center de llamada gratuita. La información alcanza el estado de la garantía y dispositivos ahorradores de agua. Una línea de atención novedosa es la información de consumos en tiempo real, sea en períodos temporales u horarios.

La factura es otro vehículo de comunicación. Dispone de campos para insertar información personalizada. La página WEB ofrece a través de Internet acceder a información completa, permite la comunicación por correo electrónico y hace posible algunas operaciones como la consulta de las facturas, la solicitud de alta de suministro, cambios de domiciliación bancaria, etc..

Cuando es necesario recabar la colaboración ciudadana se disponen campañas de información y concienciación con slogans ya conocidos y utilizados.

La Empresa mantiene relaciones institucionales con asociaciones de consumidores y usuarios, patronales y organismos de la Administración local autonómica y estatal. En todos los casos se solicita la opinión sobre cualquier proyecto que se aborda y se informe de los resultados de tal emprendimiento.

Otro campo muy importante a cuidar es el de la educación de las nuevas generaciones y la difusión de que hay que practicar una nueva cultura del agua basada en el uso racional, la prevención de la contaminación y el cuidado del medio ambiente.

Todo ello enmarcado en los criterios del desarrollo sostenible y la cogestión de la demanda, entendiendo por tal, la consideración de que cada usuario es un gestor de "su demanda", y que el agregado de la gestión de cada uno produce la gestión del total del recurso.

EMASESA ha elaborado abundante material informativo y educacional y dispone de canales de información suficientes para que los ciudadanos conozcan los datos y colaboren en la gestión más eficaz del agua.

El ingeniero **Ludwig Pawlowski**, director técnico del sistema de abastecimiento y saneamiento de agua de Berlín, comenzó afirmando que los sistemas sanitarios de una gran ciudad evolucionan de acuerdo con su desarrollo urbano, aprovechando las potencialidades técnicas y adaptándose a las limitaciones de su entorno. El crecimiento urbano de los años 1860 y posteriores produjo problemas sanitarios, que la ciudad intentó resolver con unas infraestructuras descentralizadas, no unificadas hasta los años treinta del siguiente siglo, sufriendo nuevas reestructuraciones después de la segunda guerra mundial, con los consiguientes problemas de la división de la ciudad.

La ciudad tiene ahora 3,4 millones de habitantes que hacia 1989 consumían 330 Hm<sup>3</sup>/año y ahora solo consumen 210 Hm<sup>3</sup>/año, tras la recesión industrial de la última década. Los principales condicionantes hidráulicos de Berlín son los ríos Havel y Spree. Hacia 1856, la fuente principal era el Spree que se distribuía en la ciudad por tuberías de fundición, pero su progresiva contaminación, unida a la estructura descentralizada de la ciudad, propiciaron su substitución por aguas subterráneas del gran sustrato de grava y arena en que se asienta. En décadas sucesivas, los once sistemas en operación se fueron interconectando para dar servicio a toda la ciudad que, en la actualidad, recibe más del 65% de su suministro procedente de aguas filtradas del subálveo o de pozos.

El sistema de saneamiento fue unificado algo antes y su principal embrión comenzó a funcionar hacia 1876, siendo depurado con tratamientos blandos que solo después de la segunda guerra mundial se fueron transformando en

plantas de tratamiento de fangos activados. Pero la división de la ciudad produjo una nueva dificultad, pues el 90% del agua residual producida en Berlín Oeste debía ser tratada en el área de influencia de otro sistema político. A pesar de ello, se construyeron dos plantas de tratamiento, una en Ruhleben en 1963 y ampliada sucesivamente, y otra en Marienfelde hacia el sur de la ciudad en 1974, que se cerró en 1998.

De cara al futuro, el abastecimiento de Berlín pretende la interconexión de su red de tuberías y el logro de un sistema de gestión integrado de recursos superficiales y subterráneos. En cuanto a tratamientos de aguas residuales, se pretende disminuir la carga de nutrientes para mejorar las condiciones de ríos y lagos receptores. Ambas redes deben ser objeto de un programa de renovación sistemática,

muy diferente de la habitual operación de reparación de las averías cuando surgen, para mantener los niveles de servicio y evitar las continuas obstrucciones de tráfico con las frecuentes reparaciones.

Por su parte, el Dr. **Max Dohman**, decano de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica de Aachen amplió el alcance de su ponencia a todo el país. Alemania es considerada como un país de abundante agua y, de hecho, solo se utiliza un 25% de los recursos y de ellos, la mayor parte (un 60%) se utiliza para la refrigeración de centrales eléctricas. El consumo por habitante es de 127 lit/hab/día, a comparar con 145 en España, 213 en Italia y 260 en Noruega.

En cuanto a los precios del agua en las ciudades, los precios alemanes han subido más del 40% en la última década y son los más altos de Europa. Con un rango de 1,22 DM/m<sup>3</sup> en Bavaria hasta 2,30 DM/m<sup>3</sup> en Thuringia que arrojan una media de 1,62 DM/m<sup>3</sup> en todo el país, se sitúan muy por encima de los 0,53 que cuesta en España, el país europeo donde el agua es más barata, o de los 1,51 DM/m<sup>3</sup> que cuesta en Dinamarca, que es el segundo más caro.

Esto a altos precios suelen ser atribuidos a la especial estructura del sector, que examina después en los abastecimientos europeos, señalando que en Alemania existen 88,1 compañías de abastecimiento de agua por cada millón de habitantes, mientras que en Holanda hay 4,4, en el Reino Unido 0,7 y en Francia 0,1 compañías por millón de habitantes. Hasta ahora la mayoría de los abastecimientos son municipales pero, en los últimos años, hay una tendencia hacia la participación del sector privado, a veces sólo como copartícipes en los servicios municipales. Se estima que es probable que ocurra un cierto proceso de concentración de la industria, de forma que las 7000 compañías actuales se reduzcan a unas 2000, aunque no se espera una gran reducción de los precios.

### De cara al futuro, el abastecimiento de Berlín pretende la interconexión de su red de tuberías y el logro de un sistema de gestión integrado de recursos superficiales y subterráneos

**Peter Willet**, responsable de política de precios en Northumbrian Water, disertó sobre la experiencia de regulación en el Reino Unido desde las privatizaciones de 1989, cuando la mayoría de los consumidores domésticos no tenían contadores, mientras que los grandes consumidores sí medían sus consumos. La oficina reguladora Ofwat eligió un modelo de regulación consistente en incentivar la reducción de costes a un cierto nivel de calidad, mediante retornos adicionales calculados según esa eficiencia. Para supervisar el proceso las compañías se presentan a una revisión periódica cada cinco años, donde presentan los planes para los cinco siguientes, que son sometidos a cuidadosos escrutinios.

El trabajo de presentación y discusión de los planes es un coste excesivo, ocupando mucha gente de cada compañía durante muchos meses. Con ellos se determinan los porcentajes de subida por encima de la inflación para cada compañía en función de la problemática particular y se vigila que no haya discriminación entre consumidores incluyendo reducciones y multas. En la última revisión periódica celebrada en 1999 se exigieron fuertes reducciones de precio para el 2001, admitiendo una cierta estabilidad en los cuatro años siguientes.

La llegada de un nuevo gobierno liberal produjo nuevas obligaciones sociales, no explícitas en los primeros esquemas, con provisiones para los consumidores más desfavorecidos –viviendas rurales, familias numerosas, etc.– así como garantías de control de contadores. Simultáneamente, se pasó de ‘facilitar’ la competencia a ‘promoverla’, permitiendo suministros en zonas externas a las áreas concesionadas así como acuerdos específicos, bien por suministros de fuentes de nueva creación, o por intermediación de bloques de consumo obtenidos de otros suministradores. Hasta el presente, ambas medidas han sido de aplicación limitada, pero la reciente ley de competencia de 1998 –con un ámbito más general que el del agua– promueve el uso compartido de las ‘infraestructuras esenciales’, cuando éstas suponen un beneficio monopolista o su duplicación es económicamente impracticable. Igualmente se promoverá la entrada de nuevos competidores para producción o distribución que podrán utilizar las tuberías de las actuales compañías.

La regulación ha incrementado la eficiencia de la industria, ha mejorado la calidad, así como el servicio al cliente, pero las progresivas exigencias han reducido los retornos esperados por las empresas del 12% inicial al 8% actual, con una previsión del 5% en el próximo futuro, lo que implica mayores dificultades para conseguir capital. Igualmente, los reguladores tienden a apropiarse de las mejoras de eficiencia de las compañías, con los que las desincentivan para futuros esfuerzos. Tampoco se debe desdeñar el alto coste de la regulación así como el mantenimiento de las posibilidades de influencias políticas en el sistema.

**Jean-Michel Desloges**, Gerente de Operaciones de Eau et Force de París, explicó la gestión de la distribución en la margen izquierda del Sena.

El contrato de gestión indirecta que rige esta concesión está vigente desde 1985 y establece unos indicadores de calidad del servicio y otros parámetros de eficiencia.

El agua no contabilizada (AWC) ha pasado del 22% en 1984 al 15% en el 2000.

Para mejorar la gestión se han aplicado modernas herramientas informáticas:

- APIC (Información cartográfica). Incluye localización por calle y número, nombre del abonado, etc.; información sobre tuberías (diámetro, antigüedad, tipo de material, estado, etc.); polígonos de corte para aislar un sector; mailing y aviso a abonados servibles (hospitales, bomberos, escuelas y otros).
- GO (Gestión operativa). Gestiona las órdenes de trabajo del personal en la red.
- GTC (Gestión Técnica Centralizada). Controla y gestiona la circulación del agua en la red y ayuda a la toma de decisiones para la operación del sistema.

La aplicación ayuda en la detección de las fugas y proporciona datos a la modelización de la red.

Los trabajos de renovación y mantenimiento están programados y establecidos con criterios de eficiencia técnica. Se ha verificado que una buena parte de las fugas proceden de las juntas y no de las tuberías y se han desarrollado dos técnicas de reparación de juntas que han sido patentadas.

Otro avance significativo en el control de fugas de una red tan consolidada ha sido la utilización de técnicas más precisas de detección: el sistema SAHARA y el DETECTOR (desarrollado por ONDEO en 1996).

- SAHARA: Técnica de “escucha directa” basada en el uso combinado de un hidrófono y un radiotransmisor. Los resultados son muy precisos en tuberías en (400 mm). Se está estudiando la extensión de esta técnica a tuberías de diámetro inferior.
- DETECTOR: Combina el control diario de los volúmenes distribuidos por sectores con el análisis

La regulación de los contratos basada en indicadores de calidad del servicio y parámetros de eficiencia y la aplicación de la informática como herramienta de gestión serán los pilares de la gestión de las redes de distribución en el próximo futuro

Otro avance significativo en el control de fugas de una red tan consolidada ha sido la utilización de técnicas más precisas de detección: el sistema SAHARA y el DETECTOR

del consumo en tiempo real. Los datos se introducen en un prototipo que compara los datos históricos y los reales. Cualquier desviación significativa es detectada.

Como conclusión: La regulación de los contratos basada en indicadores de calidad del servicio y parámetros de eficiencia y la aplicación de la informática como herramienta de gestión serán los pilares de la gestión de las redes de distribución en el próximo futuro.

**Luis Ángel Gutiérrez**, Director Gerente de CLABSA (Claveguer de Barcelona, S.A.) expuso el modelo de gestión de Barcelona con la aplicación de las últimas herramientas y tecnologías para este sector.

Las redes de alcantarillado inciden de forma menos aparente y visible en la calidad de vida de los ciudadanos y los esfuerzos de mejora de la gestión han sido menores que los que se han aplicado a las redes de abastecimiento.

La construcción y puesta en servicio de estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR's) han puesto en evidencia la ineludible necesidad de mejorar de forma sustancial tanto las infraestructuras de transporte de las aguas residuales como los sistemas de gestión de estas redes, que en muchas ocasiones presentan un estado muy deficiente.

En Barcelona la actividad de CLABSA se extiende a la gestión de la escorrentía superficial, redes de alcantarillado (residual y/o pluvial), cauces urbanos más lagunas, playas y puertos, riegos de parques y jardines.

Son funciones de esta unidad de gestión la planificación, construcción, explotación y mantenimiento de las infraestructuras afectadas.

Para ello dispone de tecnología y herramientas avanzadas:

- *Información territorial cartográfica* soportadas con herramientas GIS y SGBA.
- *Sistemas de telecontrol*. Supervisión en tiempo real; integración de los históricos de alertas y telemando selectivo.
- *Modelización matemática*. Simulación cualitativa y cuantitativa. Colaboración y ajuste de los modelos.
- *Aplicaciones funcionales*. Se ayuda a proyectos y obras y a explotación y mantenimiento.

En Barcelona se está desarrollando y aplicando este modelo arrancado de una Plan Director que tiene precedentes históricos desde 1891. Hoy está vigente el PECLAB (1997-2007) con novedades como son la construcción de 6 depósitos reguladores de avenidas de pluviales con capacidad de aproximadamente 400.000 m<sup>3</sup>; la gestión y aprovechamiento del freático, el control en tiempo real del

drenaje de Barcelona, la gestión integral de las nuevas playas, la mejora del saneamiento de las aguas del puerto y el control del Parque Fluvial del río Besos. En esta última actuación "el control del Parque Fluvial del Besos" se dispone de herramientas avanzadas de predicción y control de avenidas con el uso de sensores de control, paneles informativos, cámaras de televisión y presas hinchables telemandadas.

La mejora de las redes de infraestructuras de saneamiento es una tarea a abordar sin demora. Barcelona es una de las grandes ciudades del mundo que está avanzando notablemente en la tecnificación de esta mejora.

**Felix Cristóbal**, Director de los servicios de Agua y Saneamiento del Ayuntamiento de Madrid inició su exposición con la descripción de la situación del Saneamiento en España, el marco competencial, la financiación y por último la solución adoptada en la Ciudad de Madrid.

Madrid se plantea en la década de los setenta solucionar el Saneamiento integral de sus aguas residuales, elaborando para ello el Primer Plan de Saneamiento Integral de Madrid (PSIM-) con un coste total de 28.000 millones de pesetas y ejecutado en el cuatrienio 1980-1984. Este plan, financiado en su totalidad mediante la tarifa de los usuarios, representó un ejemplo de eficiencia y racionalidad medioambiental para el resto de España y fue valorado de forma muy positiva en el ámbito internacional.

En el año 1985, recién constituida la Comunidad Autónoma de Madrid, se inicia por esta la redacción del Plan Integral del Agua de Madrid (PIAM), que desarrolla el Canal de Isabel II conjuntamente con los servicios de la Comunidad, para dar una solución integral a los problemas del Agua con una inversión en saneamiento de 40.000 millones de pesetas.

En los últimos cuatro años la Comunidad de Madrid (Plan cien por cien) y el Ayuntamiento de Madrid (PSIM II) abordan en sus respectivos ámbitos planificar e iniciar su ejecución de infraestructuras para cumplir con las directivas vigentes, incluida la Directiva Marco, asegurando que con una inversión de 30.000 y 40.000 millones de pesetas y una gestión racional de los sistemas obtener un desarrollo sostenible desde el punto de la devolución del agua usada al medio natural.

El segundo bloque de la exposición se centra en la gestión eficaz de las infraestructuras de saneamiento que en el municipio de Madrid depuran, regeneran en la última acepción, 533 hm<sup>3</sup> al año. Se destaca el incremento habido en los últimos años en cuanto a producciones de agua (27%), fango retirado (130%), gas producido (42%), y energía producida (128%), que constatan con rendimientos superiores

En el año 1985, recién constituida la Comunidad Autónoma de Madrid, se inicia por ésta la redacción del Plan Integral del Agua de Madrid (PIAM), que desarrolla el Canal de Isabel II conjuntamente con los servicios de la Comunidad, para dar una solución integral a los problemas del agua con una inversión en saneamiento de 40.000 millones de pesetas

al 95% en la depuración, el éxito en la gestión del saneamiento de Madrid.

Finalmente se destaca la "integralidad" del saneamiento de la ciudad de Madrid al abarcar el alcantarillado y la depuración, la gestión del recurso hasta la devolución al medio, la disposición de los residuos y su reutilización compatible con el medio natural, la regulación de los vertidos al alcantarillado y la implantación del sistema económico financiero correspondiente que permite la viabilidad del ciclo integrado.

El ingeniero civil **Thomas Schmidt**, División de protección de aguas de la Administración Cantonal del Medio Ambiente del Cantón de Zurich, expuso el tratamiento y disposición de los lodos de aguas residuales haciendo una revisión histórica de la evolución de la construcción de infraestructuras de depuración, gestión de las mismas incluidos los lodos y consideraciones ambientales sobre disposición y reuso.

En Suiza se producen anualmente 200.000 toneladas de materia seca en forma de lodos de aguas residuales. Se dispone de 980 EDAR's que depuran el 94% de la población y existe una red de 40.000 Km de alcantarillado público. La política de gestión de lodos se enmarca dentro de la de gestión de basuras cuyos principios rectores son los de prevención de producción, reducción de volumen, aprovechamiento y eliminación sostenible. En el año 1998 la disposición de los lodos se realizó de la siguiente forma: incineración (41%), agricultura (39%), fabricación de cemento (10%), vertedero (7%) y compostaje (3%).

El Cantón de Zurich es el más poblado de Suiza con un millón doscientos mil habitantes. Su capital Zurich está ubicada en las orillas del lago del mismo nombre que abastece a más de un millón de personas. La depuración de sus aguas residuales y la eliminación de los lodos han sido desde los años cincuenta en que inician las grandes inversiones han sido el eje de la política ambiental. Cuenta con 113 EDAR's que producen 0,6 hm<sup>3</sup> de lodos con 30.280 T de materia seca por año. Estos lodos se dispusieron en el año 2000 con la siguiente distribución: fabricación de cemento (37%), incineración (29%), agricultura en forma líquida (25%) y agricultura con deshidratación (9%). La utilización en la agricultura se ha reducido a la mitad en los últimos diez años se ha reducido en un 50% debido a mayor control de sustancias nocivas, menor aceptación por parte de los agricultores y de la opinión pública por abusos en su utilización.

Por último, expuso las perspectivas de futuro en el tratamiento y disposición de los lodos en Suiza. El factor fundamental a considerar son los riesgos que se incurren al usar lodos en la agricultura por la posi-

La utilización de aguas residuales depuradas se estima en el Libro Blanco del Agua (1998) en unos 200 hm<sup>3</sup>/año para regadío y 30 hm<sup>3</sup>/año en actividades recreativas, municipales, industriales y ambientales, encontrándose las instalaciones en el Arco Mediterráneo

La Directiva Marco de Política del Agua es la respuesta institucional, aportando nuevos conceptos o consolidando los existentes, en pro de una gestión y planificación integrada de los recursos hídricos

ble incorporación de sustancias nocivas en los productos producidos. El debate en Suiza y, en la U.E. se centra en las posiciones enfrentadas de no reutilización para evitar riesgos ecológicos, sanitarios y de comercialización de productos o de reutilizarlos para reciclar nutrientes, fósforo y nitrógeno, y la energía de producción de los mismos. Hay que considerar que el costo total del tratamiento de agua residual no utilizando técnicas de reuso agrícola podría incrementarse entre 2 y 5 pesetas por metro cúbico para todas las aguas residuales del Cantón pero que para plantas muy pequeñas el incremento podría llegar a las 20 pesetas por metro cúbico.

El abandono del uso agrícola de los lodos comportará una mejora de los procesos de deshidratación, secado e incineración con disminución de costes y mejor aprovechamiento de sustancias de valor.

El ingeniero agrónomo **Joaquín Griñán** de la Dirección General del Agua de la Comunidad de Murcia inició su exposición definiendo el concepto de reutilización de aguas residuales. La reutilización de forma directa está poco experimentada, es incómoda, posiblemente peligrosa y solo se lleva a cabo en territorios donde la escasez o el precio elevado la hacen necesaria. No se buscan sus nutrientes, o la materia orgánica que contiene para el uso agrícola si se dispone como alternativa agua limpia y sana. Otras recomendaciones medioambientales y de reutilización racional de recursos naturales conforman junto a los aspectos sanitarios los parámetros a tener en cuenta para una práctica eficaz de esta técnica considerada por algunas como novedosa pero practicada desde los inicios de la humanidad.

La utilización de aguas residuales depuradas se estima en el Libro Blanco del Agua (1998) en unos 200 hm<sup>3</sup>/año para regadío y 30 hm<sup>3</sup>/año en actividades recreativas, municipales, industriales y ambientales encontrándose las instalaciones en el Arco Mediterráneo. La agricultura es el gran receptor de estas aguas en las zonas en que la escasez y el precio lo propician y por ser la actividad más permisiva en el contenido de la materia orgánica.

Desde el punto de vista legal nos encontramos con un marco difícil de cumplir, poco homogéneo en cuanto a ámbitos territoriales de competencia y sobre todo incompleto. Estas características hacen que la reutilización se realice sin un ordenamiento que delimite las formas y lugares de aplicación, controles en origen y en su utilización, ni corresponsabilidades de uso.

Según su opinión es necesaria una legislación específica pero que huyendo de conceptos generalistas sea de práctica aplicación partiendo de bases sencillas, con conocimiento de la realidad existente y con una óptica económica y ambiental. Los actores que intervienen en el proceso, regula-

dores, operadores y usuarios, es necesario que en el futuro se rijan por criterios de profesionalidad, rigor de control biótico y edafológico, sostenibilidad económica y ambiental y corresponsabilidad de todos ellos.

**Marta Moren Abat**, Ingeniero de Caminos de la Dirección General del Medio Ambiente en la Unidad del Agua-Comisión Europea, expuso el estado del arte de la gestión de los recursos hídricos en el siglo XXI. La Directiva Marco de Política del Agua es la respuesta institucional, aportando nuevos conceptos o consolidando los existentes, en pro de una gestión y planificación integrada de los recursos hídricos. Entre

El P.H.N. define los principios generales de coordinación y previsión de transferencias especificando que sólo podrán utilizarse para "alimentar o complementar los sistemas de abastecimiento en alta existentes, así como garantizar los usos actuales y futuros del abastecimiento urbano en las cuencas receptoras, siempre y cuando se esté llevando a cabo una gestión racional y eficiente del agua" (Art. 17,-a)

sus objetivos destacan los cambios ecológicos, económicos y políticos generales que llevarán progresivamente a una gestión orientada a la demanda garantizando la sostenibilidad del modelo. La definición de las cuencas y demarcaciones hidrográficas, los planes hidrológicos, el control y supresión de la contaminación producida por los vertidos, la calidad química y ecológica tanto de las aguas superficiales como subterráneas, la supraracionalidad de la gestión de cuencas, la coordinación de los objetivos medioambientales definidas en otras directivas el establecimiento de programas de medidas la recuperación de los costes de los servicios relacionados con el agua y el sistema de información y consulta pública constituyen el cuerpo legislativo y conceptual de la Directiva.

Las prioridades a tener en cuenta para una gestión eficaz y aceptable de los recursos hídricos deben basarse en una actuación sostenible, un programa de acciones y unas necesidades que se han de adoptar a nivel nacional, trans-

nacional y comunitario que aun siendo ejecutadas de una forma descentralizada sean eficaces globalmente.

La tecnificación y profesionalización de la gestión conseguirán en el futuro la incorporación de los conceptos de sostenibilidad, recuperación y conservación de humedales y ecosistemas acuáticos, reducción y prevención de la contaminación, reducción de la demanda con la incorporación de criterios económicos, desarrollo de herramientas de gestión y la gestión de situaciones de emergencia producidas por sequías e inundaciones.

**José Javier López Piñeiro**, Ingeniero de la Subdirección General de Planificación Hidrológica del Ministerio de Medio Ambiente, expuso los contenidos, fundamentos y génesis de la Ley del Plan Hidrológico Nacional que se encontraba en fase de aprobación parlamentaria, en las fechas en que se

realizaron las conferencias y que se aprobó el día 5 de Julio de 2001.

La elaboración del Libro Blanco del Agua (1998) permitió poner al día los siguientes inventarios: Recursos y demandas, infraestructuras de regulación, transporte y distribución, drenaje y depuración de vertidos, interconexión de acuíferos, zonas sensibles y protegidas, zonas inundables, posibles reutilizaciones de aguas residuales, humedales y ecosistemas acuáticos. Con estos datos y los aportados por las distintas Administraciones Públicas y la sociedad civil a través de un amplio y polémico proceso de participación iniciada ya para la redacción y aprobación de los Planes Hidrológicos de Cuenca y las deliberaciones del Consejo Nacional del Agua el Ministerio de Medio Ambiente redactó el correspondiente proyecto de Ley que fue sancionado por el Congreso y el Senado.

El P.H.N. define los principios generales de coordinación y previsión de transferencias especificando que solo podrán utilizarse para "alimentar o complementar los sistemas de abastecimiento en alta existentes, así como garantizar los usos actuales y futuros del abastecimiento urbano en las cuencas receptoras, siempre y cuando se este llevando a cabo una gestión racional y eficiente del agua" (Art. 17,-a). Teniendo en cuenta lo expuesto en este apartado de la ley y que se limita al destino a nuevos regadíos, el uso de abastecimiento es el prioritario de la ley. Cuantitativamente mas de la mitad de los recursos que se autoriza su transferencia serán destinados al uso de abastecimiento, directa o indirectamente al mejorar el estado de acuíferos sobreexplotados.

El Art. 30 de la Ley trata sobre la gestión eficaz de aguas para abastecimiento urbano, implicando a todas las administraciones en el ámbito de sus competencias, haciendo que sea sostenible, de elevado rendimiento hidráulico de los sistemas, con medición de caudales, introducción de tecnologías de ahorro, realización de dobles redes en función de usos y calidades de agua, fomento del uso de aguas recicladas y empleo de especies vegetales que no demanden cantidades de agua excesiva en jardines y zonas recreativas. También establece la "utilización preferente de los recursos hídricos de mayor calidad para su empleo en abastecimiento" y la "utilización del agua en circuito cerrado en usos industriales".

El Art. 27 establece la necesidad de "disponer de un Plan de Emergencia ante situaciones de sequía" los sistemas de abastecimiento mayores de 20.000 habitantes y "deberán encontrarse operativos en un plazo máximo de cuatro años".

El PHN no solo afecta a los abastecimientos y saneamientos urbanos en lo mencionado explícitamente en los artículos citados anteriormente sino, como se indica en la exposición de motivos de la Ley, en la filosofía de garantizar el uso racional del agua de una forma sostenible regulando la gestión eficaz, estableciendo reservas por motivos ambientales, regulando la gestión de las sequías, definiendo la protección de humedales y potenciando actuaciones de formación y conocimiento del uso sostenible del agua. ■