



OVRA

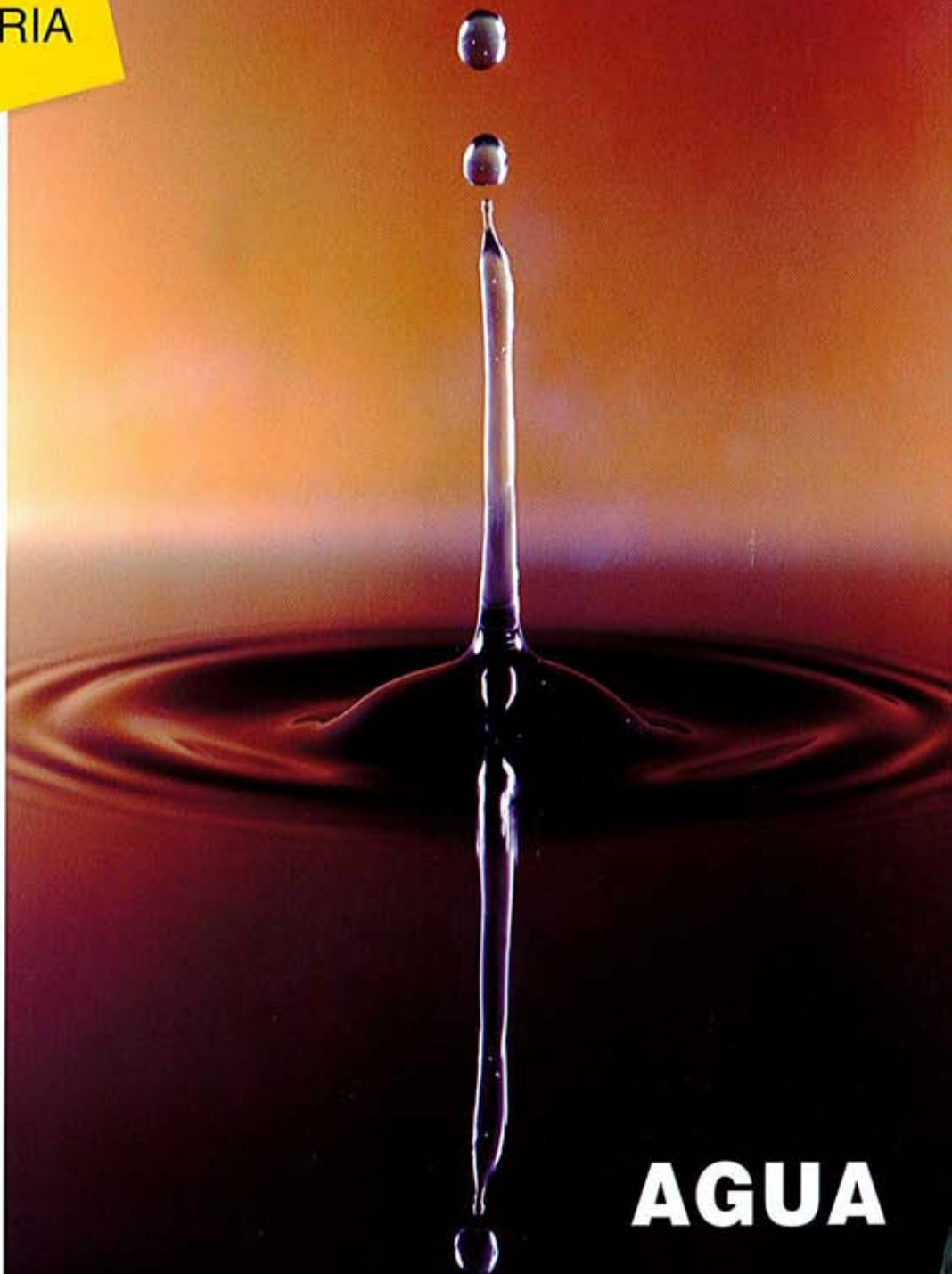
INGENIERÍA
E INDUSTRIA



ENE.-FEB. 2005

AÑO LXXX-1

Precio del ejemplar. 10 €



AGUA

Nuestros conocimientos abren la puerta a la tecnología más avanzada



SKF es el líder mundial en rodamientos esto no es ningún secreto. Pero si mira por el ojo de la cerradura, descubrirá que SKF encierra mucho más de lo que parece.

Hemos evolucionado paso a paso para convertirnos en una auténtica empresa del conocimiento industrial, con una competencia única en el mundo que abarca desde soluciones de diseño pioneras, hasta sofisticados sistemas de monitorización de estado on-line.

Transferimos estos conocimientos a nuestros clientes, como usted, en todo lo que ofrecemos. Nuestros productos, soluciones y servicios le harán más eficiente, ecológico y competitivo. Y, naturalmente, le permitirán mejorar su rentabilidad y alcanzar el éxito.

La Caja Mágica: Cada vez que tiene uno de nuestros paquetes entre sus manos, puede acceder a todo esto. Cada caja contiene la 'fuente perpetua' de todos los conocimientos y la experiencia de SKF. Un tesoro acumulado durante casi 100 años de colaboración con todo tipo de sectores. Adquirido en la tierra, en el subsuelo, en el mar, en el aire. Incluso en otros planetas.

Es su llave al éxito. Al igual que fue parte del éxito del generador eólico REpower, el más potente del mundo.

www.skf.com

Si desea obtener más información póngase en contacto con su Representante local SKF.

SKF

EL AGUA, COMPONENTE ESENCIAL PARA LA VIDA

El agua es esencial en la vida biológica. Nuestro cuerpo, al igual que todos los animales y plantas, es agua, aunque sea sustancia de relleno y complemento de otras más complejas. Si las moléculas de nuestro cuerpo votaran democráticamente, ganaría por mayoría absoluta el "Partido del Agua".

Por el contrario, en los desiertos, donde apenas hay agua, apenas hay vida. Y cuanto más escasa es, más ardua y tenaz es la lucha por conseguirla para vivir y sobrevivir.

También el exceso de agua requiere esfuerzos tan importantes o más, como ejemplarizan las ingeniosas soluciones hidráulicas de los Países Bajos en la lucha por expulsar el agua de las tierras donde viven y de las que obtienen su sustento.

Pero en las tribus humanas, tras la vida biológica surge la "vida económica", cuya magnitud dependerá de muchos factores, pero disponiendo siempre de suficiente agua de boca, y sobre todo de agua dulce de calidad para la Agricultura y la Industria, de las que depende el bienestar de la Sociedad.

Debe ser nuestra preocupación mantener el equilibrio y la sostenibilidad del suministro ante una sustancia tan esencial, tan abundante, y, a la vez, tan mal repartida.

El uso del agua no la gasta, sólo transforma su estado, agua-hielo-vapor, o su ubicación geográfica. Pero, eso sí, los usos humanos la contaminan localmente.

Por ello, el futuro sostenible de nuestra cómoda vida como especie requiere que nos esforcemos en varios vectores estratégicos:

- **Promover su razonable aprovechamiento** en actividades productivas con las necesarias eficiencia y sensibilidad social.

- **Mantener localmente su limpieza.** En usos humanos, el ciclo de uso del agua debe comenzar con toma de agua

limpia y debe terminar devolviendo agua limpia, depurada, a los cauces. Nuestro papel de Ingenieros debiera manifestarse muy positivamente en este campo, en cualquiera de las fases productivas, que, por principios éticos y por Ley, deben concluir en un vertido limpio. Es condición para la sostenibilidad de nuestro modo de vida. Otras concepciones más permisivas están periclitadas.

- **Ayudar, aportando las mejores soluciones técnicas,** al problema de la depuración, de la distribución y el reparto geográfico de tan preciado bien. El reparto es un problema de solución política (*Ley de Aguas* y *Ley del Plan Hidrológico Nacional* en España), pero la mejor forma de ejecutar el reparto aprobado es un problema de Ingeniería. Deben optimizarse un sinfín de variables, entre ellas el cada vez más problemático consumo de energía, por su futura posible escasez a precios baratos y por sus efectos de contaminación medioambiental.

Algunos movimientos de raíz ecologista, quizá con buena voluntad pero con limitado conocimiento científico, están suplantando en la Sociedad las insoslayables Leyes de la Física, con discursos ideológicos y creencias de integrismo medioambiental en algunos casos falsas o exageradas, pero con alto influjo mediático.

Es nuestra obligación moral como Ingenieros participar en el debate social para neutralizar en parte los efectos negativos que algunas de esas creencias falaces puedan causar en el devenir social. Y, por el contrario, asumir el pensamiento y potenciar los aspectos positivos que contienen aunque contradigan ciertas concepciones nuestras, en ocasiones excesivamente productivistas.

P.D: Felicidades a Zaragoza en la conmemoración del Bicentenario de los Sitios, por su elección para organizar la *Exposición Internacional de 2008* bajo el lema *Agua y Desarrollo Sostenible*, y cuyo logo es ZH_2O . Le deseamos éxito. ■



3 EDITORIAL



6 ENTREVISTA CRISTINA NARBONA, Ministra de Medio Ambiente

9 LUIS - MANUEL TOMÁS BALIBREA, MANUEL LATORRE y CARLOS VICENTE CABALLERO

EL PROCEO DE DESALACIÓN

La desalación es una tecnología totalmente segura y contrastada que hace pensar en el Océano como recurso potencial de agua dulce, tan accesible como las aguas superficiales o subterráneas. El proceso empleado actualmente



11 JOSÉ RAMÓN TÉMEZ EL PERIODO SECO 1980-95. SU RAREZA Y EFECTOS EN EL SURESTE ESPAÑOL

La excepcional rareza del episodio, ajeno a un hipotético cambio climático antrópico, ha proyectado una imagen falsa sobre los volúmenes de agua que cabe esperar habitualmente en la cabecera del Tajo, fuente alimentadora del trasvase Tajo-Segura.

15 EL PROGRAMA A.G.U.A., EL TRASVASE DEL EBRO Y LA NUEVA CULTURA DEL AGUA

El Decreto Ley 2/2004 modificaba la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional por el cual se deroga el Trasvase del Ebro y se relacionan las nuevas actuaciones sustitutivas en las cuencas mediterráneas. Se consideran los aspectos económicos, sus repercusiones medioambientales, aspectos técnicos y los conceptos principales del nuevo programa.



20 CARLOS VICENTE CABALLERO DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA DESALADORA DE AGUA DE MAR DEL CANAL DE ALICANTE

Inaugurada el 23 de septiembre de 2003, su producción es de 50.000 m³/día de agua dulce para consumo humano (aproximadamente 600.000 persona). Se describen sus características básicas y todo el proceso técnico perfectamente detallado en todos sus componentes y etapas.



25 PEDRO MARÍA BARREIRO y JUAN JOSÉ AGUIRRE 25 AÑOS DEL PLAN INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE LA RÍA DE BILBAO

La Ría de Bilbao ha sido y es el punto de salida, camino de comunicación con los puertos de Europa y América y la base del comercio iniciado en 1300. La creación del Consorcio de Aguas ha hecho posible resolver la situación y asumir las dos responsabilidades asignadas: el abastecimiento y el saneamiento del agua. Se detallan las actuaciones realizadas en estos 25 años.



31 MIGUEL MALDONADO CUESTA HELANTIS, UNA SOLUCIÓN ENERGÉTICAMENTE ACEPTABLE PARA EL SECADO DE FANGOS

La Comunidad Europea marca la mayor parte del ritmo de nuestra vida diaria y ya ha determinado los destinos finales del fango. Las técnicas de secado permiten mejorar los resultados de la deshidratación mecánica. La alternativa de utilizar la energía solar es sólo viable si se dispone de la superficie necesaria.



35 CHRISTOPHER GANZ EXTRACCIÓN DEL AGUA DEL TÚNEL FERROVIARIO MÁS LARGO DEL MUNDO

Suiza ha ganado un merecido prestigio en la construcción de túneles. Pero nada puede compararse con el proyecto alpino como parte de la red ferroviaria de alta velocidad que unirá el Norte y el sur de Europa a lo largo de un túnel de 57 km. El problema del agua exige técnicas especiales.

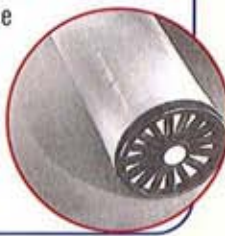


38 ALFREDO LÓPEZ CHALEZQUER APROVECHAMIENTOS MODERNOS DE LOS RÍOS

Uno de los temas que se pueden acometer en Aragón es aprovechar las aguas del Ebro. El autor, que ha expuesto sus ideas en diversas colaboraciones en nuestra Revista, hace unas consideraciones comparativas sobre el control de crecidas, generación hidroeléctrica, navegación, acuicultura, turismo, protección ecológica, trasvases, etc. entre el proyecto chino de las Tres Gargantas y el Ebro.

42 HYCHAM BASTA DESALACIÓN NUCLEAR

La Conferencia internacional sobre desalación nuclear del agua de mar, desarrollada en Marrakech en octubre de 2002, en presencia de especialistas de 35 países, ha constituido un paso decisivo para instaurar el Plan Oasis. El encuentro fue organizado por la Asociación de Ingenieros Atómicos de Marruecos. Se comparan los dos procedimientos más usados (destilación y ósmosis inversa) con el que se describe en el artículo. El obstáculo real son los comportamientos sociales adversos a cualquier proyecto basado en lo nuclear...



45 MIGUEL VEGA, LAURENT BONTOUX y DEMÓSTENES PAPAMELETIOU

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS EN EUROPA: EL PROBLEMA DE LOS LODOS

Hasta ahora, las principales vías de eliminación han sido transportar los lodos a vertederos, esparcirlos en la tierra, verterlos al mar e incinerarlos. Los tiempos cambian y aparecen nuevas restricciones y aplicaciones. La existencia de metales pesados exige nuevas consideraciones por su probada toxicidad.

50 MANUEL FERNÁNDEZ GÓMEZ SANEAMIENTO INTEGRAL DE LA CUENCA BAJA DEL SISTEMA FLUVIAL SAJA-BESAYA

El desarrollo industrial de esta zona, junto con aglomeraciones urbanas como Torrelavega y los Corrales de Buelna, y las playas, han hecho urgente la actuación en la que ha participado la Universidad de Cantabria. El Plan se aborda mediante un Convenio entre la Confederación Hidrográfica y la Fundación Leonardo Torres Quevedo.



53 XAVIER CAÑO LEGISLACIÓN APLICABLE EN MATERIA DE AGUAS

Detalle, en forma cronológica, de la legislación más relevante de la Unión Europea y de España con el objeto de que el lector tenga un acceso rápido en esta materia.

55 DESARROLLO SOSTENIBLE

Se tratan los temas habituales sobre la Normativa más importante recientemente aprobada en España y en las Comunidades Autónomas, la Normativa en preparación en la U.E. y algunos acontecimientos de interés como el Informe de la Comisión Nacional de Energía sobre las Ventas de Energía del Régimen Especial, la III Feria de Energía y Medio Ambiente y el Plan Recharge para el reciclado de baterías y pilas.

59 ENERGÍA HOY

Se tratan los temas: "Plan de acción para el desarrollo del suministro de biomasa", la "Vuelta de las tarifas eléctricas" y "Escenario avanzado de energías renovables al horizonte 2040".

63 NOTICIAS

85 INFORME SOBRE EL LENGUAJE (IX)

87 CARTAS AL DIRECTOR

89 MONGRÁFICOS 2005

90 PUBLICACIONES

DYNA

Fundada en 1926

Órgano Oficial de la Federación de Asociaciones de Ingenieros Industriales de España

Bilbao: Alameda de Mazarredo, 69-2º - 48009

Tels. 94 423 75 66 - 94 423 22 44 - Apartado 646

Fax 94 423 44 61 - dyna@colib.es

Madrid: Carrera de San Jerónimo, 5-3º izqda. - 28014

Tel. 91 521 00 70 - Fax. 91 531 59 17 • faile@ies.es

Consejo de Redacción: Presidente: Agustín Iturriaga (Vizcaya) - Vicepresidentes: Alejandro Marín (Federación) y Manuel Acero (Madrid) - Secretario: Carlos López de Letona (Vizcaya) - Vocales: José Luis Calvo (Andalucía Occidental), Alfredo Arredondo (Madrid), José Antonio Ruiz (Madrid), José Miguel Sancho (Aragón), Luis Manuel Tomás (Murcia), Antonio María Samartí Aulet (Baleares), Pedro Fanego (Asturias y León), Pedro Hernández (Cantabria), Francisco J. Moledo (Federación), Fernando López (Extremadura), Leopoldo Espolita (Asturias y León), Ángel Fernández - Arnesto (Galicia).

Comisión Ejecutiva: Presidente: Jesús María Cantera (Vizcaya) - Vicepresidente: Carmelo Mendivil (Vizcaya) - Vocales: Enrique García (Alava), Luis Lezaun (Aragón), José Mª Ruiz-Tapiador (Aragón), Martín López Oliver (Baleares), José Antonio Lainz (Cantabria), Ángel Fernández-Arnesto (Galicia), Antonio Santiago Valladares (Galicia), Javier Zulaica (Guipúzcoa), Agustín Iturriaga (Vizcaya), Mariano de Juana (Madrid), Manuel Morillo (Madrid), José Carlos Cortés (Madrid), Emilio Ollas (Madrid), Pablo T. León (Madrid), Leandro Ardanza (Vizcaya), Luciano Azpiazu (Vizcaya), Javier Barrondo (Vizcaya), Néstor Goikoebea (Vizcaya), Josu Sagastagoitia (Vizcaya), Leopoldo Espolita (Asturias y León).

Secretario: Carlos López de Letona.

Director: José Miguel Marañón.

Las ideas expuestas son de responsabilidad del autor. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos con la condición de citar su procedencia, enviando a Dyna un ejemplar.

PUBLICIDAD: Alameda de Mazarredo, 69-2º - 48009 BILBAO

Tel. 94 423 75 66 - Fax 94 423 44 61

AGENTES:

BARCELONA: Joaquín Quintero. Carretera Cornellá, 13-15, planta 14ª - 3

Tel. 93 372 24 02 • 08950 Esplugas - Fax 93 473 28 87

MADRID: Labayru & Anciones, S.L. C/Andorra, 69. Local. 28043 - Madrid

Tel. 91-3886542-6492 • Fax. 91-3886518

MILÁN: O.P.Q. srl Via G.B. Pirelli, 30 - 20124 Milano

CORRESPONSALES:

ALEMANIA: Amaya Echevarría

ARGENTINA: Roberto Angel Urriza

CANADÁ: Luis Santos

CERN (Ginebra): María Paz Casas

EE.UU: Michael Cassidy, Universidad de Berkeley, California

FRANCIA: E. Matuszewski, H. Vignacq

ISRAEL: Tony Hunter

MÉXICO: Ivonne Abud Urbiola

PERU: Juan G. Barrientos Díaz (Revista EIC)

ITALIA: Franco Fiocca, Bruno Fiocca

RUSIA: A. Labunsky, José Ignacio Pradas-Poveda

Impresor: GRAFMAN, S.A.

D.L. BI-6-1958

ISSN 0012-7361



MIEMBRO DE LA ASOCIACIÓN
ESPAÑOLA DE PERIODISMO
CIENTÍFICO



aipet

asociación iberoamericana
de periodistas especializados
y técnicos



OFICINA DE JUSTIFICACIÓN DE LA DIFUSIÓN S.A.

Tirada de este número: 22.170 ejemplares
(Pendiente de verificación)



CRISTINA NARBONA

Ministra de Medio Ambiente

¿Cuáles son las principales líneas de actuación del Ministerio de Medio Ambiente y qué objetivos prioritarios se ha marcado para la presente legislatura?

El Presidente **José Luis Rodríguez Zapatero** en su discurso de investidura anunció su apuesta por más desarrollo económico y social, con menos contaminación y degradación del medio y con uso más racional de los recursos naturales; y destacó también dos compromisos prioritarios para la legislatura: la reorientación de la política del agua y el cumplimiento del *Protocolo de Kioto*. El discurso de investidura obliga a todo el Gobierno, no solo al MIMAM. En general, a nosotros nos corresponde el impulso y la concertación con el resto de las Administraciones, así como la información y concienciación de la ciudadanía, para garantizar avances reales hacia pautas de mayor sostenibilidad, en particular una mayor responsabilidad en la producción y en el consumo por parte de todos.

Por supuesto, el **Ministerio de Medio Ambiente** ha trabajado desde el primer momento de la legislatura en los dos ámbitos prioritarios mencionados

antes. La reorientación de la política del agua, de acuerdo con la legislación europea, busca una utilización eficiente y sostenible de los recursos, y a la vez una economía en la elección de las obras civiles a realizar. Por ello las obras a realizar deben cumplir con un análisis coste-beneficio mucho más ajustado a criterios de racionalidad económica de lo que ha sido habitual en los últimos años, así como a las exigencias ambientales.

El segundo ámbito, el del cumplimiento del *Protocolo de Kioto*, requiere una reorientación de la política energética e industrial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En los dos ámbitos se han hecho progresos notables en estos meses. Se ha aprobado ya un *Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión*, que cuenta con el consenso de todos los sectores implicados y con el visto bueno de la **Comisión Europea**, y se han establecido acuerdos con varios países de América Latina, para aplicar los mecanismos previstos en el *Protocolo de Kioto*, emprendido las negociaciones internacionales para utilizar los mecanismos limpios previstos en el

Protocolo de Kioto, y podemos llegar a cumplir sus requerimientos.

¿Qué acciones tiene previstas realizar su Ministerio en relación con el fomento del reciclaje y la educación ambiental?

Como en otros campos, la actuación directa corresponde fundamentalmente a Comunidades Autónomas y Ayuntamientos, aunque el Ministerio tiene la competencia de elaborar la legislación básica —conforme a la normativa europea—, así como de diseñar y ejecutar planes nacionales para cada tipo de residuos. En lo que se refiere a campañas de sensibilización, dirigidas a los ciudadanos, desde el Ministerio seremos muy selectivos y evitaremos campañas puramente de imagen o de publicidad. Cada una de las actuaciones importantes del Ministerio, ya se relacionen con la reutilización, el reciclaje, el uso sostenible de la energía o del agua, tienen una componente importante de comunicación, de búsqueda de una mayor concienciación y responsabilidad de los ciudadanos para la utilización de recursos que son escasos.

La política del agua debe dar respuesta en España a las numerosas

carencias en cuanto a la gestión y el control público del agua y de su calidad, así como de garantía de disponibilidad de agua de calidad adecuada; y debe hacerlo conforme a la legislación europea.

¿Cuál es la situación actual del agua en nuestro país?

El agua es un patrimonio de todos, indispensable para el desarrollo de cada territorio; y también es una responsabilidad común, ya que se trata de un bien natural escaso, indispensable para la vida y para la conservación de todos los ecosistemas. Tenemos que preservarlo, controlar su calidad, actuando siempre de manera responsable. La reorientación en la política del agua es imprescindible: lo dice el propio informe de la OCDE. No se pueden resolver hoy los problemas del agua con las soluciones concebidas hace cien o cincuenta años, obras civiles muy costosas para el erario público, que suponen un impacto económico y ambiental muy elevado. El Programa AGUA desarrollará en toda España actuaciones para garantizar la satisfacción de las necesidades, con más equidad y más sostenibilidad, teniendo en cuenta los criterios y normas de la Unión Europea.

El Ministerio de Medio Ambiente ha puesto en marcha el Programa A.G.U.A. (Actuaciones para la Gestión y la Utilización del Agua) ¿Cómo surge y cuáles son los objetivos prioritarios?

El Programa AGUA materializa los criterios y objetivos de la reorientación de la política del agua en toda España.

En el caso de las cuencas mediterráneas, el Programa AGUA contempla 105 actuaciones concretas, aprobadas mediante el Real Decreto Legislativo 2/2004 como prioritarias y urgentes. El Programa AGUA pretende comunicar a los ciudadanos que se está haciendo y por qué, en materia de agua. El Programa AGUA responde a la pertenencia de España a la Unión Europea. Esto comporta la posibilidad de obtener recursos económicos adicionales, pero también obliga a cumplir las normas europeas: en materia de agua, la Directiva Marco

2000/60, así como todas las normas relativas a la calidad del agua y al cuidado del medio ambiente.

Desde el Gobierno se ha venido defendiendo una "profunda reforma" de las Confederaciones Hidrográficas. ¿Qué va a suponer y en qué aspectos van a incidir, fundamentalmente?

Las Confederaciones Hidrográficas deben tener los medios y la estructura adecuada a los objetivos de la legislación europea: recuperación de la calidad ecológica de las aguas, recuperación de todos los costes asociados al uso del agua en las tarifas —con las excepciones que se justifiquen— antes de 2010, fomento del uso eficiente del agua.... La gestión integral de las aguas a nivel de cuenca es algo tradicional en España; este criterio, es uno de los de la Unión Europea. Las Confederaciones tienen que modernizarse, en estructura y

promover la innovación del sector? ¿Qué líneas de actuación destacaría para lograr un mayor ahorro y eficiencia en los que se refiere al uso que se hace del agua?

Los beneficios sociales, económicos y ambientales son evidentes: la innovación tecnológica puede permitir que se utilicen menos recursos, y que la contaminación sea menor. Los procesos productivos, en general, pueden ser más eficientes, consumir menos recursos, menos energía y ser más competitivos. Desde el Ministerio queremos impulsar este proceso. Además de promover la concienciación social, para que los ciudadanos opten siempre por empresas y productos resultados de tecnologías limpias, la futura Ley de Responsabilidad por daños ambientales, será un avance fundamental en la aplicación del principio de "quien contamina, paga". Las pólizas ligadas a esta nue-

El enfoque anterior, contaminar primero y corregir después la contaminación, se ha ido modificando, especialmente en la política ambiental europea

métodos de funcionamiento, tiene que aumentar su capacidad de vigilancia y análisis, así como compaginar el principio de unidad de gestión en las cuencas con la ordenación territorial de nuestro país, con la existencia de las Comunidades Autónomas. Para que las Confederaciones Hidrográficas puedan cumplir con los objetivos que establece la Directiva Marco Europea, tienen que conocer con el máximo rigor el contenido de los derechos del agua, cuánta agua se usa, quién la usa y para qué, quién y cuánto contamina el agua, qué costes se repercuten a los usuarios. Vamos a intentar realizar en cuatro años la actualización de los registros de aguas, crearemos bancos públicos de agua en las Confederaciones, y revisaremos las autorizaciones de vertidos, 9.000 de las cuales tienen aún hoy el carácter de provisionales.

¿Qué importancia le concede y qué beneficios considera que aporta la innovación tecnológica al sector del agua? ¿Cómo piensa su Ministerio

va ley tendrán un coste más bajo cuanto mejores tecnologías se apliquen en las empresas.

En el caso concreto del agua, es evidente que la reorientación de la política del agua fomenta el uso de sistemas de regadío —y de cualquier otro suministro de agua— mucho más eficientes, así como de sistemas de control del uso y de la calidad del agua. En cuanto a la innovación tecnológica en materia de uso de las energías renovables en la desalinización, se han presentado ya numerosas iniciativas empresariales y de centros de investigación que el Ministerio está estudiando para concretar los correspondientes apoyos.

Respecto a la técnica de desalación, como alternativa para conseguir eficiencia energética, ¿qué actuaciones se llevarán a cabo desde su Ministerio? ¿Además de esta opción, ¿qué otras acciones de mejora tiene previsto acometer?

La política del agua, como cualquier otra política, tiene que optar en cada

momento y circunstancia por las opciones técnicas más adecuadas, con un menor impacto ambiental, una relación aceptable entre costes y beneficios, y acordes con la legislación internacional y los avances técnicos. La desalación es una de las opciones, de presente y de futuro, más interesantes en un país como el nuestro, con 8.000 km de costa, una climatología muy especial y unos recursos hídricos cada vez más escasos, tanto subterráneos como superficiales como consecuencia del cambio climático. De hecho, se están construyendo desaladoras en Estados Unidos, en Australia, en Chile, en Londres. Una veintena de las actuaciones previstas por el Programa AGUA, en las cuencas mediterráneas serán desaladoras; otras ochenta son actuaciones de modernización de las infraestructuras, reutilización de las aguas, mejora de la calidad...

Desde el punto de vista de la Ingeniería Industrial, apostamos porque los técnicos que diseñan, gestionan e innovan los procesos industriales sean los que cuiden el "medio ambiente industrial" ya que no tiene sentido que unos técnicos "contaminen" y otros "limpien". ¿Cuál es su opinión al respecto?

La política ambiental ha ido cambiando precisamente en esta dirección en los últimos años. El enfoque anterior, contaminar primero y corregir después la contaminación, se ha ido modificando, especialmente en la política ambiental europea. La directiva IPCC ya se planteaba como objetivo el control integrado de la contaminación, en todos los niveles. Pero también ese enfoque lo podemos encontrar en los intentos de "desacoplar", disociar, el crecimiento económico y los procesos de contaminación, enfoques comunes a las estrategias modernas relacionadas con el medio ambiente por las principales instituciones internacionales, desde la



OCDE hasta el PNUMA o la propia Unión Europea.

En cuanto al tema del cambio climático, ¿piensan recurrir a medidas complementarias o bastaría con cumplir los objetivos establecidos en el Protocolo de Kioto?

España en estos momentos puede plantearse seriamente cumplir con las obligaciones derivadas del Protocolo de Kioto. Hace sólo unos meses, esto hubiera sido impensable, pero ya está aprobado el Plan Nacional de Asignación Derechos de Emisión. La necesidad de cumplir con las obligaciones derivadas del Protocolo de Kioto es para prevenir el cambio climático que en España será especialmente grave por las características de nuestro país. Por ejemplo, en las últimas décadas las temperaturas medias ya han subido un grado y medio en España, las aportaciones de la lluvia al Guadalquivir y al Júcar se han reducido un 20 por ciento, el nivel del mar está subiendo tres milímetros cada año, y las previsiones muestran que estos efectos se pueden incrementar. En el aspecto económico, España importa el 80 por ciento de la energía que consume y el consumo crece el doble que el PIB. Entre octubre de 2002 y octubre de 2004 el incremento del precio del petróleo le cuesta al año a la economía española más de 8.000 millones de euros, cifra que hay que entenderla comparándola con los 83 millones de euros que

puede suponer para las empresas españolas el cumplimiento del Plan de Asignaciones. Además de contar con este Plan, se ha adaptado a nuestro ordenamiento jurídico la correspondiente directiva europea: ello nos permitirá participar en el mercado europeo de derechos de emisión en igualdad de condiciones que otros países. Se están firmando, además, acuerdos con países de América Latina para aprovechar los mecanismos de incentivación de inversiones en "desarrollo limpio" en dichos países.

En relación con la contaminación atmosférica, ¿qué acciones tiene previstas su Ministerio?

Nos limitamos, lógicamente, a lo que son las competencias del Ministerio, que son lo suficientemente amplias. Asumimos la elaboración de la legislación básica, y en especial la transposición de la normativa europea. Ahora bien, la vigilancia, el conseguir que se cumplan los límites marcados en esta legislación, es una tarea que corresponde a las administraciones territoriales, autonómicas y locales. La contaminación atmosférica en cualquier caso en un campo muy amplio, requiere un esfuerzo real de todas las instancias implicadas. Con respecto al aire ambiente urbano hemos adelantado bastante, en toda Europa, desde hace unos años con los acuerdos conseguidos en el sector de fabricantes de automóviles, con la eliminación de la gasolina con plomo, y con la aplicación de nuevas tecnologías en las empresas. Existe un conjunto de redes de estaciones de vigilancia, dedicadas al ozono troposférico ó a toda una serie de contaminantes, que permiten que Ayuntamientos y Comunidades, en caso de necesidad, den la alerta y adopten las medidas oportunas. La falta de precipitaciones influye a veces en que en las grandes ciudades empeore la situación atmosférica, y desde el Ministerio promovemos en estos momentos una reunión de la Federación Española de Municipios y Provincias para instar a los alcaldes a que adopten las medidas necesarias para casos de ausencia de lluvia, con repercusiones en la contaminación atmosférica. ■

La contaminación atmosférica en cualquier caso en un campo muy amplio, requiere un esfuerzo real de todas las instancias implicadas.

EL PROCESO DE LA DESALACIÓN

Prof. Dr. Luis-Manuel Tomás Balibrea

Decano del Colegio Oficial de Ing. Ind. de la Región de Murcia

Manuel Latorre Carrión

Dr. Ing. Agrónomo, Aguas de la Cuenca del Segura

Carlos Vicente Caballero
Ing. Industrial. Prointec

Planeta azul es el nombre que recibe la Tierra por su aspecto azulado debido a la cantidad de agua presente en su superficie. En ella, no sólo los recursos hídricos no se encuentran repartidos uniformemente, sino que, del volumen total existente, tan sólo el 2,5% lo es de agua dulce. Y de ésta, tan sólo el 0,3% puede estar razonablemente disponible.

El agua es necesaria para la vida humana y, además, cualquier estado de desarrollo o progreso de la Humanidad es impensable sin tener que recurrir a este precioso y escaso elemento. El hombre demanda agua para todas sus actividades y esta demanda es tanto mayor cuanto más desarrollo se alcanza. Su escasez supone una limitación importante para el desarrollo de los pueblos debido a la dependencia que de ella tienen tanto la agricultura como la industria o la población.

Tanto la escasez de agua como su mala calidad han sido constante preocupación a lo largo de la Historia.

Desde la Grecia clásica, el hombre, a la vista de que el 97% del agua de la Tierra era salada, siempre pensó que una solución para obtener agua dulce podría ser la desalación del agua del mar.

Pero, en la última década del siglo XX, se han hecho más patentes las demandas de agua debido al importante crecimiento de la población, a la mejora de sus niveles de vida y a la importancia que los medios de comunicación le han prestado, concien-

ciando a los ciudadanos sobre las consecuencias que, en distintos lugares del mundo, se derivan de este problema.

Aunque en el pasado se hicieron múltiples intentos de la utilización de la desalación, tan sólo ha sido posible palparla en las últimas dos décadas.

En 1962, **John F. Kennedy** manifestaba *"Si pudiéramos producir agua potable a bajo coste a partir del agua de mar, sería un auténtico servicio a la Humanidad, que eclipsaría cualquier otro logro científico"*.

Ha sido precisamente en ésta última década cuando, gracias al desarrollo de la Tecnología, se han conseguido grandes avances y, en consecuencia, un auge nunca antes conocido.

Hoy en día, la desalación es una tecnología totalmente segura y contrastada, que se ha ido extendiendo por el mundo en la medida que han ido creciendo las necesidades de agua de los países y han comenzado a escasear los recursos hídricos tradicionales, hasta el punto de generarse déficit hídricos en distintas zonas, problemáticos de ser solucionados por los medios tradicionales. Reflejo de ello es que, en la actualidad, se producen diariamente más de 24 millones de metros cúbicos de agua desalada en todo el mundo, con capacidad para abastecer a una población de más de 120 millones de habitantes...



Además, en los últimos tiempos se observa un crecimiento de población en las zonas costeras y, por tanto, del consumo, precisamente donde los recursos hídricos suelen ser escasos. Por todo ello y considerando que la tecnología de desalación es ya fiable y competitiva, las zonas costeras deben pasar a considerar el océano como recurso potencial de agua dulce; tan accesible como la aguas superficiales o subterráneas.

En California, donde más del 80 % de la población se concentra en la franja costera y cuyos recursos hídricos provienen en el 85 % de Estados limítrofes, se ha puesto en marcha un ambicioso programa de desalación con el objetivo de suministrar, desde el mar, más de 150 millones de metros cúbicos al año mediante la construcción de 15 instalaciones de desalación. Ello supondrá satisfacer del 15 al 20 % de la demanda de agua potable en el horizonte del año 2025.

El proceso de desalación consiste en retirar las sales disueltas en el agua del mar, siendo el método más utilizado el de la ósmosis inversa. La ósmosis inversa realiza la separación de sales haciendo pasar el líquido a través de membranas semipermeables.

Una solución, con una concentración determinada de sales, desarrolla en su interior una tensión conocida como *presión osmótica*. Si esa solución se pone en contacto con otra de diferente concentración, a través de una membrana semipermeable, se produce un flujo desde la solución más diluida hacia la más concentrada; flujo que cesa cuando se igualan las concentraciones a ambos lados de la membrana.

Se trata de un proceso natural que se produce también en los seres vivos donde la alimentación de las células se realiza por ósmosis a través de la membrana celular.

Pero en el proceso de desalación, el agua debe desprenderse de las sales y, por tanto, el flujo debe realizarse desde la solución concentrada ha-

cia la diluida. Como ese proceso no se puede realizar de forma directa o natural, es necesaria la aplicación de una energía o fuerza externa para provocar la separación. De ahí el nombre de ósmosis inversa como consecuencia de la reversibilidad que hay que provocar en el fenómeno o proceso natural.

En consecuencia, para desalar por ósmosis inversa es preciso disponer de una membrana semipermeable y de una fuerza exterior que impulse el agua a través de la membrana.

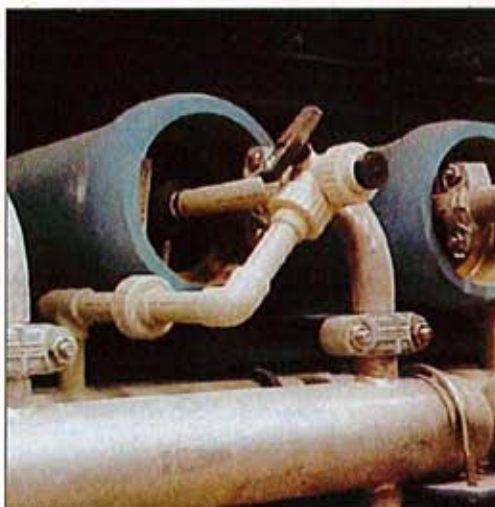
Una instalación desaladora marina precisa captar el agua del mar para ser, posteriormente, sometida a un proceso industrial de ósmosis inversa. Dicha captación puede ser realizada mediante pozos perforados en la costa o bien mediante captación abierta en el mar a través de una conducción situada mar adentro; lo suficiente para que la captación se realice a una cota de 20 metros de profundidad del fondo marino.

Dicha agua, previamente al proceso de ósmosis, debe ser tratada física y químicamente. Para ello se le somete a una filtración, a través de filtros de arena, y a una microfiltración, a través de filtros de cartuchos. Durante este proceso, al agua se le añaden ciertos reactivos químicos para su acondicionamiento; similares a los que, en la actualidad, son empleados en las estaciones depuradoras.

Una vez tratada, el agua se envía, mediante bombas de alta presión, hasta las membranas, donde se produce la separación de las sales, obteniendo, por un lado, un flujo de agua potable y, por otro, lo que se denomina "agua de rechazo o salmuera", que no es más que agua con una concentración salina mayor que la del agua del mar.

En este tipo de instalaciones el factor de conversión es aproximadamente del 45%. El agua de rechazo es normalmente devuelta al mar.

Medioambientalmente hay que tratar con especial atención a la flora marina existente en el litoral mediterráneo. Sobre todo la fanerógama marina "*Posidonia oceanica*", que re-



cubre los fondos del litoral mediterráneo, en un calado de 5 a 30 metros; especie incluida en la lista de hábitats naturales de interés comunitario que es preciso proteger según Directiva del Consejo de la **Comisión Europea** de 21 de mayo de 1992.

A pesar de que aún se sigue investigando sobre el efecto de los vertidos de salmuera en las praderas de *Posidonia oceanica*, es absolutamente necesario adoptar una serie de medidas de protección al objeto de no dañar dichas praderas, debido al papel básico estructural que desempeñan en el hábitat marino, presentando una capacidad de producción de oxígeno incluso superior a la de la propia selva amazónica.

Dichas medidas pasan, en la actualidad, por realizar el vertido en zonas en donde no están presentes; o bien, también es posible realizar una dilución del agua de rechazo o salmuera *in situ*, mediante los nuevos diseños de emisarios al objeto de evitar la acumulación de una concentración salina en su vertido al mar.

El hombre quiso volar y la Tecnología lo hizo posible. El hombre quiso obtener agua dulce del mar y es hoy cuando la Tecnología lo ha hecho posible.

Hoy, en España se producen diariamente 1.200.000 m³ de agua dulce a partir de la desalación; de los cuales 700.000 m³ han sido obtenidos a partir de agua del mar.

Tras Arabia Saudita, los Emiratos Árabes y EE.UU., España es el cuarto productor mundial de agua utilizando la tecnología de la desalación y una

de las principales potencias mundiales en empresas de Ingeniería especializadas en construcción de instalaciones desaladoras y su tecnología.

En tan sólo una década el desarrollo de la Tecnología ha conseguido reducir los consumos energéticos de generación de agua desalada a la mitad, precisándose invertir, aproximadamente hoy día menos de 4 kWh por cada metro cúbico desalado. Lo que, considerando las amortizaciones de las instalaciones, posibilita la generación de agua dulce a partir del agua de mar a un coste de entre 0,40 y 0,50 Euros/m³. Y, en lo relativo a las emisiones contaminantes, la generación de 1 m³ de agua desalada es equivalente a las emisiones que hoy en día genera un vehículo de gasolina al recorrer tan sólo 20 kilómetros...

Es cierto que la tecnología de la desalación, de manera similar a como ha ocurrido con la Informática, evolucionará, permitiendo no sólo menores costes futuros, o una utilización de energías no contaminantes, sino reduciendo aún más los impactos medioambientales. Pero, al igual que hoy adquirimos nuestro ordenador personal (aún cuando sabemos que en el futuro los habrá con mayor capacidad, rapidez y economía) las regiones con déficits hídricos no pueden desechar la utilización de esta tecnología.

La tecnología de la desalación de hoy en día (y no la de hace 10 años en la que algunos, desafortunadamente, todavía siguen basando sus afirmaciones y opiniones) hace posible, en referencia a la calidad del agua, que con un post-tratamiento muy sencillo y económico, sea posible optimizarla para el tipo de consumo requerido.

La Tecnología, conjuntamente con la Ingeniería, han hecho posible que, en la actualidad y desde el punto de vista técnico, se pueda volar y que la desalación pueda ser considerada como una solución tecnológica apropiada para minorar los problemas de déficit hídrico que sufren algunas zonas del planeta. ■

EL PERÍODO SECO 1980-95. SU RAREZA Y EFECTOS EN EL SURESTE ESPAÑOL

José Ramón Témez Peláez
Dr. Ingeniero de C.C. y P.

RESUMEN

Los persistentes déficits pluviométricos del período 1980-95 en la España peninsular, especialmente severos en la mitad sur, provocaron otros significativamente mayores en los recursos hídricos de la red fluvial. Como se comprueba en las cabeceras de los ríos Tago, Júcar, Segura y Guadalquivir, principales fuentes de suministro a las zonas secas de Murcia, Valencia y Andalucía.

Se pone de manifiesto la excepcional rareza de ese episodio, ajeno a un hipotético cambio climático antrópico, y que, entre otras cosas, ha proyectado una falsa imagen de los volúmenes de agua que cabe esperar habitualmente en la cabecera del Tago, fuente alimentadora del trasvase Tago-Segura.

INTRODUCCIÓN

El déficit de recursos hídricos durante el largo periodo 1980/81 a 1994/95 fue, sin duda, en gran parte del territorio nacional, el más severo de los



Fig. 1. Déficits pluviométricos del periodo 1980/81 a 1994/95, (en porcentaje)

registrados desde que, a principios del siglo XX, se inició el control de los caudales en la red fluvial.

La escasez de agua se dejó notar en la práctica totalidad de la España peninsular (el estudio no abarca las islas, ni Ceuta y Melilla), pero especialmente en su mitad sur, la más vulnerable, donde hubo un déficit casi continuo durante esos 15 años,

y con intensidad redoblada durante el último quinquenio 1990/91 a 1994/95.

EVOLUCIÓN ESPACIAL DE LOS DÉFICITS PLUVIOMÉTRICOS

Se entiende por déficit pluviométrico la diferencia entre la lluvia media caída durante un cierto período en un punto dado y la lluvia media interanual en ese mismo punto. Se va a expresar en tanto por ciento referido a la media interanual.

La evolución espacial de los déficits correspondientes al período 1980/81 a 1994/95 y al quinquenio 1990/91 a 1994/95 se presentan en las figuras 1 y 2 respectivamente. En ambas se observa una línea de máximos relativos a modo de vaguada pluviométrica en la dirección aproximada Cádiz – Puerto de Somosierra – Zaragoza – Huesca análoga a la seguida por los vientos atlánticos que frecuentemente penetran por el Suroeste peninsular, lo que apunta a un debilitamiento persistente de los mismos como causa fundamental de esos déficits. Coherentemente, los menores tienen lugar en las áreas más alejadas de esa línea cuales son las de Galicia y la costa levantina.

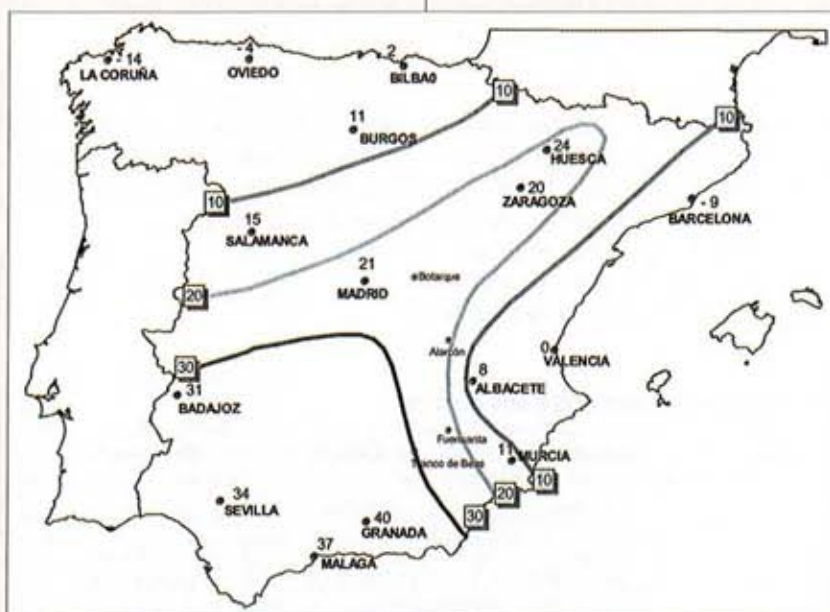


Fig. 2. Déficits pluviométricos del quinquenio 1990/91 a 1994/95, (en porcentaje)

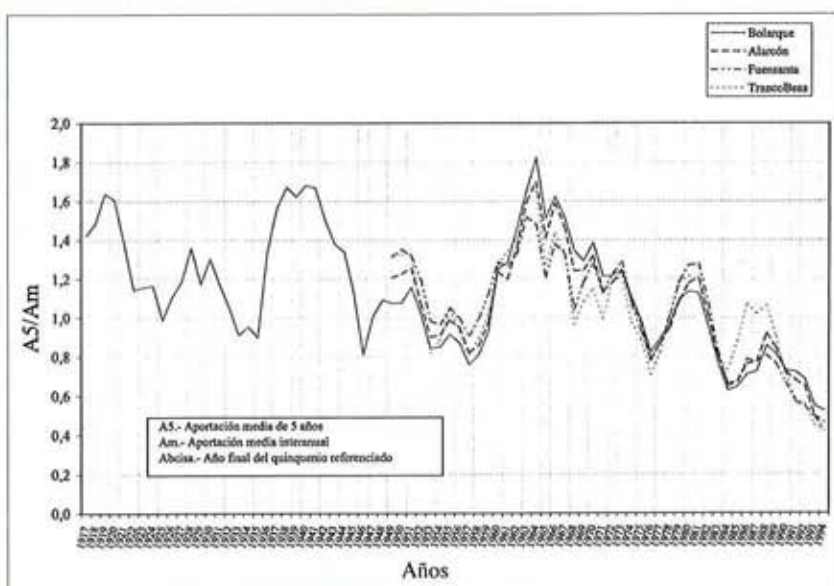


Fig. 3. Medias móviles de las aportaciones de cinco años

En las zonas andaluza, extremeña y gran parte de la castellano-manchega, el déficit supera el 15% en el largo período de 15 años y el 30% en el quinquenio 1990/91 a 1994/95.

LA SEQUÍA HIDROLÓGICA EN CUATRO PUNTOS NEURÁLIGOS

Los recursos hídricos en los distintos puntos de la red fluvial han acusado durante los períodos 1980/95 y 1990/95 unos déficits acordes con los de la lluvia en sus respectivas cuencas (Figs. 1 y 2).

La atención de este artículo se va a limitar a las cuencas de cabecera de los ríos Tajo (embalse de Bolarque), Júcar (embalse de Alarcón), Segura (embalse de Fuensanta) y Guadalquivir (embalse de Tranco), puntos neurálgicos del sistema hídrico español de cuyos recursos depende fundamentalmente el suministro a las zonas más problemáticas: Comunidades de Murcia, Valencia y Andalucía.

En las figuras 3 y 4 se presentan las medias móviles de 5 y 15 años

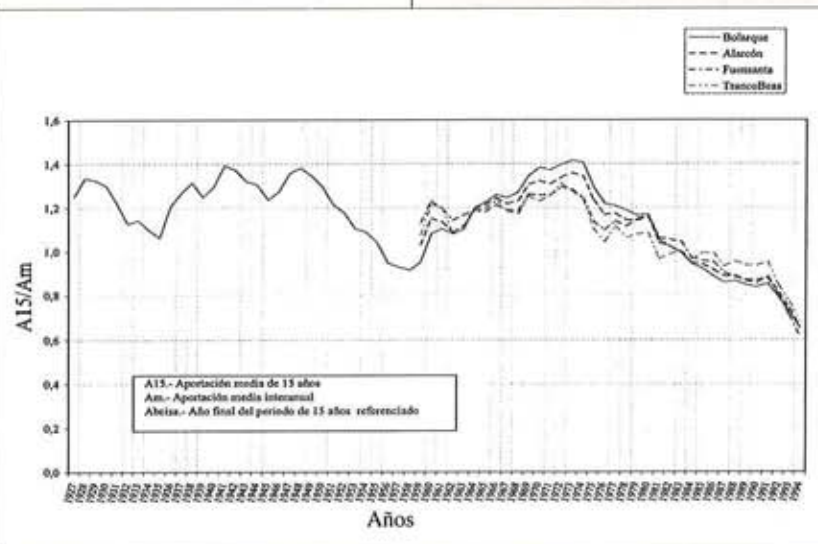


Fig. 4. Medias móviles de las aportaciones de 15 años

(A5 y A15) de las aportaciones en esos cuatro puntos referidas al respectivo valor medio interanual del período común de registros 1944/45 a 1994/95. En los gráficos se puede apreciar cómo con notable sincronismo en todos los embalses, se produce durante los 15 años (1980-95) y

en el quinquenio 1990/95 un déficit cuya magnitud no tiene parangón en ningún otro período desde que se iniciaron los controles de caudales (año 1912/13 en Bolarque).

Según se puede comprobar en las figuras 1 y 2, los déficits pluviométricos en las cuencas de esos embalses fueron del 13% en los 15 años y en el quinquenio final oscilaron entre el 21% de Bolarque y el 30% del Tranco. Sin embargo, los déficits en los recursos hídricos fueron muy superiores tal como se muestra en las figuras 3 y 4 y en la tabla 1.

Ese agravamiento resulta coherente con la naturaleza no lineal de la relación "lluvia P - recurso hídrico A" como muestran los ejemplos de las

figuras 5 y 6 relativas a las cuencas de los embalses de Bolarque y El Tranco de Beas. En las figuras se representa en cada caso la correspondiente Ley de Budyko.

$$A = P e^{-\frac{ETP}{P}}$$

TABLA Nº 1. RECURSOS HÍDRICOS Y SUS DÉFICITS

	BOLARQUE	ALARCÓN	EL TRANCO	FUENSANTA
1944/45 a 1994/95	154 mm.	130 mm.	360 mm.	212 mm
1980/81 a 1994/95	105 mm. (déficit 32%)	77 mm. (déficit 41%)	245 mm. (déficit 32%)	121 mm (déficit 43%)
1990/91 a 1994/95	78 mm. (déficit 49%)	51 mm (déficit 64%)	139 mm. (déficit 61%)	76 mm. (déficit 64%)

TABLA Nº 2. LLUVIAS MEDIAS INTERANUALES (mm.)

ALBACETE		BARCELONA		BILBAO		GRANADA		HUESCA	
Instituto 346	Llanos 363	Univers. 575	Fabra 627	Instituto 1194	Sondica 1227	Univers. 450	B. Aérea 383	Instituto 537	Montflorite 550
MADRID		MURCIA		VALENCIA		ZARAGOZA			
Astronom. 413	Retiro 434	Instituto 321	Alcantarilla 301	Univers. 460	Viveros 440	Univers. 336	Aeropuerto 322		
LISBOA 729		SAN FERNANDO 561				SORIA Instituto 574			

siendo ETP la evapotranspiración potencial y e la base de los logaritmos neperianos. Se puede comprobar el buen acuerdo de las leyes con los valores de lluvias y caudales registrados en los distintos períodos.

LA RAREZA DEL FENÓMENO

Unos períodos tan severos como los analizados en este artículo resultan críticos y determinantes en la planificación hidrológica, pero, para poder extraer de su estudio conclusiones razonables, es preciso conocer la rareza de esos episodios y, por tanto, la probabilidad de que en el futuro se repitan otros análogos. Desde que se iniciaron las medidas de caudales en la red fluvial a principios del siglo XX, no existe constancia de ninguna otra crisis hídrica semejante.

Para el análisis pluviométrico se han utilizado los datos recogidos en la publicación "Homogeneidad y variabilidad de los registros históricos de precipitación en España" del Instituto Nacional de Meteorología

(1996), dirigida por Carlos Almarza Mala, a quien se agradece la información adicional suministrada al autor con correcciones y matizaciones realizadas *a posteriori*. De acuerdo con esa información, es preciso remontarse al período 1867-79 para encon-

tricos medios de esos 13 años, tal como se hace en la figura 7, análoga a la figura nº 1 del período 1980/95, y que muestra en la mitad sur peninsular una extensa zona, que llega hasta Valencia, con déficits superiores al 15%.

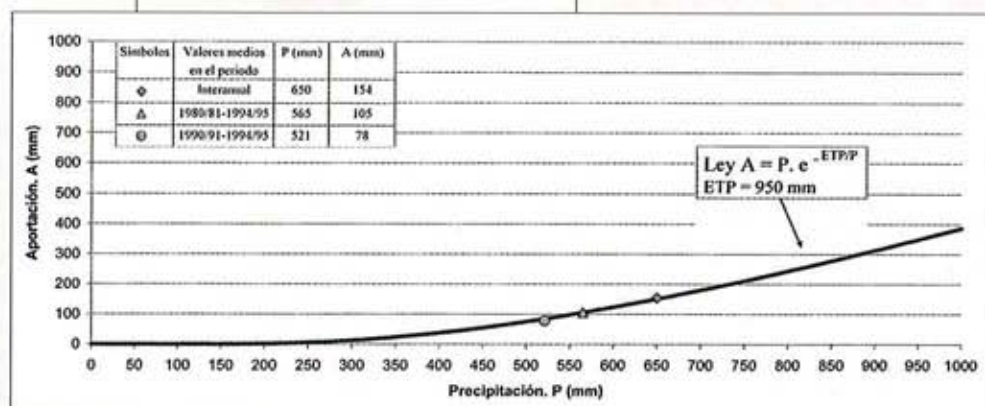


Fig. 5. Bolarque. Ley precipitación-aportación

trar unos antecedentes históricos registrados instrumentalmente comparables a los del reciente 1980-95. Son pocas las estaciones pluviométricas con datos en esas remotas fechas que puedan considerarse completos y fiables. A pesar de ello, al tratarse de valores plurianuales de suave evolución espacial, fue posible definir razonablemente los déficits pluviométricos.

Las lluvias medias interanuales utilizadas en los cálculos figuran en la tabla 2, donde se matizan las diferencias registradas en los emplazamientos antiguos y actuales de los pluviómetros. Los registros de caudales y lluvias muestran por tanto que estos recurrentes desastres climáticos afortunadamente no son frecuentes y han tardado más de un siglo en repetirse.

Conviene resaltar que en las fechas de 1867-79, al contrario de lo que sucedió en 1980-95, eran despreciables las emisiones de gases capaces de calentar la atmósfera y además la temperatura del Globo era de por sí muy baja como puede observarse en la figura 8. Sirvan estas aclaraciones para desligar estos sucesos hidrológicos extremos de un pretendido cambio climático antrópico.

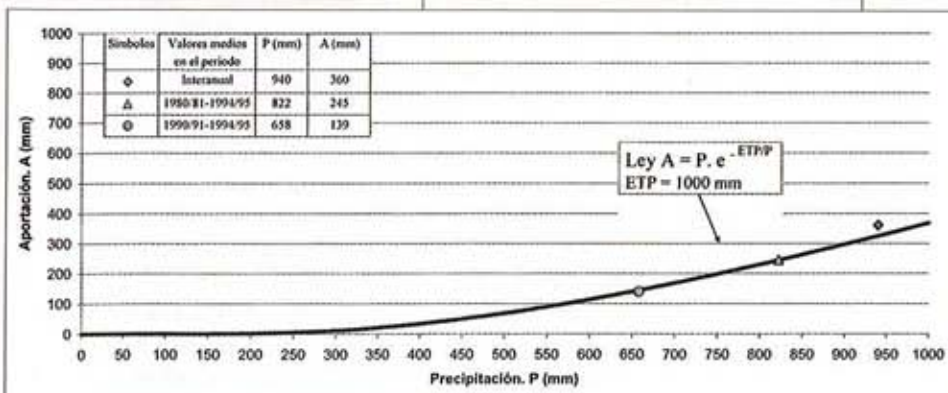


Fig. 6. Tranco de Beas. Ley precipitación-aportación

SÍNTESIS

- Un debilitamiento de los vientos húmedos del Suroeste ha provocado durante el período 1980/81 a 1994/95 unos déficits pluviométricos prácticamente en la totalidad de la España peninsular, que en su mitad sur han sido extremadamente severos por su cuantía de algunos años, pero sobre todo por su larga persistencia. Las figuras 1 y 2 muestran la distribución espacial de los valores medios de esos 15 años, así como los del quinquenio final 1990/91 a 1994/95, en que fue el más seco.

- Los déficits pluviométricos provocaron otros significativamente mayores en los caudales de la red fluvial, en buen acuerdo con los deducibles de las leyes hidrológicas de transformación "precipitación-caudal". En este artículo se centra la atención en las cabeceras de los ríos Tajo, Júcar, Segura y Guadalquivir, que son las principales fuentes de suministro a las zonas problemáticas de Murcia, Valencia y Andalucía.

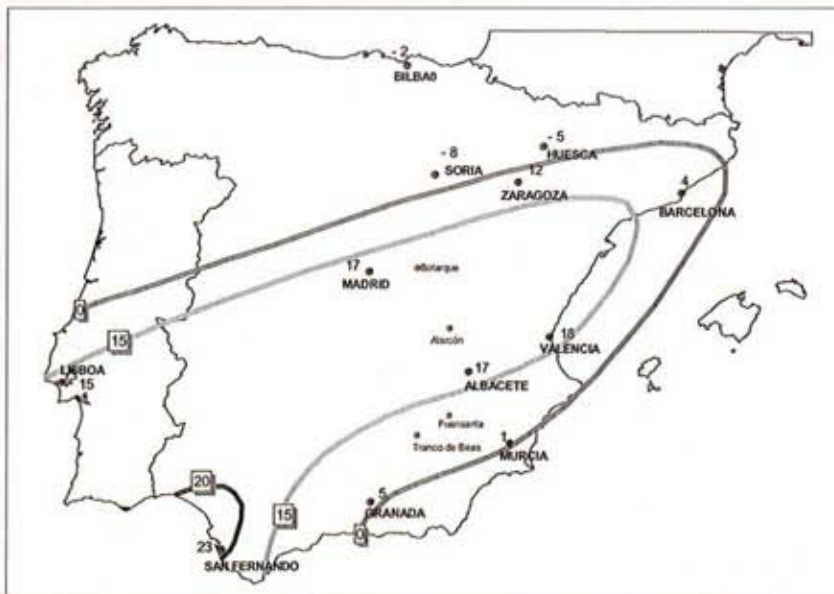


Fig. 7. Déficit pluviométricos del período 1867/79, (en porcentaje)

(desde el año 1912/13 en Bolarque). En ellos se puede observar un grado de sincronismo acusado entre las aportaciones de cabecera de los cuatro ríos, así como la severidad de sus déficits durante el período 1980/95,

ficits de lluvia de la figura 7 correspondiente a 1867-79, análogo al de la figura 1 relativo a 1980/95.

- No tendría mucho sentido pretender explicar la escasez de agua del período 1980-95 como efecto de un cambio climático inducido por la emisión excesiva de gases que calientan la atmósfera pues hubo otra escasez semejante durante los años 1867-79 cuando no había esas emisiones y la temperatura del Globo era muy baja.

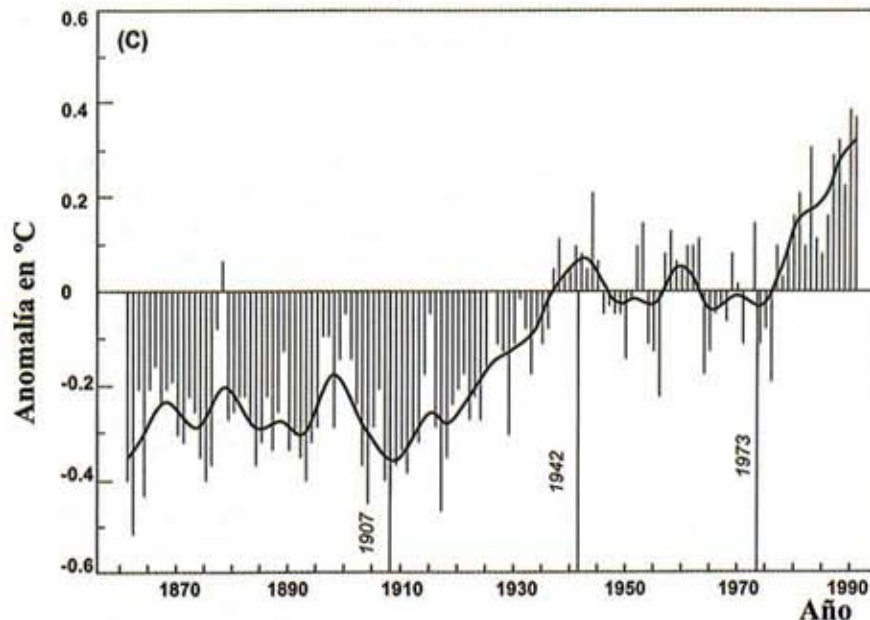


Fig. 8. Anomalia de temperatura desde la era preindustrial hasta el presente

- Los déficits hídricos medios de los 15 años en esos puntos oscilan entre el 32% y el 43%, y en el quinquenio 1990/91 a 1994/95 varían entre el 49 y el 64%. Los gráficos de las figuras 3 y 4 presentan la evolución temporal de las aportaciones en esos puntos durante los años de registro

que no tienen parangón en otras fechas.

- Hay que remontarse más de un siglo, hasta los años 1867-79, para encontrar un episodio semejante. Así lo confirman los registros de las más antiguas estaciones pluviométricas, que permitieron trazar el mapa de dé-

APÉNDICE

La explotación del acueducto Tajo-Segura se inicia hacia 1978/79, y, por tanto, la práctica totalidad de su vida se ha desarrollado durante la persistente sequía 1980/95 y su posterior fase de recuperación. Ello ha dado lugar a que los volúmenes trasvasados haya sido sensiblemente inferiores a los previstos en el proyecto de esa gran obra.

La perspectiva histórica que se ofrece en este artículo permite calificar de excepcionalmente desfavorable ese período y, por tanto, cabe augurar a dicho trasvase una explotación futura más acorde con las estimaciones hechas en su proyecto, y hacer también extensivo ese pronóstico de mayor abundancia a los recursos hídricos del Júcar, Segura y Guadalquivir. ■

EL PROGRAMA A.G.U.A., EL TRASVASE DEL EBRO Y LA NUEVA CULTURA DEL AGUA*

El pasado 18 del pasado mes de junio, el Decreto Ley 2/2004, modificaba la Ley 10/2001 de 5 de julio de 2001 del *Plan Hidrológico Nacional*, por el cual se deroga el *Trasvase del Ebro* y se relacionan las nuevas actuaciones sustitutivas en las Cuencas Mediterráneas.

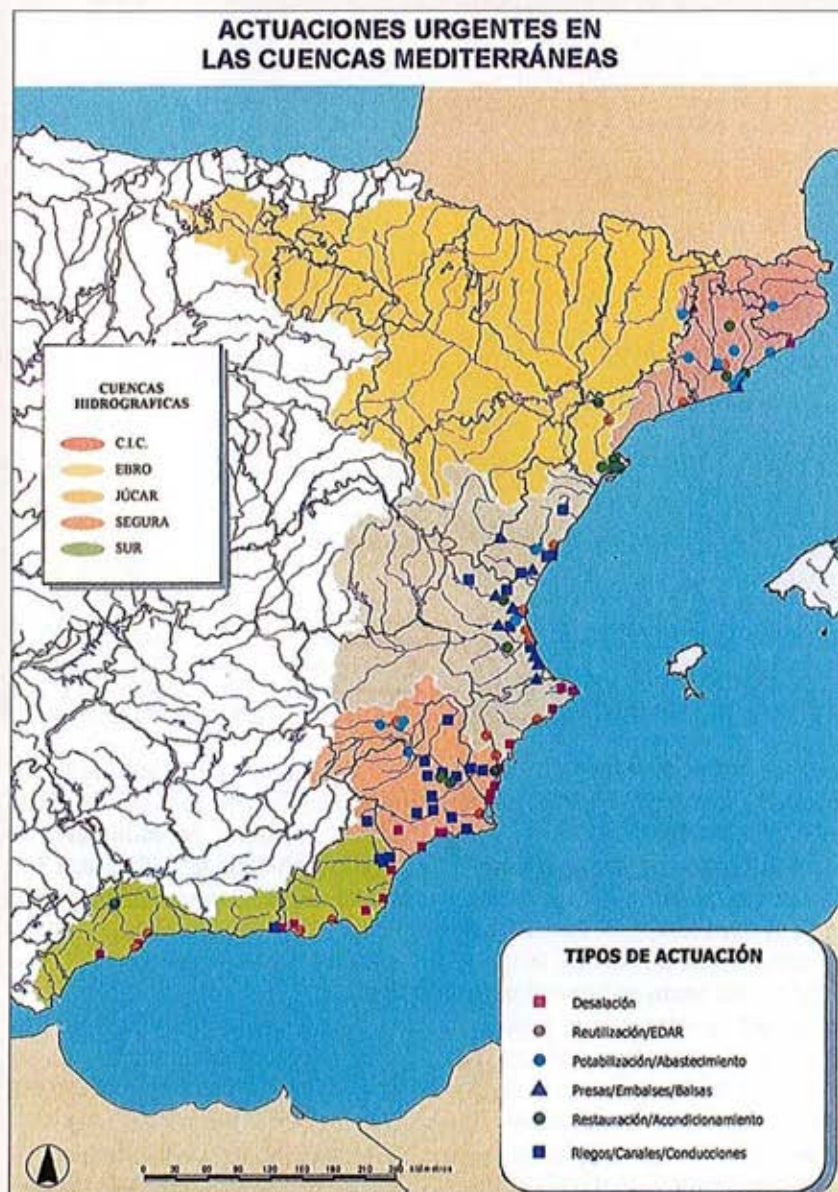
En su preámbulo se citan como razones para proponer esta modificación, que sustancialmente afecta al tan debatido *Trasvase del Ebro* a las Cuencas Internas de Cataluña, Júcar, Segura y del Sur las siguientes:

A. Aspectos económicos

- Costes sistemáticamente infravalorados.
- Estructura de precio no bien explicada.
- No se han aclarado si se aplicarían tarifas distintas según los territorios.
- Se han sobreestimado los beneficios en términos de creación de empleo.
- La demanda no está bien contemplada.

B. Repercusiones medioambientales

- No se han analizado los efectos de una posible reducción de las cantidades de agua a trasvasar.
- No se han despejado las incertidumbres sobre el caudal futuro del Ebro.
- No se han adoptado las medidas necesarias para la protección del río Ebro y en particular del Delta.
- No se ha asegurado la protección a los espacios protegidos.
- No se recoge ninguna información sobre la toma y distribución del agua del trasvase sobre las instalaciones eléctricas necesarias, aspectos clave para determinar el consumo de energía.
- No se ha informado sobre el aumento de salinidad previsto tanto en la cuenca cedente como en las receptoras.



C. Aspectos técnicos

- Ausencia de rigor en los estudios sobre la disponibilidad efectiva de agua para trasvasar.
- Margen de duda excesiva sobre la capacidad de los embalses en las cuencas receptoras.

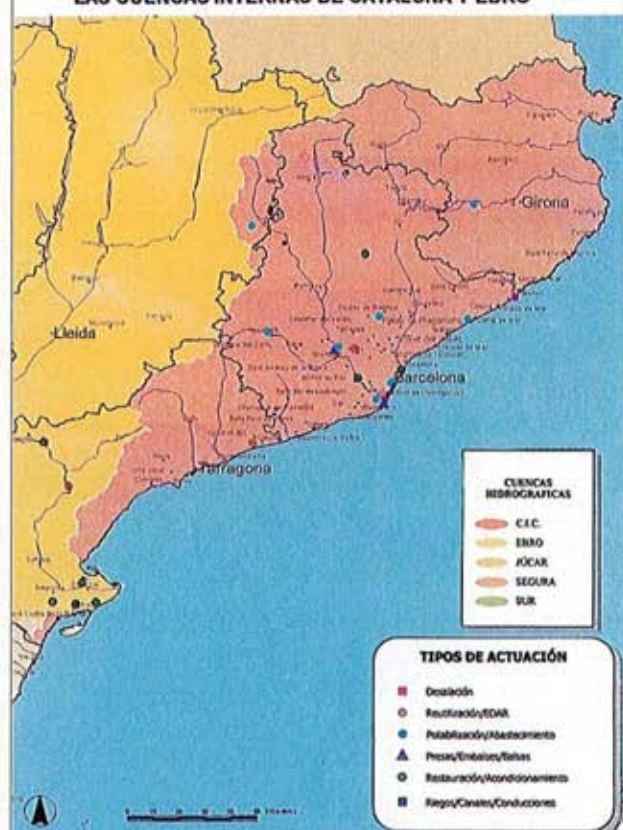
Asimismo, continúa el Preámbulo, como consecuencia de todo lo anterior, las autoridades comunitarias han valorado muy críticamente el Proyecto por lo que las posibilidades de obtener ayudas tanto de los Fon-

dos de Cohesión como del **Feder** resultaban prácticamente inexistentes. También menciona que la *Directiva Marco sobre Política de Aguas* exige que el desarrollo futuro de la cuenca



* Revista de Obras Públicas, oct 2004

ACTUACIONES URGENTES EN LAS CUENCAS INTERNAS DE CATALUÑA Y EBRO



ACTUACIONES URGENTES EN LA CUENCA DEL SEGURA



cedente no pueda verse transformado por la transferencia, lo que no sucede en el caso del Ebro.

Adicionalmente, el exigible principio de recuperación de los verdaderos costes asociados al trasvase haría inviable económicamente la utilización de los recursos aportados para el regadío y retrasaría la puesta en marcha de alternativas técnicas más recomendables, ligadas a la gestión de la demanda, las desaladoras y reutilización de recursos, paliando la sobreexplotación y contaminación de acuíferos garantizando un uso más racional y sostenible de los recursos hidráulicos.

Se listan a continuación, en el Real Decreto, las consideradas *Nuevas actuaciones de interés general* y las *Actuaciones prioritarias y urgentes*, que afectan a las Cuencas del Sur, del Segura, del Júcar, del Ebro e Internas de Cataluña, en número de 54 para las Nuevas actuaciones y de 103 para las Actuaciones prioritarias y urgentes.

Se cerraba, con ello, un larguísimo debate ampliamente contestado en algunas Comunidades y aplaudido

en otras y que se había puesto en marcha hacía tres años con la constitución por parte del **Ministerio de Medio Ambiente**, de la Sociedad **Trasagua**, creada con el fin exclusivo de construir, y posteriormente explotar durante 35 años, el *Trasvase del Ebro*.

Actualmente dicha Sociedad ha sido cambiada de nombre y objeto social, denominándose **ACUAMED** (Agua para las cuencas del Mediterráneo) y encargándose parcialmente de

la gestión de las obras relacionadas en el Real Decreto.

Con posterioridad, el pasado mes de agosto, el **Ministerio de Medio Ambiente** lanzó el *Programa A.G.U.A.* (Actuación para la Gestión y la Utilización del Agua), que materializa la reorientación de la política del agua mediante la explicación y difusión de las actuaciones concretas diseñadas para garantizar la disponibilidad y calidad del agua en cada territorio.

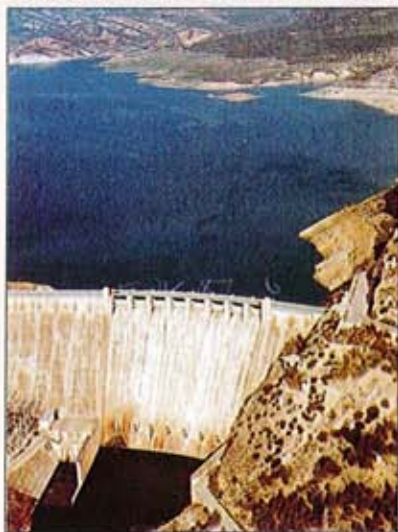
Los conceptos básicos del Programa son:

a) El agua es un derecho y una responsabilidad.

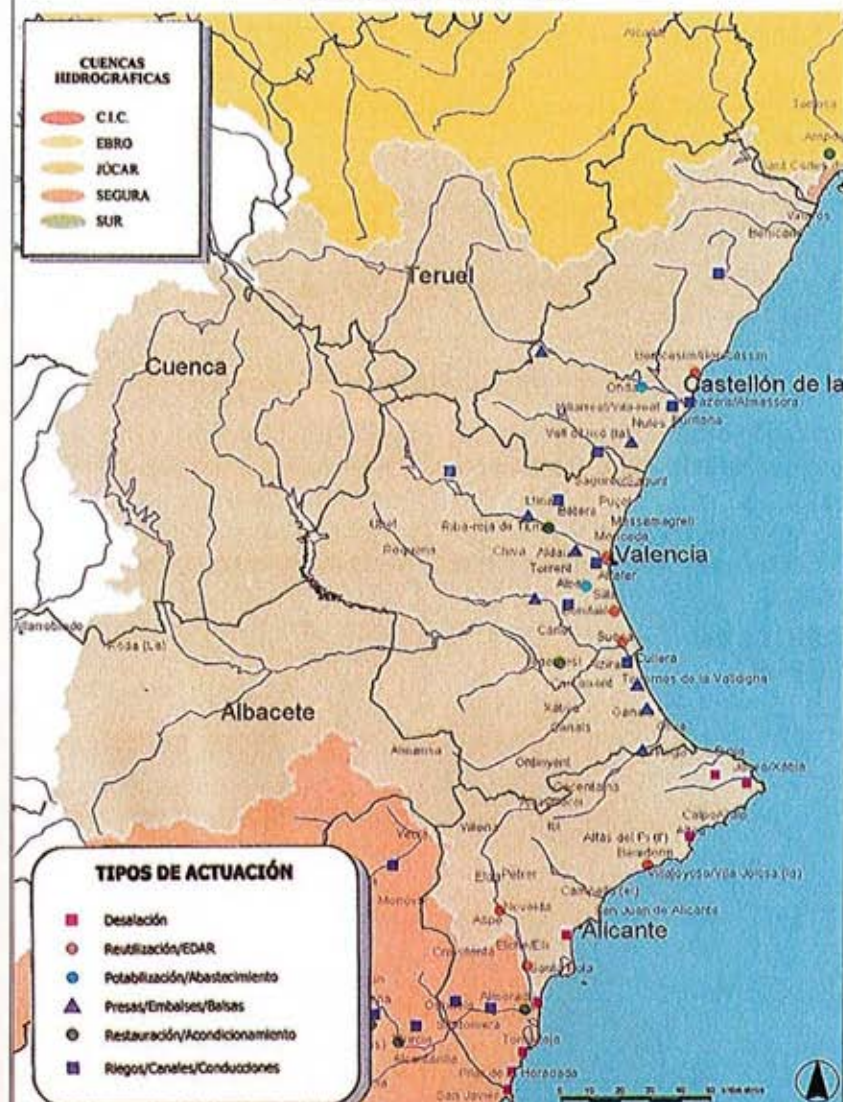
b) El agua tiene un valor económico, social y ambiental.

c) España, como miembro de la U.E., puede obtener recursos económicos si cumple la Normativa europea y concretamente la Directiva Marco 2000/60.

d) La innovación tecnológica permite un mayor ahorro y eficiencia en el uso del agua, así como una mayor garantía de disponibilidad y calidad, favoreciendo la preservación y la restauración de los ecosistemas asociados al agua.



ACTUACIONES URGENTES EN LA CUENCA DEL JÚCAR



e) El agua no es un bien ilimitado ni su disponibilidad en la cuantía y la calidad es gratuita. El uso del agua debe tener en cuenta sus costes reales así como el beneficio económico que puede generar su utilización y debe, por otra parte, respetar la exigencia de un caudal mínimo para mantener los ecosistemas.

Los conceptos principales que desarrolla el Programa son:

1) Más agua

Incluir en la definición de los recursos hídricos de una cuenca no sólo los de ríos y acuíferos, ampliados gracias a la gestión y reutilización del agua, sino también los que se puedan obtener por desalación del litoral de esa cuenca.

El 97% del agua disponible en el planeta se encuentra en mares y océanos y las Cuencas Mediterráneas españolas tienen más de 1.500 km de litoral.

Los sistemas basados en los recursos hídricos tradicionales dependen en exceso de la climatología, por lo demás muy irregular en España. El Programa A.G.U.A. propone actuaciones que aseguren la disponibilidad del agua con independencia de la situación climática.

2) Más flexible

El Programa aporta la solución sostenible tanto para las necesidades reales, previendo situaciones de sequía, como para recuperar los ecosistemas hídricos deteriorados. Las actuaciones propuestas son más rápidas y

variadas, con procesos administrativos y de ejecución más breves.

3) Más calidad

Garantiza el suministro conforme a las normas europeas, incluyendo la calidad del agua proveniente de la reutilización o de la desalación. Numerosas actuaciones previstas están concebidas para reducir la contaminación de aguas subterráneas y superficiales.

4) Más ahorro

El reto no es sólo solucionar el problema sino hacerlo al menor coste posible. Las Actuaciones del Programa, minimizan el coste y maximizan la rentabilidad.

Las inversiones planteadas en el Programa, están centradas en reducir el consumo de agua al estrictamente necesario para cada actividad, acorde con una demanda efectiva.

Las nuevas tecnologías tienden a reducir progresivamente los costes como ha sucedido con la desalación con costes actuales de un 50% inferior al de hace una década.

La coherencia de las actuaciones con los objetivos europeos garantizan las subvenciones de fondos europeos, lo cual permitirá que para las Actuaciones urgentes diseñadas se aprovechen los 1.262 millones de euros disponibles.

5) Más agua para un desarrollo más sostenible

Se pretende un modelo de desarrollo económico más sostenible, es decir, más duradero y más saludable.

El Programa A.G.U.A. trata de que los ciudadanos tomen conciencia de que el agua dulce de calidad es un recurso natural cada vez más caro a nivel superficial y subterráneo.

El Programa desarrolla actuaciones ligadas a la gestión, reutilización y ahorro del agua, con perjuicio mínimo para las estructuras y condiciones de los ríos, sus desembocaduras o el litoral costero y contribuye a la regeneración ambiental del dominio público hidráulico y marítimo y de los ecosistemas asociados.

Las actuaciones previstas en la zona mediterránea suponen unas

aportaciones totales de nuevos recursos hidráulicos de 1.100 hm³/año, con una inversión total de 3.900 millones de euros. Se desglosan por Cuencas con arreglo al cuadro adjunto, que ilustra asimismo las que recogía, según el PHN, el *Trasvase del Ebro*.

En resumen, se da un giro importante a la política del agua, tanto en su vertiente tecnológica, apostando decididamente por la desalación, y mejoras en regadíos y reutilización, como en el análisis oferta-demanda, estudiando con criterio selectivo si la demanda de agua de las cuencas mediterráneas justifica económicamente la misma, exigiendo no sólo mejorar técnicas en la eficiencia de sus instalaciones (técnicas de riego, fugas en tuberías, etc.) sino sobre todo en la

	Nº de Actuaciones	Aportación Hm ³ /año	Aportación Hm ³ /año
C.H del Sur	17	314	95
C.H del Segura	24	336	450
C.H del Júcar	40	270	315
C.H del Ebro e Internas de Cataluña	24	145	190
TOTAL	105	1.065	1.050
	(1)	+	(2) + (3)

utilización de un agua subvencionada para aplicaciones de rentabilidad privada.

Los aspectos principales a debatir, tienen que ver con los siguientes puntos:

1. Política de precios

Se anuncian precios diferentes según los usos, lo cual es correcto, pero se sigue primando de forma muy importante el uso agrícola, cuando la agricultura representa un 3% del PIB español, tiende a la baja y, sin embargo, consume el 80% del agua necesaria.

La política agraria debe estar ligada a la política del agua.

Los precios fijados según usos son: entre 0,12-0,30 €/m³ para el uso agrícola; 0,5-0,7 €/m³ para uso industrial; 0,7-0,9 €/m³ para uso urbano y 1,1-1,3 €/m³ para el uso turístico.

2. Energía

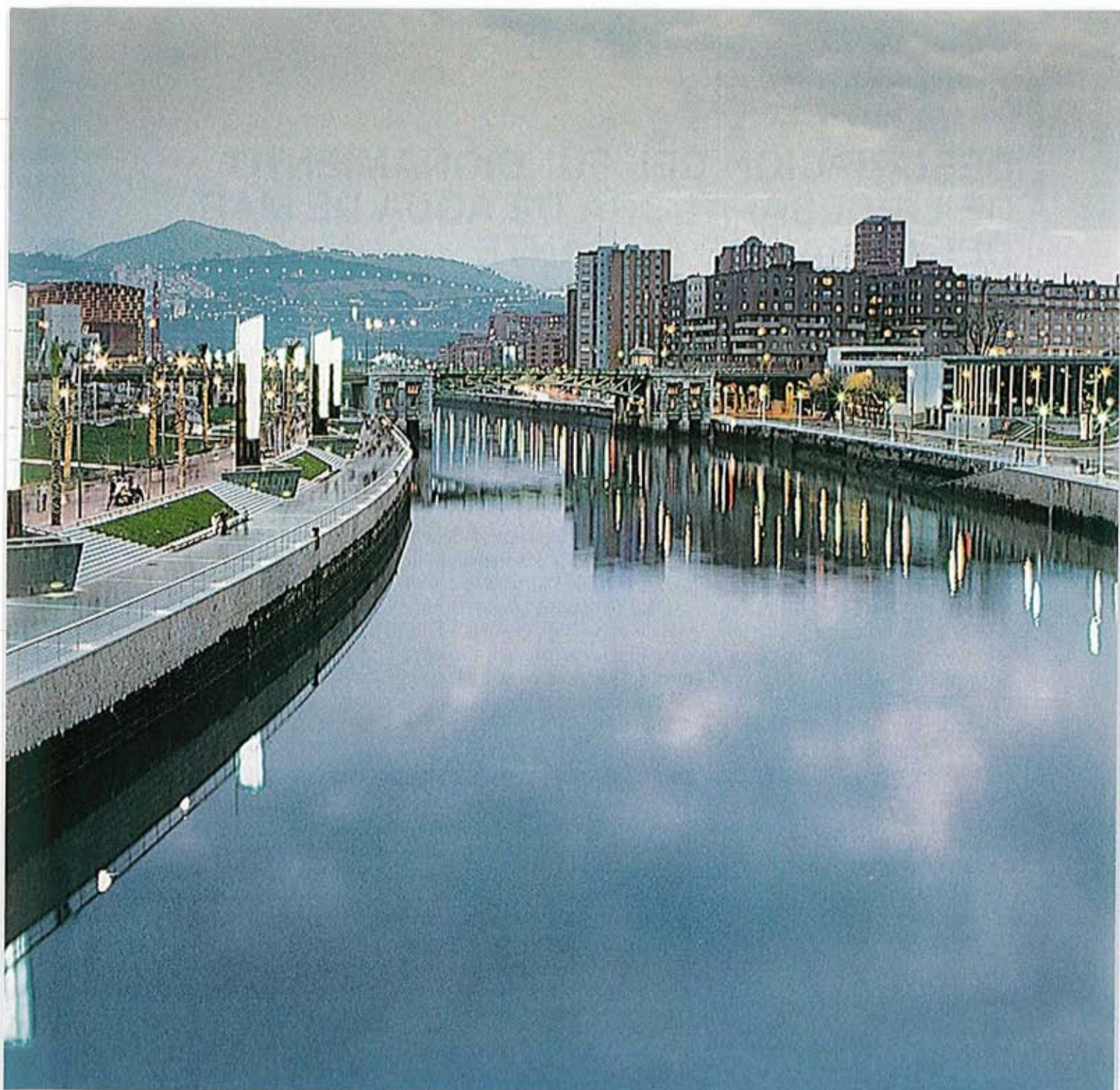
La energía es otro bien escaso y caro y además contamina (Kioto). Es absolutamente necesario el estudio riguroso de cualquier instalación que se utilice para "fabricar agua". Las técnicas de desalación actual han mejorado sensiblemente su eficiencia energética, consumiendo en la actualidad 3 kWh/m³ de agua.

3. Medioambiente

El desarrollo sostenible de un país exige, como primera premisa, el desarrollo económico que permita mejorar las condiciones de vida. España se encuentra todavía debajo de la convergencia con Europa, estando nuestro PIB en el entorno del 76% de europeo (antes de la Europa-26). Sin embargo, dicho desarrollo creciente aumenta la contaminación y el impacto medioambiental.

La política del agua actual debe tratar de armonizar ambos conceptos. ■





Itsasadarra, Bilbo berriaren
islarik onena

La Ría, el mejor reflejo
del nuevo Bilbao



Bilbao Bizkaia Ur Partzuergoa
Consortio de Aguas Bilbao Bizkaia

DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA DESALADORA DE AGUA DE MAR DEL CANAL DE ALICANTE

1.- Introducción

El 23 de septiembre del 2003 se inauguró por parte de la Ministra de Medio Ambiente, Dña. **Elvira Rodríguez**, la desaladora de agua de mar del Canal de Alicante, con una producción de 50.000 m³/día de agua dulce para consumo humano. Dicha desaladora ha pasado a engrosar la lista de instalaciones que conforman el sistema hidráulico de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, Organismo autónomo del Ministerio de Medio Ambiente que abastece a una población de dos millones de habitantes repartidos en 77 municipios de Alicante, Murcia y Albacete. De manera directa la desaladora abastece a una población aproximada de 600.000 personas repartidas entre Alicante, Elche, Santa Pola y San Vicente del Raspeig.

2.- Características básicas

La Planta Desaladora de agua de mar del Canal de Alicante presenta una capacidad de producción neta de 50.000 m³/día operando de forma continuada durante las 24 horas.

La toma de agua de mar se realiza mediante 22 pozos playeros impulsándose un caudal de 125.000 m³/día.

Una vez superada la fase de pretratamiento, el caudal total se divide

Carlos Vicente Caballero,
Ingeniero Industrial Prointec, S.A.



en siete líneas de producción formados por un tren de alta presión (bomba, motor y turbina) seguido por un bastidor de osmosis inversa. La conversión es del 45% (de cada 100 litros, 45 litros se convierten en agua producto y el resto es agua de rechazo) por lo que cada línea de producción obtiene 7.200 m³/día de agua desalada.

talación con una segunda etapa (otro bastidor de ósmosis inversa con membranas específicas de alta presión) que recogería el agua de rechazo de la primera y la utilizaría como alimentación de la segunda etapa. Entre las dos etapas se colocaría una bomba booster para conseguir la presión necesaria. Con esta segunda etapa se puede conseguir pasar de una



La planta está preparada para la ampliación de dos líneas más de producción de 7.200 m³/h cada una. Además se puede implementar la ins-

conversión del 45% al 60% aproximadamente. En caso de realizarse las mencionadas ampliaciones, la producción se incrementaría hasta los 81.000 m³/día.

El proceso de desalación se realiza mediante la tecnología de ósmosis inversa con la utilización de membranas semipermeables de poliamida del tipo de enrollamiento en espiral.

El agua producto es bombeada por cuatro grupos motobomba hasta un depósito regulador de 50.000 m³ desde el cual se conecta con los canales propios de distribución de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla.

Las obras se iniciaron en noviembre de 2000 finalizando en septiembre de 2003. El presupuesto final de las obras asciende a 52.618.644,86 €





y ha contado con la financiación en un 85% del Fondo de Cohesión de la Comunidad Europea.

3.- Descripción de las instalaciones.

3.1.- Toma y bombeo

3.1.1.- Toma de agua de mar

Después de un completo estudio de las distintas alternativas a considerar para la toma de agua de mar se concluyó que la solución óptima, por los caudales con los que trabaja la planta y las características del terreno, es la de toma en pozos con bombas sumergibles.

La toma de agua se realizó mediante 22 pozos de 50 metros de profundidad y con una separación aproximada entre pozos de 20 metros, con lo que se obtiene un caudal de 125.000 m³/día.

Los pozos presentan un diámetro de 500 mm y se encuentran encamisados en los primeros 4 - 5 metros con una tubería de acero para evitar desmoronamientos del terreno y en el resto del pozo con tubería drenante de PVC donde se produce la recogida del agua de mar filtrada.



3.1.2.- Bombeo de agua de mar

Los pozos descritos en el punto anterior recogen el agua marina filtrada de manera natural por el terreno, siendo impulsada a la planta desaladora mediante 18 bombas centrífugas sumergidas (una por pozo).

Las características principales de las bombas son: Caudal nominal: 360 m³/h; Altura manométrica: 42 mca; Potencia del motor: 75 kW.

3.2.- PRETRATAMIENTO DEL AGUA DE MAR

3.2.1.- Descripción general

La función del pretratamiento del agua de mar es la de garantizar, tanto desde el punto de vista de sus propiedades químicas como físicas, las condiciones óptimas del agua de ali-



mentación a los bastidores de ósmosis inversa.

En el caso de la desaladora de Alicante, debido a la buena calidad del agua de toma, el pretratamiento necesario es mínimo. Aun así, y por motivos de seguridad ante cualquier contingencia que se presente en el futuro y que provoque una mala calidad del agua de toma, se incluye ocho etapas de pretratamiento:

- Dosificación de hipoclorito sódico.
- Dosificación de coagulante.
- Filtración sobre arena.
- Bombeo del agua de mar filtrada.
- Dosificación de ácido sulfúrico.
- Adición de dispersante.
- Dosificación de bisulfito sódico.
- Filtros de cartuchos.

3.2.2.- Dosificación de hipoclorito sódico

En la desaladora de Alicante debido a la filtración natural del terreno la actividad bacteriológica es muy reducida. Aún así, para realizar una desinfección puntual del agua de mar se em-



plea el hipoclorito sódico a una dosis máxima de diseño de 2 mg/l como cloro activo.

El equipo de dosificación de hipoclorito de la desaladora consta de un depósito de 30.000 litros, dos bombas dosificadoras (una de reserva) y una bomba de carga desde camión.

3.2.3.- Dosificación de coagulante

De igual manera, el agua bruta tomada de pozo tiene un bajo índice de colmatación (SDI de 0,5 a los 60 minutos) y por tanto no se precisa coagulación.

Aun así, por razones de seguridad y debido a la capacidad de la planta se consideró conveniente la instalación de un equipo dosificador de coagulante inorgánico asumiendo una dosis de diseño de 5 mg/l de FeCl₃.

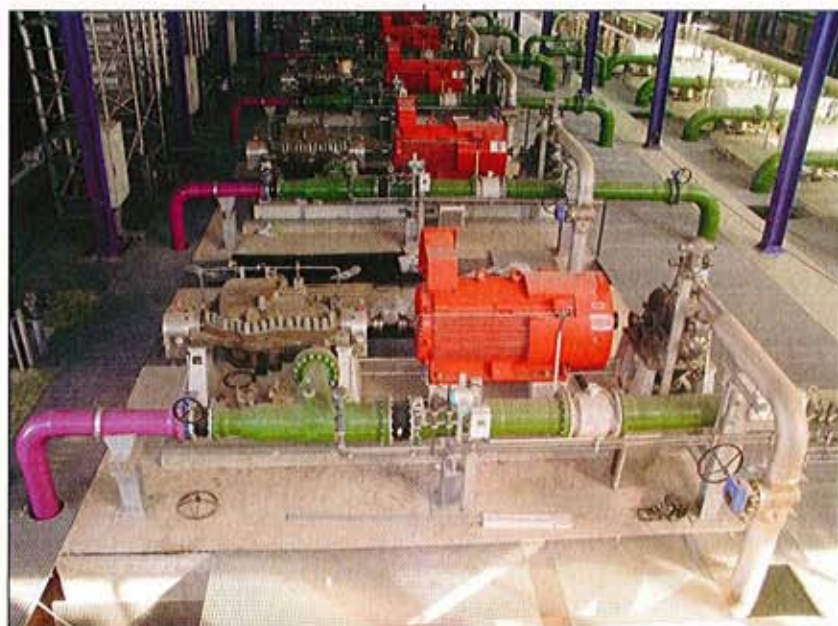
El equipo de dosificación consta de un depósito de 30.000 litros, dos bombas dosificadoras (una de reserva) y una bomba de carga desde el camión cisterna.

3.2.4.- Filtración sobre arena

El agua de mar, una vez clorada y floculada (si procede) es filtrada a través de diez filtros de gravedad contruidos en hormigón.

El lecho es de arena silícea, con una altura de la capa filtrante de 1 metro, siendo la velocidad de filtración de 9,3 m³/h-m² en condiciones normales.





Conforme pasa el tiempo, el filtro de arena se va saturando y aumentan las pérdidas de carga dentro de él, siendo necesario realizar periódicamente el lavado del lecho filtrante. En nuestro caso el lavado se realiza mediante la técnica combinada de aire-agua, utilizando agua de mar filtrada. El sistema de lavado de filtros esta formado por los siguientes elementos:

- Tres grupos motobomba partidas radialmente. Caudal nominal: 900 m³/h; Altura manométrica de impulsión: 9.3 mca; Potencia del motor: 37 kW.
- Dos grupos motosoplante. Caudal impulsado: 3.000 m³/h; Presión manométrica: 3 mca; Potencia del motor: 37 kW.

3.2.5.- Bombeo de agua filtrada

El agua filtrada pasa a un depósito construido en hormigón con impermeabilización interior.

Desde este depósito se bombea a los filtros de cartuchos mediante seis grupos motobombas (uno de reserva) de cámara partida axial. Las características son:

- Caudal nominal: 1.050 m³/h.
- Altura manométrica: 59 mca.
- Rendimiento: 84%.
- Potencia del motor: 250 kW.

Las seis bombas de agua filtrada en servicio van dotadas de variador de frecuencia con el fin de optimizar el consumo energético de la planta

reduciendo la energía disipada en la válvula de control aguas arriba de los bastidores de membranas, así como adaptándose al caudal demandado por los bastidores en operación.

3.2.6.- Dosificación de ácido sulfúrico

El pH del agua bruta captada por los pozos playeros es de 6,8 - 6,9 por lo que no es necesario la dosificación de ácido sulfúrico. Por motivos de seguridad y ante una posible variación del pH se cuenta con un equipo dosificador formado por:

- Un depósito de almacenamiento de H₂SO₄ al 98% de 30.000 litros.
- Una bomba centrífuga para trasiego del ácido desde el camión cisterna a dicho depósito.
- Dos bombas dosificadoras (una de reserva).

3.2.7.- Adición de dispersante o antiincrustante

La función de los antiincrustantes es la de mejorar la solubilidad de algunas sales y prevenir su precipitación (uno de los factores limitantes de la conversión de las desaladoras). Para las condiciones de operación de la Desaladora de Alicante se ha adoptado un polímero orgánico como dispersante (hexametáfosfato sódico), siendo la dosificación de 1 mg/l suficiente para conseguir la conversión del 45%. El equipo de dosificación consta de dos cubas, una en dosificación y otra en preparación de la solu-

ción al 10% y dos bombas dosificadoras (una de reserva).

3.2.8.- Dosificación de bisulfito sódico

Debido a la posible cloración del agua de mar, el agua filtrada contendrá cloro libre residual a unos niveles de aproximadamente 0,5 mg/l, siendo precisa su reducción total ya que dicho oxidante degrada irreversiblemente las membranas de poliamida.

Para conseguir dicha reducción se dosifica bisulfito sódico, siendo la dosis de diseño considerada de 5 mg/l.

El equipo de dosificación consta de dos cubas (una en dosificación y otra en preparación de la solución al 20%) y dos bombas dosificadoras (una de reserva) provistas de variadores de frecuencia.

3.2.9.- Filtros de cartuchos

El agua pretratada y debidamente acondicionada pasa a través de cinco filtros de cartuchos horizontales. Cada filtro de cartuchos contiene 12 cartuchos de polipropileno con un grado de filtración de 5 micras.

El ensuciamiento de los cartuchos se controla mediante un manómetro de presión diferencial que originará la alarma correspondiente.

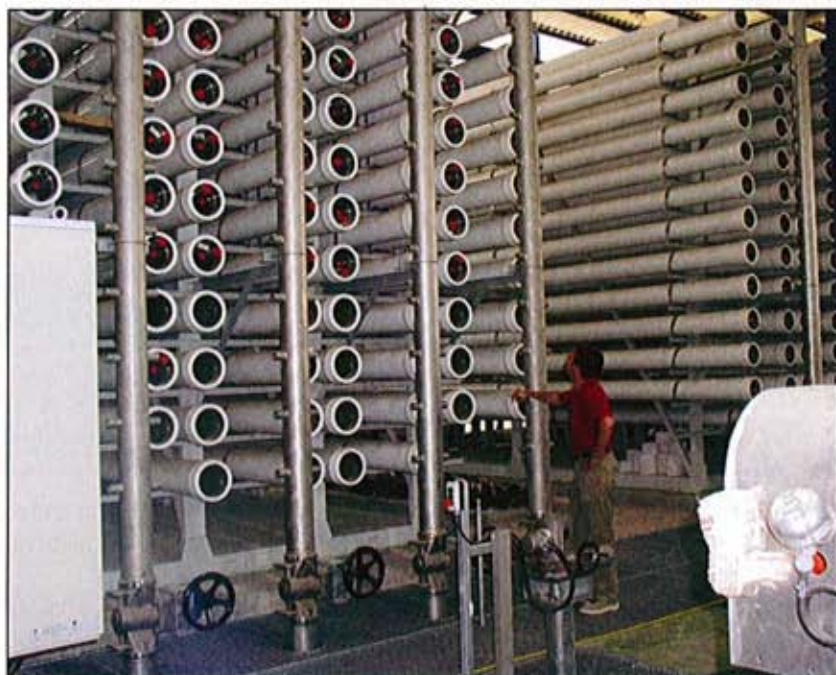
3.3.- ÓSMOSIS INVERSA

3.3.1.- Bomba de alta presión y recuperación de energía

La Desaladora de Alicante presenta en la actualidad siete grupos de alta presión (un grupo por cada bastidor). Cada grupo consta de:

- Bomba de alta presión, centrífuga, horizontal y multietápica, doble voluta, partida horizontalmente, impulsores en oposición y simple aspiración. Caudal nominal: 750 m³/h;





Presión de trabajo: 67,6 kg/cm²; Potencia consumida: 1.709 kW.

- Turbina **Pelton** de recuperación de energía, con servomotor lineal y ajuste de posición con inyector por control remoto. Caudal nominal: 450 m³/h; Presión de trabajo: 66 kg/cm²; Potencia recuperada: 732 kW.

- Motor eléctrico de accionamiento de alto rendimiento, con ventilador de refrigeración directamente acoplado al eje principal del tren. Potencia del motor: 1.120 kW; Tensión de trabajo: 6.000 V.

- Bancada común a bomba, motor y turbina.

3.3.2.- Bastidores de ósmosis inversa
Las características principales de cada bastidor de módulos de O.I. son las siguientes:

- Conversión: 45%
- Disposición: un paso y una etapa.
- N° de módulos: 100.
- N° de membranas: siete por módulo (700 por bastidor).
- Producción: 7.200 m³/día.
- Salinidad del permeado <400 mg/l.

Las características más significativas de las membranas utilizadas en la Desaladora de Alicante son las siguientes:

- Tipo de membrana: De arrollamiento en espiral.
- Fabricante: ROPUR.
- Modelo: SU-820FA.

- Material: Poliamida aromática de tejido cruzado.

- Productividad condiciones estándar: 19 m³/día.

- Rechazo de sales: 99,75%.

- Presión máxima de operación: 70 kg/cm².

3.3.3.- Sistema de desplazamiento y limpieza química

Se ha considerado un sistema para el desplazamiento del agua de mar y para la limpieza de las membranas.

Los componentes principales de dicho sistema son los siguientes:

- Dos bombas centrífugas (una de reserva) de 400 m³/h.



- Un depósito de productos químicos de 25.000 litros.

- Un depósito para recogida y destrucción de espumas de 25.000 litros.

- Un filtro de cartuchos.

3.4.- REMINERALIZACIÓN DEL AGUA DESALADA

El permeado de la ósmosis inversa ha de ser sometido a un proceso de remineralización al objeto de que el agua producida cumpla con la Reglamentación Técnico-Sanitaria para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público.

En el caso de la desaladora de Alicante se remineraliza para cumplir la Reglamentación con excepción de la dureza, la cual se dejará en valores en el entorno de los 25 mg/l Ca.

Se considera que este valor es suficiente ya que en el abastecimiento este agua se mezcla con aguas de mayor dureza provenientes del Canal de Alicante, con lo cual se conseguirán valores por encima de los 60 mg/l de Ca indicados en la norma.



La remineralización del agua permeada se realiza mediante la dosificación de hidróxido cálcico. El sistema de manejo, preparación y dosificación de cal consta de las siguientes partes:

- Un silo de 50 m³ equipado con sus correspondientes filtros de mangas, extractores vibrantes, etc.
- Dos transportadores de sinfín.
- Dos cubas para la preparación de la suspensión de cal de 3.000 litros.
- Dos grupos motobombas (una de reserva) para envío de la lechada de cal a la cámara de remineralización de 20 m³/h.

3.5.- SISTEMA DE AGUA PRODUCIDA

3.5.1.- Depósito de agua producto
En la Desaladora de Alicante el agua producida por los diferentes bastidores de O.I. se recoge en un colector general, a partir del cual se conduce directamente al depósito de agua producida de 2.000 m³ construido en hormigón armado de sección rectangular e impermeabilizados interiormente.

3.5.2.- Bombeo de agua producto
El agua producto es bombeada hasta un depósito regulador mediante seis grupos motobombas (uno de reserva), con una capacidad unitaria de bombeo de 12.600 m³/día.

3.5.3.- Tubería de impulsión
La tubería de impulsión de la Desaladora de Alicante se divide en dos zonas diferenciadas. El primer tramo de DN 1100, parte de la desaladora y llega hasta la toma de Santa Pola. Este tramo tiene capacidad para un caudal máximo de 81.000 m³/día y está construida en acero helicoidado. El segundo tramo, de DN 700 y construido en fundición dúctil con recubrimiento interior de mortero de cemento tiene una capacidad máxima para 50.000 m³/día, parte de la toma de Santa Pola y llega hasta el depósito regulador.

En los terrenos de la desaladora está instalado el sistema antiarriete de dicha conducción consistente en un depósito hidroneumático de 35.000 litros y 25 kg/cm² de presión máxima



de servicio y una chimenea de equilibrio de 34 metros de altura.

3.5.4.- Dosificación de hipoclorito sódico

El agua producida debe contener cloro libre residual y para ello se dosifica hipoclorito sódico a una dosis de diseño de 0,5 mg Cl₂/m³ de agua.

El equipo de dosificación consta de un depósito de 8.000 litros y dos bombas dosificadoras (una de reserva).

3.5.5.- Depósito regulador

El agua producto impulsada desde la desaladora se recibe en un depósito regulador de 50.000 m³ cercano a la toma de abastecimiento a Elche del Canal de Alicante.

3.6.- EVACUACIÓN DE VERTIDOS

Los vertidos generados, son éstos: salmuera o rechazo de la O.I., agua de lavado de los filtros de arena, vertidos de limpieza de membranas y drenajes de suelos y otros vertidos de menor relevancia. El vertido correspondiente a la salmuera es continuo y los demás son intermitentes o esporádicos.

Como consecuencia de los rechazos procedentes de la Planta Desaladora se ejecutaron las siguientes actuaciones:

- Planta de tratamiento de efluentes en la planta para el tratamiento de los vertidos procedentes del lavado de filtros y membranas de ósmosis inversa. La instalación está formada por los siguientes elementos:

1. Balsa de regulación y decantación donde se recogerán directamen-

te los vertidos procedentes del lavado de filtros y los del lavado de membranas.

2. Sistema de floculación - decantación para el tratamiento del residuo procedente de la balsa anterior.

3. Tratamiento de sólidos sedimentables.

4. Depósito de neutralización de los vertidos procedentes del lavado de membranas.

Los vertidos procedentes del lavado de filtros son de carácter intermitente, produciéndose en un corto periodo de tiempo 15 - 20 minutos y a intervalos muy prolongados, superiores a seis horas.

Los vertidos procedentes del lavado de membranas son recogidos en un depósito donde se procede en primer lugar a su neutralización mediante la adecuada dosificación de reactivos. Una vez neutralizados son bombeados hasta la balsa de decantación, para ser tratados conjuntamente con los vertidos procedentes del lavado de filtros.

- Conducción de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) para un caudal de rechazo de 1.875 m³/s y un diámetro de de 1800 mm, que discurre desde la planta de tratamiento del agua de lavado hasta el punto de vertido situado a 1.190 metros en las proximidades de la Cala de los Borrachos. En esta conducción, el flujo se consigue por gravedad no siendo necesario ningún bombeo.

- Obra de vertido en la Cala de los Borrachos, consistente una arqueta que provoca un vertido sumergido con difusión mediante escollera. ■

25 AÑOS DEL PLAN INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE LA RÍA DE BILBAO

Pedro M^a Barreiro.
Ingeniero Industrial.

Juan José Aguirre.
Ingeniero Industrial
Consorcio de Aguas Bilbao
Bizkaia

Han pasado 25 años desde aquel mes de junio de 1979 en el que la Asamblea del **Consorcio de Aguas** aprobó el *Plan Director de Saneamiento de la ría de Bilbao*, base y fundamento para su recuperación ambiental. Veinticinco años es mucho tiempo en la vida de las personas y poco tiempo en la vida de los ríos, pero en este tiempo se han dedicado muchos esfuerzos e ilusiones para conseguir su recuperación. Hoy podemos ver con orgullo que las expectativas que se crearon cuando se aprobó el Plan han dado sus frutos y que la recuperación ambiental de la ría es una realidad.

La Ría de Bilbao / Elorrieta
25/26 Octubre 2004



La ría de Bilbao, columna vertebral de su área metropolitana, elemento de unión de los municipios que se asientan en sus orillas, ha sido y es el punto de salida, camino de comunicación con los puertos de Europa y América y la base del comercio que, iniciado en 1300, con la fundación de la Villa de Bilbao, continúa hasta nuestros días.



Hasta finales del siglo XVIII, la calidad de sus aguas permitía la pesca y actividades lúdicas como los baños. Las crónicas de 1860, época en la que la higiene y la salubridad eran una preocupación, recogen estas inquietudes y describen la práctica de baños en las playas de Portugalete, las Arenas y Getxo en el Abra. En esta época se produce el despegue de la actividad minera, de la explotación in-

tensiva de las minas de hierro de la margen izquierda y la implantación de una nueva industria siderúrgica para la obtención del hierro y el acero va a quebrar los antiguos modos de fabricación de las ferrerías. Las minas de hierro y la ría son los pilares que van a posibilitar el despegue industrial de Bizkaia y que propiciarán la creación de nuevas actividades industriales: industrias químicas para

la producción de ácidos necesarios para el tratamiento superficial y fabricación de fertilizantes, industrias de transformación y fabricación de maquinaria, industria del papel, etc.

El desarrollo industrial y comercial trajo como consecuencia el crecimiento de la población metropolitana que pasó de 311.361 habitantes en 1900 a 569.188 en 1950, 1.043.310

en 1970, triplicándose, por tanto, la población con relación a 1900.

Constitución del Consorcio de Aguas

La ría, que posibilitó la riqueza y prosperidad de sus pueblos ribereños va a sufrir las consecuencias del desarrollo industrial: su degradación ambiental. La ría es reducida a una cloaca navegable donde se vierten todos los residuos urbanos e industriales. Pero esta situación de deterioro ambiental no solamente afectó a la calidad del agua de la ría, si no que a principios de la década del 1960 el aumento demográfico, consecuencia del desarrollo industrial, va a llevar al límite la capacidad de abastecimiento de agua a la población y a la industria. Casi todos los municipios tenían graves carencias de agua y, en las épocas de sequía, solamente se podía suministrar agua dos horas al día en Bilbao, Barakaldo, Santurtzi, Portugalete, Sestao y Basauri.

Los sistemas municipales de abastecimiento eran insuficientes para satisfacer la demanda de la población. Todos los municipios, que pertenecían al área metropolitana, luchaban individualmente en la búsqueda de nuevos recursos tratando de resolver la situación. Como consecuencia de ello, surge la necesidad de crear un ente de gestión de carácter supramunicipal. En marzo de 1967 se

constituye el **Consorcio de Aguas** formado por los 19 municipios del entorno del Abra que asume las dos responsabilidades que estatutariamente se le asignan: el Abastecimiento y el Saneamiento del agua.

Inicio del Plan

El Consorcio se dedicó entre 1967 a 1975 a resolver los problemas de abastecimiento. Incorpora los recursos trasvasados de la cuenca del Zadorra (cuenca del Ebro) al río Arratia, para la central Hidroeléctrica de Undurraga (Zeanuri). Se construyó la presa de Undurraga para la regulación de las aguas turbinadas, una conducción por gravedad hasta Venta Alta en el municipio de Arrigorriaga donde se ubicó la Planta potabilizadora y, a partir de este punto, se construyeron dos conducciones: una por la margen derecha de la ría hasta el depósito de Kurkudi en Leioa y otra por la margen izquierda hasta el depósito de la Florida en Portugalete. Esta infraestructura aseguró el abastecimiento y permitió superar la crisis de abastecimiento que padecía Bizkaia. Planificadas y muy avanzadas las obras necesarias para asegurar el abastecimiento de la comarca, en 1975 se inician los primeros estudios sobre el saneamiento.

El Consorcio asumió desde su fundación el compromiso de la recuperación ambiental de la ría. Dada la situación de degradación de la ría, el

caos urbanístico y las características geográficas de la cuenca, los responsables del Consorcio plantearon la necesidad de una solución global para toda el área, que debía superar los localismos y aportar una solución de futuro que integrara a todos los implicados: municipios y organismos públicos, empresas y ciudadanos.

Es importante destacar la visión de los gestores al plantear en aquel momento la gestión integral del ciclo del agua, asunto que hoy puede parecer un planteamiento incuestionable. Pero lo que hoy nos parece obvio, se consiguió tras un titánico esfuerzo que logró superar complejos problemas concesionales, aunar voluntades políticas, aportar ideas y coordinar equipos humanos entre los organismos públicos con competencias en materia de aguas, buscar recursos económicos y sistemas de financiación. No podemos dejar pasar estas líneas sin evocar a hombres como **Angel Galíndez**, Concejal de Aguas del Ayuntamiento de Bilbao, *alma mater* del Consorcio de Aguas y a **José Miguel Elizaguirre** su primer director técnico y gerente, así como a los compañeros y personas que directa e indirectamente han participado en esta aventura apasionante de devolver la vida a la ría.

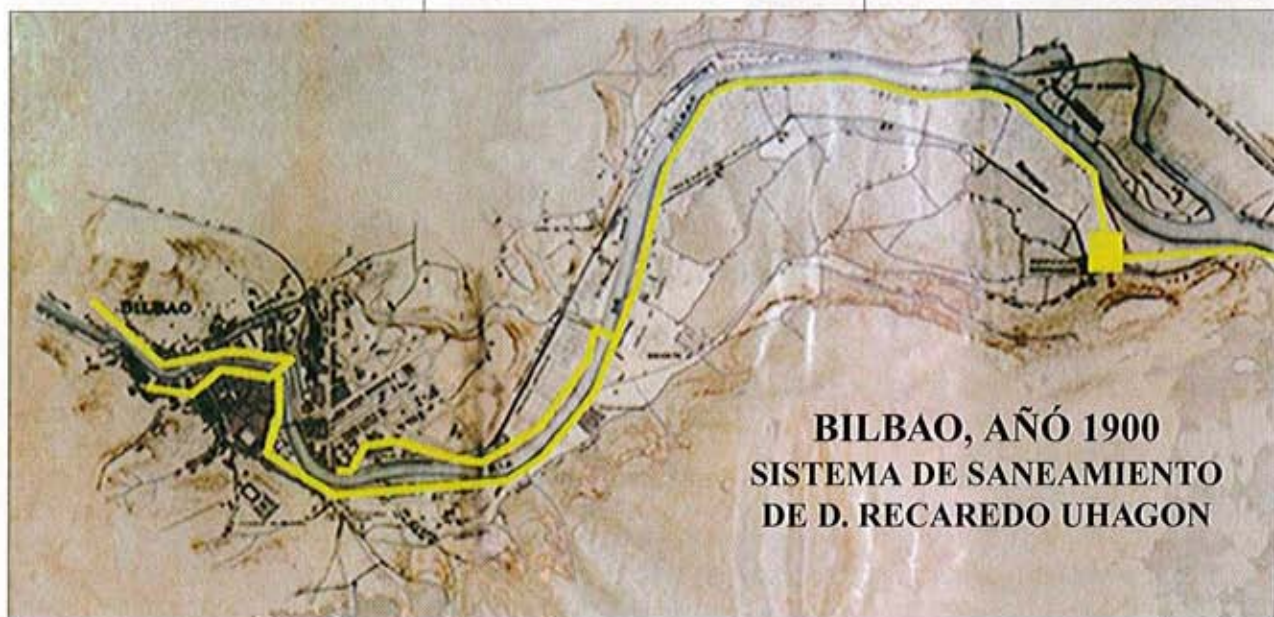
El primer saneamiento de Bilbao

El saneamiento de la ría tenía su historia. En 1900, Bilbao había construi-

do y puesto en servicio un sistema de saneamiento para tratar sus aguas residuales, un sistema pionero para su época, el sistema de saneamiento de Recaredo Uhagón. Consistía en dos colectores que discurrían por ambas márgenes de la ría, unidos por dos enlaces subfluviales que conducían sus aguas a Elorrieta, donde, mediante un bombeo, se impulsaban a través de una larga tubería de 15 km hasta el mar en Punta Galea. Este proyecto quedó prácticamente abandonado con la construcción del Canal de Deusto vertiéndose las aguas residuales de Bilbao directamente a la ría.

Además de los vertidos de procedencia doméstica, se vertían a la ría vertidos procedentes de las industrias, convirtiéndola en un colector de residuos donde la vida era imposible. La ría era una cloaca hasta el mar. Los estudios y análisis de los vertidos industriales que se realizaron para cuantificar la incidencia industrial en la degradación de la ría pusieron de manifiesto que la ría recibía diariamente 900 toneladas de residuos sólidos procedentes principalmente de las explotaciones mineras, 400 toneladas de vertidos ácidos, 80 de metales, una tonelada de compuestos cianurados y 600 toneladas de DQO demanda química de oxígeno, 20 toneladas de compuestos nitrogenados, etc...

La ría funcionaba como un reactor químico, consumiendo el oxígeno



Recuperación de la Ría de Bilbao Desembocadura del Río Kadagua



1965



2004

del agua, floculando grandes cantidades de materias en suspensión, trasladando a los sedimentos metales y sustancias orgánicas de carácter tóxico, inhibiendo la emisión de gases malolientes procedentes de la descomposición de la materia orgánica que hubieran llegado a crear atmósferas insoportables, en definitiva dejándola sin posibilidad de vida.

Los análisis realizados evidenciaban que la ría de Bilbao era uno de los estuarios más contaminados de Europa y los estudios establecían las etapas y trabajos a desarrollar para resucitar la ría nuevamente a la vida. En el año 75 existía poca legislación ambiental, las normas sobre contaminación eran escasas y no se disponía de una administración ambiental con poderes y medios que pudiera hacer cumplir la Ley.

Para la formulación del Plan se precisaba conocer las condiciones de partida: determinar las situación medioambiental del estuario, hacer una prospectiva del futuro de la comarca, establecer unos objetivos de calidad que fueran alcanzables, compatibilizar la recogida y depuración de las aguas domésticas con las industriales, determinar el sistema de depuración a implantar, establecer un plan financiero y desarrollar un

reglamento que regulara los vertidos, la depuración y el uso del saneamiento.

Aprobación del Plan de Saneamiento

Todo este ingente trabajo necesario para la realización del Plan Director se canalizó, bajo la supervisión de los servicios Técnicos del **Consorcio de Aguas**, a través de un Concurso Internacional. En junio de 1979, la Asamblea del Consorcio aprobó el

Plan Director de Saneamiento. Desde su aprobación hasta 1984, en que comienzan las obras de saneamiento, se realizan diversos estudios y trabajos complementarios: estudios sociológicos, de impacto ambiental, de reutilización de las aguas procedentes de los procesos de depuración, de análisis de la incidencia de los vertidos industriales en los procesos de depuración biológicos, así como los proyectos constructivos necesarios para las tramitaciones y ejecución de las obras previstas en el *Plan Director de Saneamiento*.

Este Plan estableció como objetivo garantizar en todo el sistema fluvial vida acuática, recuperar el litoral y las playas para baños y recreo, lograr unas condiciones estéticas aceptables para las aguas y reducir drásticamente los vertidos tóxicos procedentes de las actividades industriales. Se adoptó como referencia conseguir un contenido mínimo de 6 mg/l de oxígeno disuelto en cualquier punto y momento del estuario.

Se analizaron ocho alternativas para determinar la solución, adoptándose finalmente un sistema de colectores interceptores de los alcantarillados municipales y la construcción de cuatro depuradoras con tratamiento biológico por fangos activados en Bolueta, Galindo, Lamiako y Muskiz, obviando el vertido al mar a través de un emisario submarino.

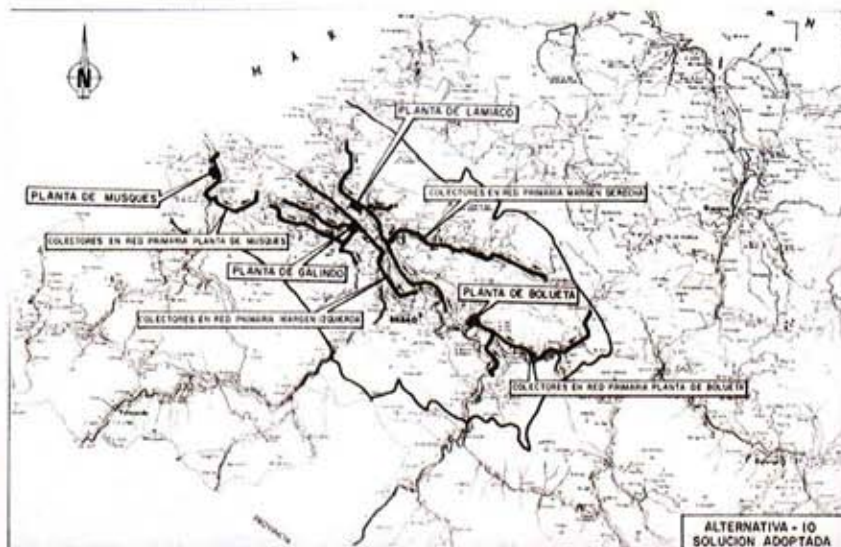
Recuperación de la Ría de Bilbao Portugalete



Para la priorización de las obras, modelización de redes, de sistemas de depuración y de calidad del medio receptor se desarrollaron modelos matemáticos. Estos modelos han permitido simular los resultados alcanzables en el estuario para las distintas programaciones de las obras de saneamiento, de modo que se alcanzan en los medios receptores los objetivos de calidad establecidos.

Se plantearon alternativas de tratamiento a los fangos resultantes del proceso de depuración sobre la base de: su utilización en agricultura, su vertido al mar y/o vertedero e incineración. Desechada la utilización de uso en Agricultura, se adoptó finalmente el tratamiento de incineración y las cenizas se depositarían en escombrera.

El Plan Director estableció las previsiones de inversión. Se evaluó la inversión en 25.276 millones de pesetas de 1979. La existencia de un plan financiero que asegurase el desarrollo de la inversión permitió que en el Consejo de Ministros de diciembre de 1980 se aprobase un incremento de tarifa, canon de saneamiento, con aplicación progresiva sobre la tarifa del agua de abastecimiento para conseguir los recursos económicos para financiar el saneamiento. El canon, que hoy en día es una tasa, va a posibilitar la financiación del 35 % de las inversiones totales del Plan. El plazo previsto para la ejecución de



este Plan de infraestructuras fue de 18 años y el plazo real va a ser de 23 años (1984-2007).

Actuaciones realizadas. El Plan en cifras

Cuando cumplimos el 25 Aniversario del inicio del *Plan Integral de Saneamiento*, la ejecución de las obras de dicho plan está casi terminada: se prevé su finalización para 2006. Durante estos años, muchos ayuntamientos asentados en las cuencas medias y altas del Ibaizabal, del Buitron y del Kadagua han ido incorporándose al **Consorcio de Aguas**, de los 19 ayuntamientos fundacionales son ahora 54. El Plan de saneamiento comprende actualmente el Plan de saneamiento del Bilbao Metropolitano y el de los sistemas Arratia, Alto Kadagua, Buitrón y Alto Ibaizabal. Con las actuaciones que se pretenden realizar para 2006, los municipios que integran el **Consorcio de Aguas** cumplirán la legislación vigente que obliga a la recogida y depuración





Estado medioambiental de la ría y el estuario

mediante tratamiento secundario o biológico de los vertidos de aguas residuales correspondientes a núcleos urbanos mayores de 2.000 habitantes.

En este tiempo, la transformación profunda del tejido industrial ha provocado una transformación radical del entorno de la ría. La actividad

portuaria se ha desplazado del interior de la ría hacia el Abra exterior. La crisis industrial de Bizkaia ha provocado una transformación profunda en los asentamientos industriales emergiendo nuevas actividades industriales vertebrando el nuevo desarrollo urbano entorno a la ría, ocupando los abandonados solares industriales de

sus riberas. Abando - Ibarra, Olabeaga, Zorrozaurre y Galindo son ejemplos de esta transformación,

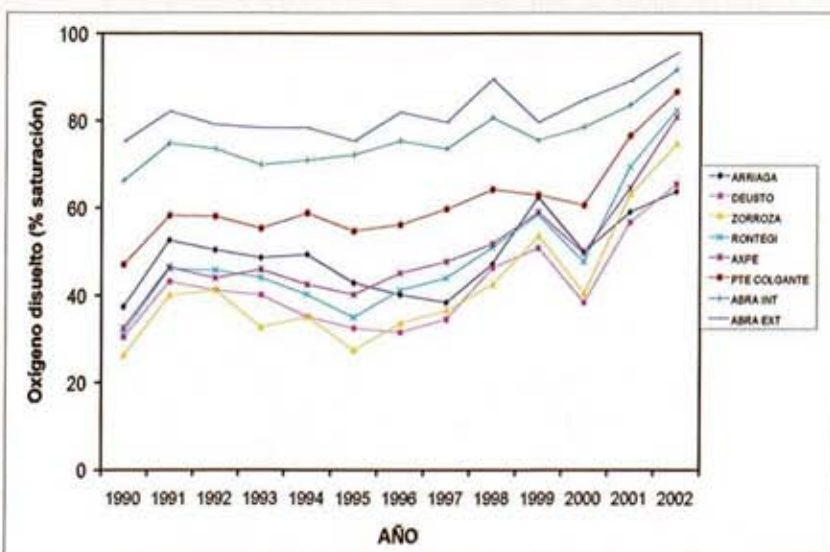
El Consorcio no ha sido ajeno a las transformaciones de Bizkaia, en la actualidad esta constituido por 54 municipios y da servicio a una población de un millón de habitantes, se gestionan 435.000 contratos de suministro y la plantilla es de 300 personas. El presupuesto anual para 2005 es de 105,6 millones de euros y los ingresos por tasas de saneamiento, de 44 millones.

La inversión final del *Plan de Saneamiento*, alcanzará la cifra de 1.000.000.000 € y estará financiado el 25% por la **Administración del Estado**, el 17% por el **Gobierno Vasco**, el 23 % por la **Diputación Foral de Bizkaia** y el 35 % por los usuarios del **Consorcio de Aguas**.

Para la recogida y tratamiento de las aguas residuales dispone de una amplia red de colectores así como de 26 estaciones depuradoras que tratan las aguas residuales de los municipios consorciados.

La estación depuradora de Galindo es la más importante, da servicio a los vertidos procedentes de

Evolución anual del contenido de oxígeno en distintas estaciones de la ría (1990 - 2002). Objetivo inicial cumplido. Media anual de oxígeno superior al 60% en toda la ría en 2002



836.900 habitantes y trata 350.000 m³/día de aguas residuales.

Los procesos de depuración generan 300 t/día de fangos que se incineran generando corriente eléctrica y produciendo un residuo final de 30 t/día de cenizas, que son utilizadas como materia prima en la fabricación de cemento. Se dispone de una instalación de cogeneración en Galindo con un potencia instalada de 7,4 MW.

Se han construido 200 km de colectores-interceptores y se han remodelado 100 km de red de alcantarillado, 71 estaciones de bombeo y 80 aliviaderos. Se han realizado varios

metales en los sedimentos, y aspectos cualitativos y cuantitativos del plancton, la flora y fauna así como de las comunidades de peces.

Los informes ponen de manifiesto que: La calidad físico-química y microbiológica del medio (aguas y sedimentos) están experimentando una clara mejoría. Las comunidades biológicas presentan múltiples evidencias de su recuperación y se va produciendo una progresiva recolonización hacia el interior de la Ría. Las campañas de caracterización de las especies piscícolas han permitido identificar 47 especie de peces. En

rectiva Marco del Agua establece una mayor exigencia de calidad del agua cuando señala la necesidad de conseguir "un buen estado ecológico de las aguas" y asegurar la calidad bacteriológica para los usos recreativos en todo el estuario.

Para conseguirlo se tienen que tomar distintas medidas. Debemos disponer de capacidad de tratamiento suficiente para reducir la contaminación en tiempo de lluvia, diseñando adecuadamente la estación depuradora de aguas residuales de Lamiako y disponiendo tanques de tormenta en la red de saneamiento para evitar los desbordamientos. Tenemos asimismo que minimizar la contaminación bacteriológica provocada por los reboses de agua residual de la red de saneamiento y de los vertidos de las depuradoras, lo cual exige analizar la mejora que supondría para la ría y la zona del estuario la ejecución de un emisario submarino que trasladaría el vertido actual, situado en el centro de la ría, al mar.

Además, es preciso controlar y minimizar los fenómenos de eutrofización y riesgo de *blooms* algales en la ría, provocados por la contaminación difusa, lo que hace necesario desarrollar un plan de gestión y tratamiento de las aguas residuales procedentes de los núcleos aislados o saneamientos autónomos y asegurar las instalaciones de tratamiento de las aguas residuales dotándolas de robustez suficiente que eviten incidentes ambientales.

El **Consorcio de Aguas** se ha comprometido a incorporar, al uso y gestión del agua, los criterios de sostenibilidad recogidos en el *Programa Marco Ambiental* del **Gobierno Vasco** a través de procedimientos específicos de autorización y mediante la implantación de sistemas de gestión de calidad ISO 9000 y de medio ambiente ISO 14.001 así como a trabajar y colaborar activamente, con el modelo de Desarrollo sostenible aprobado por el Gobierno Vasco en 1998, desarrollando políticas sostenibles del agua y políticas tarifarias justas y equilibradas que potencien su uso racional y sostenible. ■

El Plan Integral de Saneamiento Recuperación Ambiental de la Ría

LAS ARENAS intermareal: evolución



- Aumento *Mytilus* y *Chthamalus* en paredes verticales

cruces subfluviales siendo los más significativos: Lamiako - La Benedicta y Universidad de Deusto- Museo.

La caracterización del estado del estuario y ría de Bilbao se inició en 1984, con el *Estudio Oceanográfico del Abra* y se continúan mediante campañas periódicas sobre distintos aspectos medioambientales que permiten evaluar si las medidas tomadas y las infraestructuras construidas dan los resultados deseados. Se realizan controles en unas estaciones, que se han establecido a lo largo de la ría y en las zonas costeras limítrofes, y que abarcan desde la punta de Covaron en Somorrostro hasta la desembocadura de la ría de Plencia. Se analizan aspectos relativos a la composición físico química de la columna de agua, composición y contenido de

los dos últimos años ha aparecido fauna en la zona más interna de la ría, siendo cada vez más abundante y variada. Otro indicador de la recuperación de la ría es la evolución y el incremento progresivo de diversas especies de aves.

Todos los informes señalan una importante mejoría de las condiciones de la ría y zonas limítrofes desde la puesta en funcionamiento de la depuradora de Galindo y sobre todo desde la entrada en funcionamiento del tratamiento biológico en 2002.

El trabajo del futuro: mejorar los objetivos del Plan de Saneamiento

Por último, queremos señalar que es necesario seguir trabajando y adecuar los objetivos iniciales del Plan a los nuevos retos ambientales. La Di-

HELIANTIS, UNA SOLUCIÓN ENERGÉTICAMENTE ACEPTABLE PARA EL SECADO DE FANGOS

Hoy en día se dispone de las soluciones técnicas, el equipo humano y las soluciones económico-financieras para acometer todos los problemas de los fangos que se generan en el proceso de depuración de aguas, problemas que quedan sustanciados para el usuario en la normativa, cada vez mas exigente, de la Comunidad Europea

1.-SECADO SOLAR DE FANGOS

Quisiera tratar de hacer el ejercicio de acercar a mis compañeros de profesión la pasión por los temas del tratamiento de agua y sus problemas conexos entre los que sobresale el tratamiento de fangos.

¡Qué lejos queda el entusiasmo que me provocaban los temas relacionados con la energía nuclear, razón por la que elegí la especialidad de Técnicas Energéticas. Cumplimos un ritual obligado pasando por la Escuela para adquirir esencialmente la capacidad de estudiar cualquier cosa (y entenderla) y llegar incluso a vivir de ella.

En el fondo, bien contado, cualquier trabajo es sencillo y no me gustaría que este artículo os recordase ninguna clase de la Escuela; las cosas pueden ser mucho más divertidas

Las instalaciones de depuración urbanas producen fangos líquidos (la suciedad que le quitamos al agua) que contienen entre el 3% y el 5% de materia seca. Las técnicas de deshidratación mecánica, filtros - prensa, filtros - banda o centrífugas, permiten alcanzar contenidos en materia seca (o sequedad) del 15 al 35% (pero esto es generalmente todavía un barro asqueroso que apenas forma montón).

La Comunidad Europea, que ya nos marca la mayor parte del ritmo

de nuestra vida diaria, ya ha dicho que los destinos finales del fango sólo deben ser tres: *Valorización agrícola*, *valorización energética* y finalmente, para fangos que no admitan ninguna de las dos soluciones anteriores, el *vertedero*.

Para alcanzar valores superiores de sequedad que la conseguida en la deshidratación mecánica, sólo es posible utilizar técnicas de secado. Por secado entendemos ya las técnicas que eliminan agua del fango evaporándola. Si repasáis los apuntes y veis lo que era el calor de vaporización del agua y su valor en kcal/kg, seguro que ya os empiezan a temblar las carnes porque, si queremos eliminar el agua que acompaña al fango, aportando energía calorífica de la de pagar en el recibo de la luz, estamos hablando de unos 1.000 kWh / t de agua a evaporar.

El **secado térmico** convencional es uno de los sistemas de que disponemos para realizar esa labor, pero es que, además de grandes consumidoras de energía, las instalaciones de secado térmico son complejas y, además del consumo energético considerable, implican otros costos de explotación muy importantes.

Se trata de instalaciones que generalmente están sometidas a la normativa ATEX de Atmósferas Explosivas, con riesgos de autoignición, riesgos de abrasión importantes,

riesgos de explosión (lo que son las cosas, un polvo seco (90% de MS) a alta temperatura y con un contenido en oxígeno adecuado es capaz de arder, explotar o lo que pinte).

El hecho es que, en determinado tipo de casos, por tamaño de instalación, por oportunidad de que exista una cogeneración (con energía térmica barata en exceso) etc., los secadores térmicos son necesarios, pero cada vez menos viables, tanto desde el punto de vista del costo económico como desde el punto de vista del costo ambiental por el consumo de energías fósiles (¿Os suena eso del Desarrollo sostenible?).

El secado de fangos utilizando la energía solar es una alternativa sólo viable si se dispone de la superficie de terreno necesaria.

Se trata de secado bajo invernadero con techos de plásticos traslúcidos. Su principio de secado a baja temperatura permite usar técnicas simples, probadas y poco costosas con relación a otras técnicas convencionales.

El secado solar de fangos es un procedimiento de secado natural y ecológico que permite dividir por cinco la masa inicial de los fangos y por cuatro su volumen pasando del 15% al 75% al final del ciclo de secado si ha sido esta nuestra elección (explícamos esto).

Miguel Maldonado Cuesta
Ingeniero Industrial
Adjunto a la Dirección Comercial de
Degremont España



Si queremos quitarle al fango una cantidad de agua, sin pasar de sequedades del 80% (aún queda un 20% de agua) y lo queremos hacer en una zona en la que la energía del sol permite evaporar, por ejemplo, 1.200 kg de H_2O / m^2 - año la deducción de la superficie necesaria se deduce de forma inmediata. Si sólo queremos llegar a sequedades del 40% (menos agua a evaporar, menos superficie necesaria. Como se ve, el tamaño de la planta lo decidimos nosotros decidiendo antes cuánta agua queremos evaporar.

La reducción importante de la cantidad de fangos implica una economía importante en los costos de transporte hacia el uso final que se les quiera dar.

El secado solar es compatible con numerosas líneas de tratamiento posterior para la evacuación de fangos :

- Valorización en Agricultura, bajo la forma de gránulos para extender.
- Incineración (co-incineración o incineración dedicada),
- Vertedero.
- Línea de producción de *compost* (esos saquitos de abono que se pueden encontrar, a buenos precios, en algunas tiendas de elementos para el jardín y que no es más que fangos mezclados con serrín).

Las principales características de este procedimiento son su simplicidad de concepción, su facilidad de explotación y una gran fiabilidad.

Su modo de funcionamiento necesita un bajísimo consumo de energía en comparación con las instalaciones de secado térmico:

- Secado solar: 20 à 90 kWh / t de agua evaporada.
- Secado térmico: unos 1000 kWh / t de agua evaporada.

2. EL PROCEDIMIENTO DE SECADO SOLAR HELIANTIS

2.1.- Interés del procedimiento

2.1.1.- El control de los fenómenos que intervienen

La optimización del secado de fangos se consigue :

- Aumentando la superficie de intercambio con la atmósfera por volteo y remoción del producto pastoso utilizando una máquina escarificadora de funcionamiento automático. Dicho en *roman paladino*, la máquina escarificadora o de volteo permite que todo el fango pueda tomar el sol varias veces a lo largo del día. La máquina permite también provocar una aireación del fango, manteniéndolo en fase aerobia (viven las bacterias que necesitan O_2) evitando que crezcan las anaerobias responsables de la putrefacción y de los malos olores.

- Favoreciendo la evaporación del agua contenida en los fangos por calentamiento del medio gracias a la captura de la radiación térmica por los materiales empleados en la cubierta.

- Renovando el aire ambiente, cargado de humedad, con aire más seco gracias a la ventilación natural o forzada orientada hacia el lecho de fangos a tratar. Así seco yo las sábanas en mi casa: las coloco en un lugar en el que hay corriente de aire de forma que la humedad que ha salido de la sábana es arrastrada lejos, bajando la presión parcial del vapor alrededor de la sábana y permitiendo, por tanto, que se siga evaporando agua.

2.1.2. Facilidad de explotación y fiabilidad

Las instalaciones de secado solar permiten:

- Tratar los fangos durante todo el año (no hay prealmacenamiento de fango antes del secado).
- Crear las condiciones óptimas de secado en todo momento controlando los parámetros, superficie de intercambio, temperatura y contenido en humedad del aire ambiente.

- Limitar la intervención del personal en manipulación de los fangos ya que éstos son desplazados automáticamente por la máquina de volteo desde la entrada al invernadero hacia el extremo de salida de la zona de secado,

- Asegurar el secado sin adición alguna de reactivos.

El sistema está completamente automatizado :

- Puesta en marcha de la máquina de volteo y escarificación.
- Conexión de la ventilación.

Motorización de las trampillas de ventilación natural.

Necesita muy escasa vigilancia; están previstos unos controles electrónicos de presencia.

2.1.3.- Facilidad de integración

La integración paisajística está enormemente facilitada por el efecto de transparencia del invernadero resaltando más un aspecto agrícola que industrial. Por otra parte, la instalación no da problemas olfativos particulares.

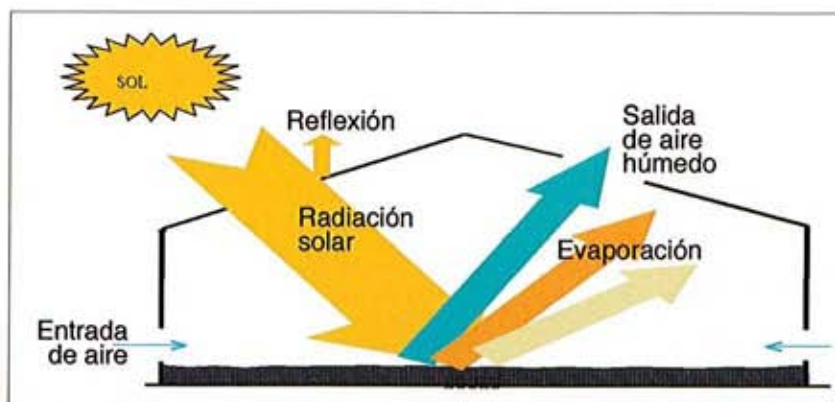
2.2. Principio de funcionamiento

2.2.1.- Datos de dimensionamiento

El fango a tratar puede proceder de distintas unidades de deshidratación (filtros prensa, centrífugas, filtros - banda) y su sequedad puede ser variable (siempre mayor del 16%).

El fango es colocado a la entrada del invernadero, después se extiende sobre toda la anchura del mismo y más tarde es extendido a lo largo de todo el invernadero por la máquina escarificadora hasta alcanzar un espesor de lecho de unos 40 cm.

Las dimensiones de los invernaderos se establecen en función de la cantidad de agua a evaporar y de las condiciones de insolación en la zona, que, en definitiva, condicionan una capacidad de evaporación.



Héliantis®: El principio

2.2.2.- Principio termodinámico del secado solar

El calentamiento de la superficie del lecho de fango por la radiación solar es amplificado por la cubierta del invernadero (que evita las pérdidas). La presión de vapor del agua contenida en el fango aumenta. El paso del aire sobre la superficie del fango permite al aire cargarse de humedad. Húmedo, el aire es más ligero. Las diferencias de temperatura, combinadas con la diferencia de masa, genera un movimiento de convección natural, que puede ser reforzado con una convección forzada (ventilación mecánica). La renovación permanente de la masa de aire (medio secador) presente en el invernadero, permite mantener un grado de humedad favorable para la optimización de la evaporación.

2.3.- Ventilación de la zona de secado

La ventilación utilizada es natural pero reforzada a veces por una ventilación forzada. La ventilación natural tiene lugar merced a la convección

natural y las corrientes de aire provocadas por la posición de los propios agujeros de ventilación abiertos en el invernadero. (¿Recordáis que el aire húmedo pesa menos que el seco? Por eso las nubes están donde están).

La ventilación forzada se realiza con ventiladores orientados hacia el lecho de fangos y colocados hacia la salida del invernadero para iniciar un flujo de aire a contra corriente del gradiente de la sequedad del fango.

Si el aire exterior tiene una humedad relativa inferior al 80%, tiene lugar un efecto de secado sin radiación solar, incluso durante la noche.

2.4.- El volteo de los fangos

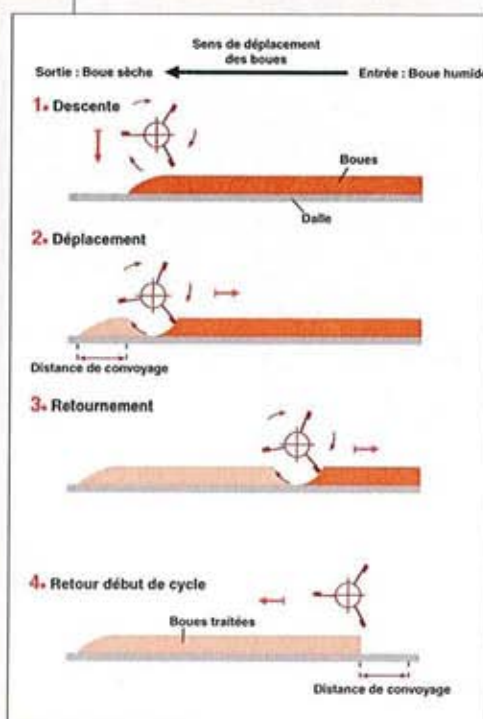
La máquina de escarificación permite:

- Extender el fango en toda la anchura del invernadero.

- Aumentar y renovar permanentemente la superficie de intercambio entre el fango y el medio secador gracias a la remoción que se hace del fango.

- Evitar los fenómenos de fermentación mal controlados manteniendo constantemente un medio aerobio en el seno del lecho de fango (por lo que no hay producción de olores).

- Asegurar la homogeneización del producto final gracias a las funciones de mezclado por volteo.



Funcionamiento de la máquina





- Transportar el fango de un extremo al otro del invernadero sin necesidad de utilizar otras máquinas.

La velocidad de avance de la máquina, la velocidad de rotación del tambor y la profundidad de penetración en el lecho de fangos son regulables.

El funcionamiento es automático y no necesita vigilancia permanente

2.5.- El producto final

El producto seco es desplazado por la máquina hasta el extremo del invernadero opuesto a la zona de alimentación.

El fango seco se presenta en forma de gránulos de 1 a 4 cm de diámetro (Ver fotos en página anterior) y es utilizable como aporte orgánico o como combustible. El material es fácil de manipular, almacenar y extender.

La sequedad del producto final es variable en función de los deseos del cliente y es frecuente, en las referen-

cias realizadas hasta ahora, alcanzar sequedades mayores del 75%, pero hay alguna instalación en la que el diseño se ha hecho para evaporar al año una cantidad de agua tal que la sequedad obtenida en el fango al final del proceso será del 40%, compatible con la continuación en una línea de fabricación de *compost*.

En caso necesario (utilización en Agricultura del producto seco) el invernadero podría prolongarse con una zona de almacenamiento que permitiría esperar el periodo óptimo para la utilización del producto seco en la Agricultura.

El esparcido podría asimismo realizarse con los utillajes agrícolas corrientes sin necesidad de adaptaciones.

El producto podría igualmente ser utilizado como combustible en una incineración ya que el poder calorífico inferior (P.C.I) de este granulado es similar al de las basuras urbanas.

Como habéis visto, esto, descrito como una especie de cuento, es, si me lo permitís, hasta curioso.

Meted en vuestro disco duro (el de debajo de la boina) algunas ideas básicas:

- El principal problema del tratamiento de agua son los fangos que se generan y que ya no se pueden meter debajo de la alfombra.

- Nadie limpia los azulejos de la cocina de su casa con chorros de vapor sobrecalentado; hay formas energéticamente más lógicas (un paño mojado en un poco de amoníaco).

- No podemos dilapidar energía.

- De momento, la energía solar no nos la facturan, así que, si somos capaces de solucionar una parte del problema de los fangos a un precio razonable, manteniendo intactas las opciones de uso, de acuerdo con la **Comunidad Europea**, bienvenido sea. ■

EXTRACCIÓN DE AGUA DEL TÚNEL FERROVIARIO MÁS LARGO DEL MUNDO

Christiopher Ganz

Situada en el corazón de los Alpes y a lo largo de los siglos, Suiza ha ganado merecido prestigio en la construcción de túneles. Sin embargo, hasta la fecha nada puede compararse con el proyecto alpino que se está desarrollando como parte de la red ferroviaria de alta velocidad que unirá el Norte y el Sur de Europa. Conocido como túnel base de San Gotardo, tendrá 57 km y será el más largo del mundo.

La construcción de un túnel de esta longitud requiere experiencia y conocimientos especiales. Puede haber enormes cantidades de agua, escondida en las profundidades de la roca alpina y si fluye entre las rocas durante la excavación y no se bombea rápidamente al exterior, el túnel se inundará poniendo en peligro vida humanas y destrozando equipos y materiales. Por la forma especial co-

mo se está construyendo el túnel, la única solución segura es bombear el agua a una altura de 850 metros mediante un pozo vertical.

Como contratista general encargado del suministro de las estaciones de bombeo para la extracción de agua geológica y de proceso, ABB está desempeñando un importante papel en la construcción del túnel base. El túnel ferroviario, que será el más largo del mundo, es el núcleo del proyecto Alp-Transit, una nueva ruta transalpina que duplicará la capacidad actual y reducirá considerablemente el tráfico de la autopista Norte-Sur, fuertemente congestionada.

Técnicas especiales para un proyecto especial

La construcción de un túnel de esta magnitud requiere técnicas especiales y no basta con empezar a perforar

por uno o ambos extremos. Para garantizar la finalización en plazo de este gigantesco proyecto se decidió dividir el túnel en cinco secciones y mantener trabajando máquinas tuneladoras (Fig. 1) desde cada extremo de cuatro de ellas. La excepción es la sección Sedrun, de 6 km, donde se ha previsto la voladura convencional con barrenos debido a la naturaleza inestable de la roca. Además, a diferencia de lo que sucede en las demás secciones, a esta sección se accede mediante dos pozos verticales de 850 m de altura.

Todo el equipo y el personal técnico se desplaza a través de estos pozos a medida que se extrae el material. La energía necesaria para accionar el equipo de tunelación se suministra también a través de los pozos.

La sección de Sedrun tendrá una estación de trenes de emergencia con ascensores de salida y permitirá que los trenes cambien de túnel.



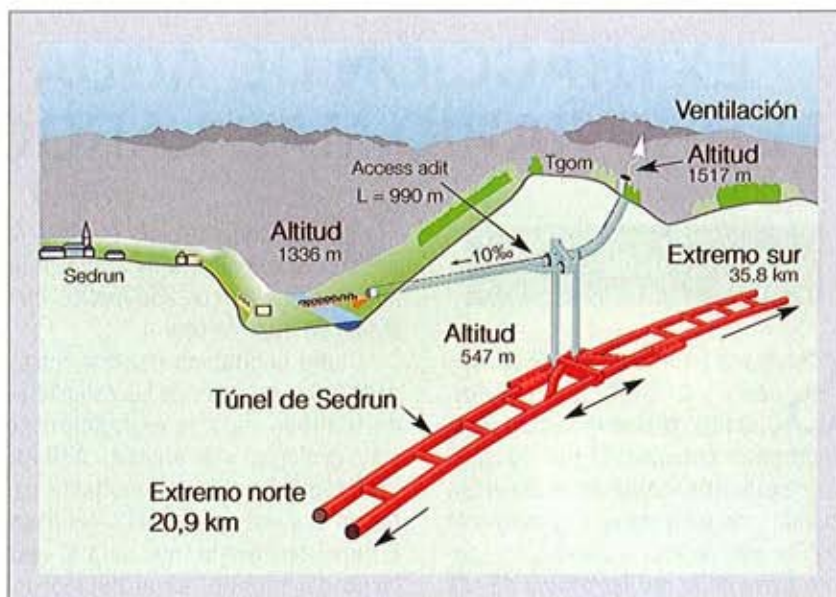
El problema del agua

A medida que avancen las excavaciones en las diversas zonas geológicas de los Alpes (Fig. 2), las perforadoras encontrarán distintas dificultades. La consistencia variable de la roca no será problema para las máquinas; sin embargo, éstas no han sido construidas para taladrar en zonas con gran cantidad de agua. Los geólogos estiman que, en el peor de los casos, podrían abrirse paso y entrar en el túnel hasta 1.000 l/s de agua. Para evitar la inundación del túnel se ha de bombear el agua una altura de 850 m por los pozos. Los enormes problemas que implicaba la excavación ya convertían en un reto la presentación misma de la oferta para optar al contrato.

El contrato fue adjudicado a **ABB** de Baden para el suministro del sistema completo, incluidas las bombas, el tendido de tuberías, las instalaciones eléctricas y el equipo de automatización.

Las bombas

El núcleo del sistema está constituido por una estación de bombeo con ocho bombas de alta presión dimensionadas para proporcionar, como mínimo, la presión de 85 bares requerida para bombear el agua hasta una altura de 850 m a través de los pozos, después de lo cual es tratada y enviada al curso superior del Rhin (Fig. 3). El hecho de disponer de dos unidades de cuatro bombas independientes, una de ellas redundante, confiere una



1) Túnel base de San Gotardo. Durante la construcción, el agua se bombea fuera del túnel por un pozo vertical de 850 m de longitud.

gran fiabilidad al sistema. Cada unidad tiene su sistema mecánico, eléctrico, hidráulico y de automatización propio e independiente.

Además de las bombas de alta presión y de la colocación de tuberías, también se contrató con **ABB** el suministro de los equipos eléctricos requeridos para el funcionamiento de la estación, inclusive los convertidores de frecuencia, los transformadores de alimentación y los cables.

Bombas modulares de B.P. de acuerdo con el avance de la excavación

Conforme avanza la perforación del túnel se ha de bombear el agua, tanto

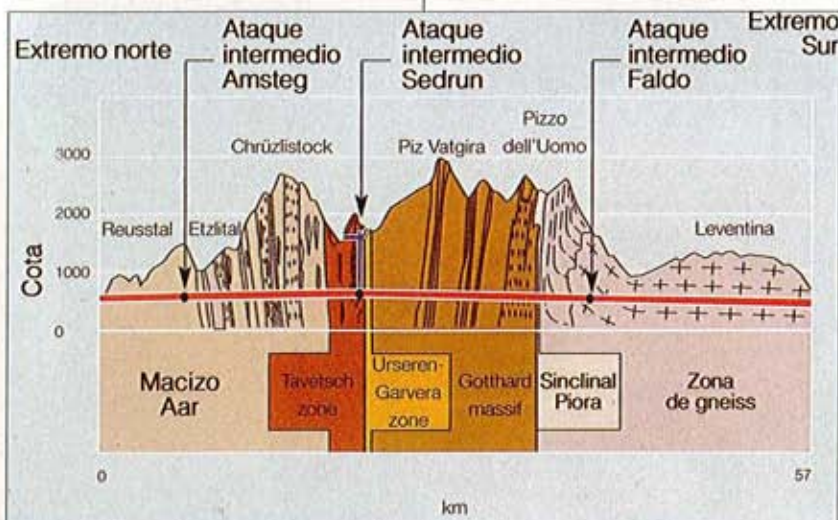
de proceso como geológica, desde el cabezal taladrador hasta la estación central de bombeo de alta presión. Sin embargo, previamente se ha de recoger el agua, para lo cual se excavarán depósitos en las cavernas que conectan los dos conductos principales.

A medida que las perforadoras profundizan en la montaña se van construyendo nuevos depósitos, a intervalos regulares, desde los que se bombea el agua hacia los depósitos anteriores. Al final del proyecto habrá diez estaciones de bombeo de BP en el túnel, tres en la parte norte y siete en la parte sur.

El diseño modular de las estaciones garantiza que se pueda instalar rápidamente otra nueva estación idéntica según avance la tunelación. La instalación de las estaciones de bombeo, programada como continuación del trabajo de perforación del túnel, estará finalizada en 2008.

Automatización, un reto especial

El diseño del sistema de automatización constituye un auténtico desafío ya que las estaciones de control no sólo varían en tamaño y complejidad, sino que, además, imponen diferentes exigencias en cuanto a redundancia y están situadas de forma dispersa. Además de todo esto, han de funcionar en un entorno de gran dureza, con temperaturas de 35 °C, elevada



2) Formaciones geológicas atravesadas por el túnel de San Gotardo.

humedad y gran carga de polvo en el aire.

La configuración global está estandarizada para permitir la instalación sencilla de paquetes preconfigurados para cada nueva estación que se construya en el túnel.

Para garantizar que el sistema seguirá funcionando correctamente cuando se instale el último controlador, todos los controladores se configuran y prueban en el mismo laboratorio de ABB en Baden. Por consiguiente, se pueden instalar nuevas estaciones de baja presión sin tener que modificar el equipo ya implantado.

La tecnología industrial de **ABB** soporta eficientemente la modularidad necesaria para la arquitectura de este proyecto. Las bombas, e incluso la estación completa de bombeo, se representan como Objetos y se almacenan en una biblioteca. En cuanto la primera estación de bombeo a BP entre satisfactoriamente en servicio, todas las modificaciones necesarias durante la puesta en servicio se proyectarán automáticamente en la memoria de los sistemas programados para su posterior instalación.

Las estaciones de bombeo se encuentran emplazadas también donde está instalado todo el equipo de distribución de energía para el túnel y la

Túnel base de San Gotardo

La ruta más corta entre el norte y el sur de Europa atraviesa Suiza por el paso de San Gotardo. Durante siglos, ésta ha sido una de las vías de paso más importantes a través de los Alpes. Desde que se construyó el primer puente sobre esta ruta, a principios del siglo XIII, el terreno montañoso y las duras condiciones climatológicas se han unido para desafiar al ingenio y a la capacidad técnica del hombre.

Después de siglos dedicados a mejorar la ruta de las montañas, los suizos construyeron el primer túnel ferroviario, bajo el puerto de San Gotardo, en el siglo XIX, al que siguió un túnel de carretera en la década de los 80.

Los trenes y coches que utilizan estos túneles todavía tienen que ascender a una altitud de 1.150 m lo que impide alcanzar altas velocidades y mantener un intenso tráfico de vehículos. Después de un largo período de planificación y considerando que sólo los túneles a pie de montaña pueden resolver este problema, en 1999 se inició la construcción de un nuevo túnel ferroviario a una altitud de sólo 550 metros. Los dos túneles gemelos de 57 km de longitud y 9 metros de diámetro y separados unos 40 metros, estarán conectados mediante pasos transversales cada 325 metros. La máxima velocidad será 250 km/h para los trenes de pasajeros y 160 km/h para los de mercancías.

Junto con el túnel de Lötschberg, que entrará en servicio en 2007, el Túnel de San Gotardo conectará la Suiza central con los cantones de Valais y Ticino en el sur.

Como parte esencial de la red ferroviaria de alta velocidad que une el norte y el sur de Europa, conocida como NEAT, el túnel contribuirá sustancialmente a transferir el tráfico de las autopistas a los Ferrocarriles Suizos.

alimentación eléctrica del equipo de perforación.

¿Y cuando esté terminado el túnel?

Una vez finalizado el túnel ya no serán necesarias las estaciones de bombeo. El túnel deberá estar perfectamente aislado y el agua que pueda filtrarse por las paredes podrá fluir a través de las aberturas del túnel. La estación de soporte que ahora alberga las bombas de AP se transformará en una estructura multifuncional para evacuar a los pasajeros en caso de emergencia. Se desmontará todo el equipo instalado en la estación de bombeo de AP y en las estaciones de BP.

Escaparate de las tecnologías de automatización

El túnel base de San Gotardo es un proyecto de gran relieve y complejidad que, acrecentará la reputación de Suiza como pionera en la construcción de túneles. ■



3) Emplazamiento de la estación de bombeo de AP, en el fondo de un pozo vertical de 800 m de altura.

APROVECHAMIENTOS MODERNOS DE LOS RIOS



Alfredo López Chalezquer
Dr. Ingeniero Industrial

APROVECHAMIENTOS MODERNOS DE LOS RIOS

Uno de los temas que se pueden acometer en Aragón es aprovechar las aguas del Ebro, lo cual, si se hiciera con criterio utilizando las técnicas actuales disponibles, resultaría seguramente lo más importante y trascendente para su futuro socio-económico. Pero ¿qué aprovechamientos se harían? Desde principios de la década de los 80, que me preocupa la cuestión, he procurado su definición refiriéndolos siempre a las prácticas generalizadas de aprovechamientos fluviales. Ahora, mi nieto Lucas me trae de China una documentación sobre el proyecto de las Tres Gargantas, cuya gran presa sobre el Río Yangtze se ha terminado recientemente y comenzado a llenar; aparte de las cuestiones meramente técnicas, la documentación explica, en primer lugar, los diferentes aprovechamientos del agua del río que se van a realizar.

Efectivamente el Yangtze no es el Ebro, ni tampoco China es Aragón, pero la lógica es lógica en todas partes, se emplee o no.

Este gigantesco proyecto es básicamente el aprovechamiento de agua

más grande del mundo en la actualidad y, según la documentación citada, será beneficioso en los siguientes diez aspectos:

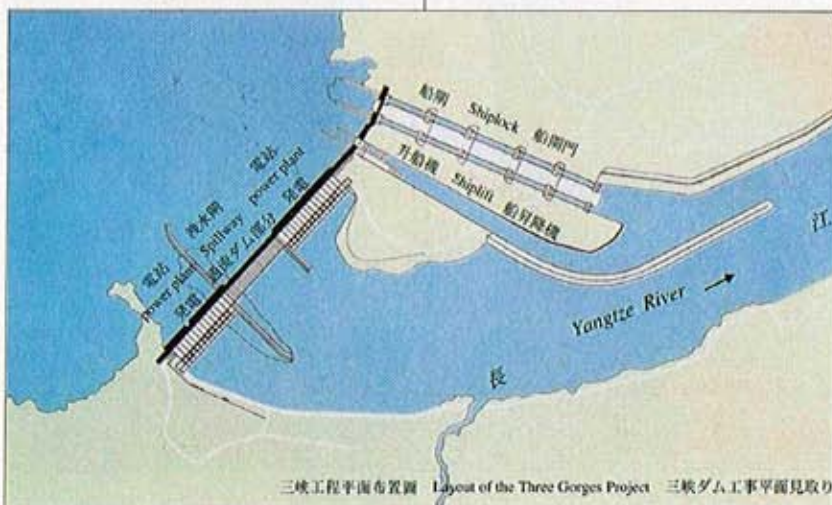
1º. Control de crecidas

Son terribles en el río Yangtze, durante las cuales pueden llegar a morir miles de personas a lo largo de sus riberas, razón para ser citada en primer lugar.

En las del Ebro, donde no pueden producirse catástrofes semejantes, también hacen daño las crecidas en sus márgenes, teniendo que considerarse para paliarlas en lo posible.

2º. Generación de potencia hidroeléctrica

La presa principal del Proyecto de las Tres Gargantas eleva el nivel de las aguas unos 100 m, incorporando para la producción de energía dos centrales hidroeléctricas, con un total de 26 grupos de generación de 700.000 kW cada uno; La cantidad de energía eléctrica que producirá anualmente es de unos 84.700 millones de kWh (equivalentes aproximadamente al 40% del consumo de España en la actualidad), que permitirán rentabilizar el proyecto.



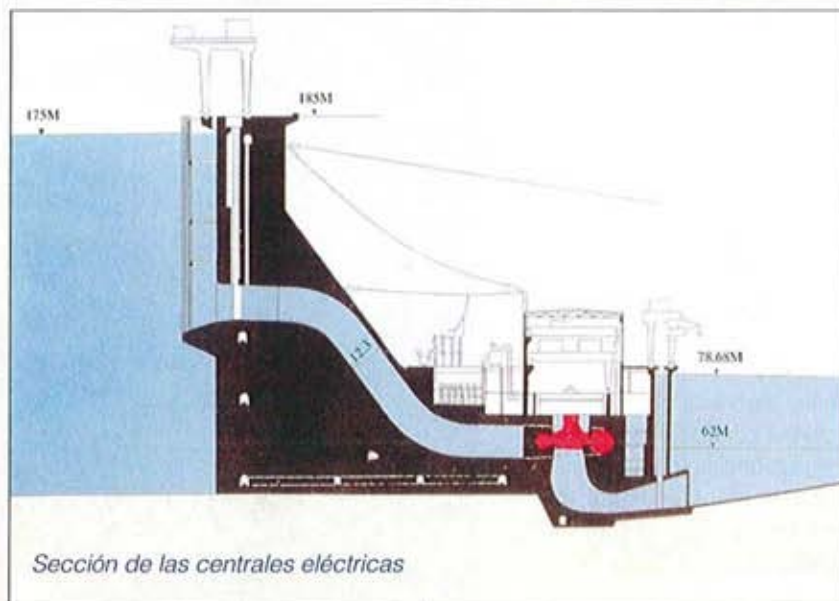
Disposición en planta de la presa del Proyecto de las Tres Gargantas

En Aragón, el Ebro tiene un caudal medio de 400 m³/s, perdiendo en la región una cota de nivel de 200 m, lo cual, de acuerdo con los aprovechamientos hidroeléctricos del Duero en Portugal entre la frontera española y Oporto, donde se dispone de caudales parecidos, desnivel de 125,5 m y 1.300.000 kW de potencia instalada, aquí se podrían obtener del orden de 4.000 millones de kWh al año que supondrían 240 millones de euros (alrededor del 2% del consumo actual de España). Efectivamente, el Ebro no es el Yangtze pero también permitirá rentabilizar su proyecto más humilde que el de las Tres Gargantas.

3º. Navegación

El incremento de 100 m del nivel de las aguas por el Proyecto de las Tres Gargantas incluye la construcción de dos líneas gemelas, de cinco esclusas cada una, con capacidad para barcos de hasta 10.000 toneladas y un elevador de una etapa para un servicio inmediato de embarcaciones hasta de 3.000 toneladas que permitirán la navegabilidad del río, la cual se alarga por la provincia de Sichuan en 660 km, con aumentos anuales de los fletes desde los 10 millones de toneladas actuales a 50 millones de toneladas, suponiendo incrementos importantes en muchos aspectos que allí pueden apreciar, por la larga experiencia que tienen de navegación fluvial durante centurias.

La navegación en una hipotética Vía fluvial aragonesa, como se dice más adelante, inicialmente sería de



Sección de las centrales eléctricas

unos 300 km, teniendo la posibilidad de alargarse por ambos extremos, además de unirse a Europa, desde el pantano de Mequinenza al Canal de Languedoc, a lo largo del río Segre. Desgraciadamente aquí se carece de experiencia para intuir los beneficios que traería esta función a la Región; existió durante la época de la romanización del norte de España, pero se ha olvidado e incluso produce un cierto desasosiego propio de lo desconocido.

4º. Acuicultura

Que se refiere a la producción de productos alimenticios procedentes del agua como peces, moluscos, etc, de lo cual aquí se tiene experiencia con agua del mar, pero poca con agua dulce.

5º. Turismo

El crecimiento de 660 km navegables del río favorece directamente el desarrollo del Turismo interior, pues permiten el acceder a lugares de interés artístico o cultural en las cercanías de sus márgenes, que, de otra manera, quedarían fuera de corrientes turísticas, constituyéndose sin duda en focos de un desarrollo local mantenido insustituibles y con tendencia clara a serlo más en el futuro.

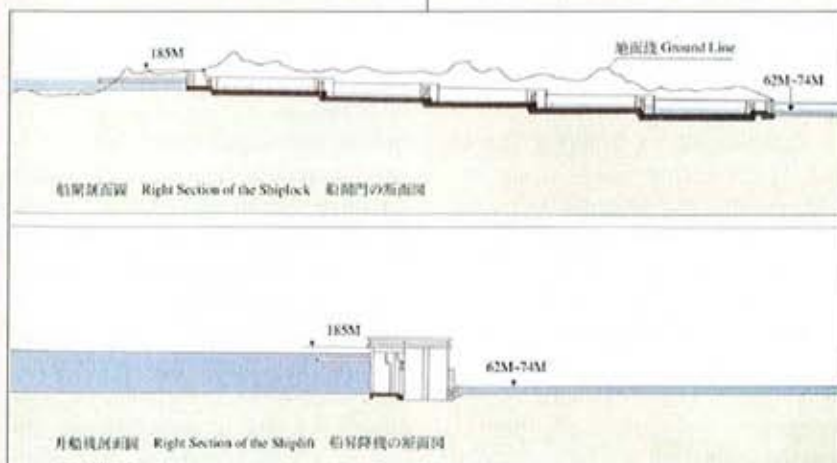
En Aragón, sin duda, la navegabilidad del Ebro crearía un Turismo de calidad importante que, combinándolo con viajes cortos en autobús, permitiría acceder fácilmente al gran catálogo de lugares de interés, cultural y artístico acumulados en la Región a lo largo de su rica historia. Clientes deseosos de conocerlos iban a sobrar, entre los 20 millones que la rodearían y otros, de lugares más lejanos.

6º. Protección ecológica

El propio mantenimiento de la navegación fluvial, así como la producción de energía, entre otras cuestiones, permiten la debida protección ecológica del medio tanto como la aplicación sencilla de programas de mejoras, difíciles de lograr de otra manera en estos momentos de abandono del medio rural.

7º. Mejoras del Medio Ambiente

Igualmente se favorece todo lo referente al Medio Ambiente permitiendo



Sección de las esclusas

controlar la depuración de vertidos de agua y otros residuos que suelen realizarse, así como el establecimiento de planificaciones para mantenerlo y mejorarlo.

8º. Limpieza y desarrollo de márgenes

Se establecen como unas funciones rutinarias, encaminadas no sólo a la limpieza de las márgenes sino a la creación de los debidos servicios turísticos, para las propias embarcaciones así como el mantenimiento del lecho del río, dragados, obras auxiliares, etc.

9º. Trasvase de aguas del Sur hacia el Norte

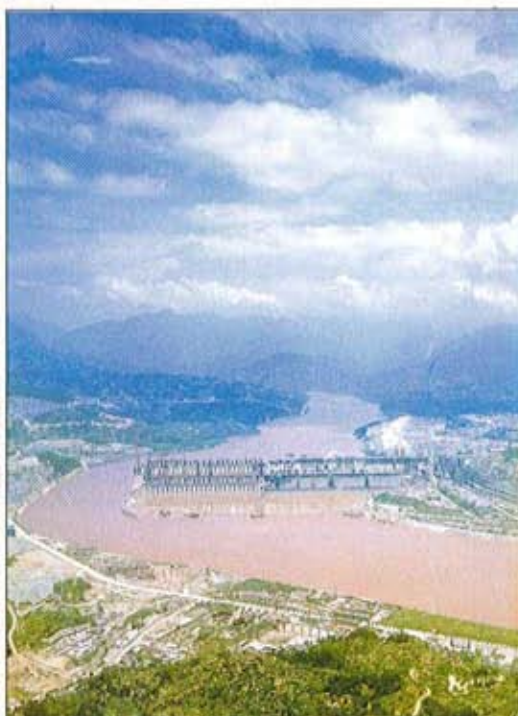
Función que seguramente deben de necesitar, pero se hace dentro de una filosofía perfectamente en-garzada con todos los demás aprovechamientos citados fuera de avatares políticos.

El trasvase del Ebro a Levante, impropriadamente llamado Plan Hidrológico Nacional es únicamente un Proyecto de llevar agua que se debe necesitar, pero no entra dentro de un Plan ni mucho menos es nacional. Habría que ser más precisos con las palabras.

10º. Suministros de agua y riegos

Son los aprovechamientos del agua más antiguos de la Humanidad y deben ser primordialmente considerados.

Los aprovechamientos actuales del Ebro en Aragón están prácticamente todos dentro de este punto décimo, excepto algún salto eléctrico pequeño y el de Mequinenza, al igual que en otros lugares de España. Concretamente en Navarra, existe un folleto editado por su Departamento de Medio Ambiente donde se evalúa la cantidad de agua que se aprovecha en la provincia de esta manera. Por un lado, considera todo el agua que se consume anualmente en suministros a personas, fábricas, servicios y riegos previstos y, por otro, las aportaciones anuales de todos sus ríos,



sin contar el Ebro, llegando a la conclusión de que se aprovecha únicamente el 8,5% del agua anual disponible.

En Aragón, a falta de este balance, se podría estimar que, durante el estiaje de verano, (cuatro meses largos) se consume todo el agua que baja por el Ebro, sin sobrar nada. Siendo los caudales en esta época de 30 m³/s, este consumo equivale a una cifra proporcional a $30 \times 4 = 120$; como el total anual de agua que pasa por el río, que tiene un caudal medio de 400 m³/s, sería proporcional a $400 \times 12 = 4.800$, resulta que, en cuatro meses de estiaje, pasa y se utiliza el 2,5% del total del agua del río. A ésta se le podría añadir una cifra similar como consumo del resto del año, lo que hace que actualmente se aproveche únicamente el 5% del total del agua anual del Ebro.

Parafraseando a Ortega y Gasset cuando decía *"Qué bien se ve en Castilla pero qué mal se come"* se podría decir *"Qué buena agua hay en Aragón pero qué mal se aprovecha"*.

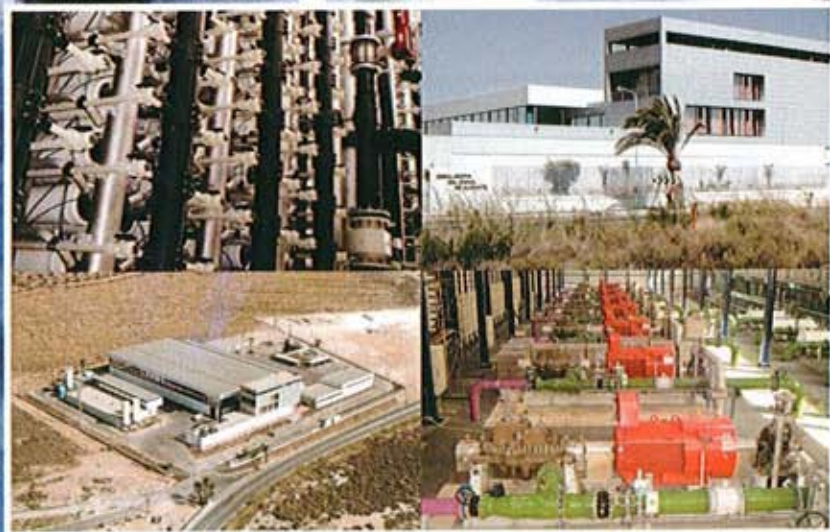
El Proyecto de las Tres Gargantas para aprovechar las aguas del Yangtze, basado en una presa de 2.310 m de longitud y 110 m de altura, es muy particular. Los aprovechamientos más normales requieren la implantación de Vías fluviales, como sería el

caso del Ebro en Aragón, que requerirá una entre Tudela y Caspe, compuesta por canales horizontales debidamente dimensionados, tramos de ríos canalizados y el Pantano de Mequinenza, unidos por saltos que se emplearían para producir energía hidroeléctrica y se salvarían con esclusas en navegación fluvial. Permitiría mantener el agua suficiente en épocas de estiajes, necesaria para todos los aprovechamientos, excepto el de producciones de hidroelectricidad por falta de caudales, y en épocas de avenidas se distraería para ello una cantidad de agua suficiente para paliar los daños que se pueden producir en las riberas del río.

Por falta de referencias, es difícil imaginar la importancia que una Vía fluvial de estas características puede tener en el desarrollo interior de un país, logrando en los diferentes aspectos que ofrecen las técnicas modernas, utilidades de cerca del 100% del agua. Cuando, en 1952 la ciudad de Basilea conmemoraba su 2.000 aniversario inaugurando su Puerto fluvial y su conexión con Estrasburgo a través de una Vía fluvial compuesta por tramos del Rin y un canal artificial, el Rhinsat Kanal de 120 km con nueve esclusas y otros tantos saltos hidroeléctricos, con una potencia instalada de 900.000 kW, su pionero el Dr. Rudolph Gelloke nunca hubiera podido pensar la importancia que iba a llegar a tener, tanto por el tráfico fluvial generado, como por la flota que se crearía y por el desarrollo económico de la zona en aumento constante.

También la Vía fluvial de Aragón iba a permitir desarrollos semejantes en la Región, que no sería posible lograrlos por ningún otro procedimiento y como decía nuestro D. Francisco de Goya, *"el no hacer las cosas por temor a lo desconocido es una gran cobardía"*. Habría que dejar de hablar echando balones fuera y agarrar el toro por los cuernos, entendiendo que, por falta de conocimientos y experiencias nadie de fuera iba a ayudar (más bien sería al revés) Aragón enseñaría a España cómo se debe aprovechar el agua de sus ríos. ■

Calidad frente a los grandes retos del futuro



Sólo con la máxima calidad se puede construir un gran futuro. Por ello en Prointec ofrecemos la respuesta más eficaz a cada cliente en la planificación, diseño, construcción, conservación y explotación de sus inversiones.

El objetivo es optimizar cada actuación respetando el medio ambiente y garantizando la sostenibilidad de los recursos naturales en bien de las futuras generaciones. Un gran reto.

PROINTEC. Respuestas de futuro

PROINTEC, ha realizado la Inspección y Vigilancia de las Obras de Construcción de la Planta Desoladora de Agua Marina del Canal de Alicante.

Estudios y Proyectos. Supervisión y Dirección de Obras. Conservación y Mantenimiento.

Carreteras, Ferrocarriles, Aeropuertos, Puertos, Aguas y Costas, Medio Ambiente, Desarrollo Rural, Urbanismo, Ingeniería Urbana y Edificación, Censos e Inventarios, Telecomunicaciones.



PROINTEC

Avda. de Burgos, 12 - 28036 Madrid - Tel. 91 302 52 80 - Fax: 91 302 14 37
www.prointec.es



Se estima que alrededor de 1.400 millones de seres humanos no disponen de agua apta para el consumo. Sin embargo, ya existe una solución para este problema pero su costo es prohibitivo salvo si se empleara la energía nuclear.

DESALACIÓN NUCLEAR

Hycham Basta

En el contexto de las graves tensiones en Oriente Medio se hace sentir la necesidad del desarrollo económico de la región sobre todo en lo que se refiere a la falta de agua. El economista americano **Lyndon LaRouche**, que en 1974 concibió el *Plan Oasis*, declaró en 1990: "La producción de un recurso tan precioso como el agua a partir de reactores nucleares de alta temperatura, como fuente energética, es esencial para esta región. Esto podría formar parte de un programa para hacer reverdecer el Oriente Medio [...]."

La Conferencia internacional sobre desalación nuclear del agua de mar, que se desarrolló en Marrakech en octubre de 2002 en presencia de especialistas de 35 países, ha constituido un paso decisivo para instaurar este plan. Este encuentro internacional de tres días fue organizado por la **Asociación de Ingenieros Atómicos de Marruecos** en colaboración con la Agencia Internacional para la Energía Atómica (**AIEA**), el Consejo Mundial del Agua (**CME**) y el Consejo Mundial de Trabajadores de la Energía Nuclear (**WO-NUC**). Industriales, ingenieros e investigadores presentaron trabajos relacionados principalmente sobre la posible aportación de la energía nuclear en la desalación del agua del mar. Varios participantes estimaron que la desalación por medios nucleares es una opción realista y viable dada la gravedad de la situación mundial en este ámbito. La desalación constituye una solu-

ción "tanto para el presente como para el porvenir de la Humanidad", señaló el presidente de la **AIGAM**, Sr. **Mekki-Berrada**, añadiendo que "lo nuclear constituye una solución barata, no contaminante y accesible para todos".

¿Por qué nuclear?

La desalación nuclear parece realmente ser la solución para asegurar el Desarrollo Sostenible de los países pobres. El secretario de Estado marroquí encargado de la investigación científica ha denotado el reparto desigual de los recursos de agua en el mundo y descrito la política de "vigilancia y anticipación" seguida por su país en ese ámbito.

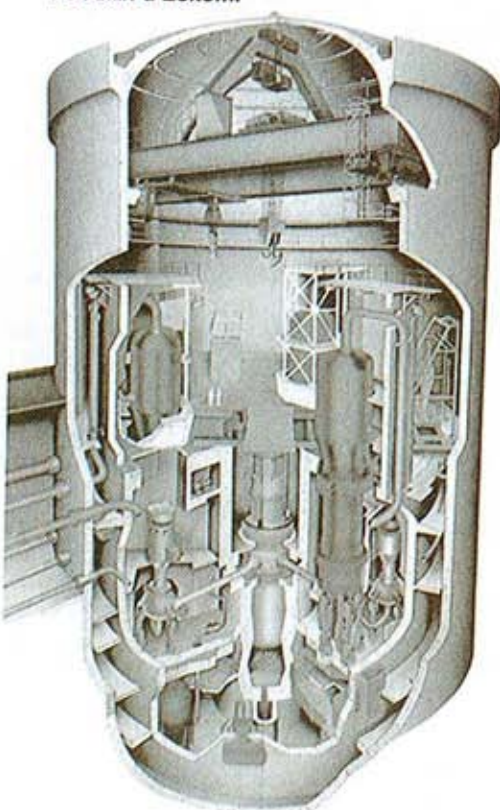
Aunque los recursos de agua del planeta sean gigantescos (su volumen estimado es de 1.300 millones de km³), están desigualmente distribuidos. Los océanos representan el 97,41% de estas reservas, mientras que el resto se reparte principalmente entre glaciares y lluvias. Sólo el 0,4 % de los recursos mundiales del agua dulce es accesible (135.000 km³). La propia agua dulce natural está desigualmente repartida en el mundo ya que menos de diez países (Brasil, Rusia, China, Canadá, etc.) se reparten el 60 % de este *maná*.

Frente a estos recursos limitados, la demanda no cesa de crecer debido al desarrollo económico y social, la mejora del nivel de vida y el crecimiento demográfico. Como consecuencia de esta escasez de agua potable, cientos de miles de mujeres y niños están condenados a una búsqueda cotidiana de agua estimándose que unos 1.400 millones de seres humanos no disponen del agua apropiada para el consumo. Esta escasez representa un límite real a la producción de alimentos reduciendo a la pobreza a las poblaciones de las regiones áridas y, por tanto, al subdesarrollo.

Sin embargo, existe una solución para estos problemas: la desalación del agua de mar que ha llegado a la madurez industrial y no presenta ninguna dificultad técnica. Los dos procedimientos más usados son la **destilación** y la **ósmosis inversa**.

La primera consiste en evaporar el agua de mar utilizando

Le PBMR d'Eskom.



el calor de los rayos solares o el calentamiento en una caldera. Únicamente se evaporan las moléculas de agua, mientras que las sales disueltas, así como el resto de sustancias no volátiles contenidas en el agua, quedan en la salmuera concentrada. Basta condensar el vapor de agua obtenido para suministrar agua dulce consumible.

La ósmosis inversa necesita un tratamiento previo del agua de mar (filtrado y desinfectado) para eliminar los elementos en suspensión y los microorganismos. El procedimiento consiste en aplicar al agua salada una presión suficiente para hacerla pasar a través de una membrana semipermeable. Sólo las moléculas de agua atraviesan la membrana suministrando así agua dulce potable.

El inconveniente mayor de estos sistemas es su coste en términos de energía. **Las instalaciones son poco rentables, pues las cantidades de energía necesarias para el calentamiento o la compresión del agua son demasiado elevadas, y los volúmenes producidos, demasiado pequeños.**

La utilización de esta técnica de producción de agua potable sigue siendo marginal y únicamente algunos países que disponen de pocos recursos de agua dulce y que son suficientemente ricos, como Kuwait o Arabia Saudita, utilizan la desalación del agua de mar para el consumo humano. La capacidad mundial de desalación es actualmente del orden de 30.000 millones de m³/día, con 10.000 instalaciones de las que la mitad se sitúa en Oriente Medio. Incluso con la tendencia a la baja de los precios, éstos continúan siendo prohibitivos ya que necesitan una inversión tres o cuatro veces más elevada que la derivada del aprovisionamiento de las fuentes naturales. Por ejemplo, los Países del Golfo han gastado más de 100.000 millones de dólares en la construcción y mantenimiento de instalaciones de desalación y en Libia se cultiva trigo a ocho veces el costo del mercado mundial.

Para prevenir conflictos y evitar la escalada de algunos actuales, como el palestino-israelí, deberán contemplarse soluciones menos onerosas para luchar contra el despilfarro y en particular para la irrigación o el reciclaje de aguas residuales.

La energía nuclear parece ser una buena alternativa a los elevados costos relacionados con la desalación tradicional. Los éxitos históricos de las experiencias de desalación nuclear desarrolladas en Kazakstán y en Japón (que la prensa oficial no propala) han probado la factibilidad técnica de la desalación nuclear del agua de mar.

El BN-350, reactor de neutrones rápidos situado en Aktau (Kazakstán), produce cerca de 135 MW de electricidad y 80.000 m³ de agua potable por día desde hace 27 años. El 60 % de la energía producida se emplea para desalar el agua de mar. En Japón, unas diez estaciones de desalación acopladas a reactores de agua a presión (PWR) previstos para generar electricidad han permitido la producción de 1.000 a 3.000 m³ de agua potable por día. El Programa de identificación y demostración de las opciones de desalación nuclear de la AIEA, así como el Simposio Internacional sobre desalación nuclear del agua de mar desarrollado en Corea del Sur en 1997, han supuesto un fuerte impulso a los programas nacionales e interregionales para la desalinización nuclear. Paralelamente, la AIEA organizó, en 2001 en El Cairo, un Seminario sobre el gran potencial de los pequeños y medianos reactores nucleares para la cogeneración de electricidad y agua potable. La Conferencia Internacional de Marrakech, ya mencionada, confirmó sus grandes posibilidades.

El obstáculo real a la desalación nuclear son los comportamientos sociales extremos que se oponen categóricamente a todo proyecto basado en lo nuclear. Aunque existen limitaciones financieras, la desalación nuclear encuentra una gran oposición socio-política. Como con-

secuencia de la sospecha de las peores maquinaciones, según cree un público ampliamente manipulado por asociaciones antinucleares, los industriales están poco inclinados a proponer la utilización de la energía nuclear. Las organizaciones internacionales como la AIEA, el WWF, el WONUC o AIGAM, que parecen gozar de cierta credibilidad pública, son el cuadro apropiado para resolver el problema de la falta de agua dulce.

La solución del PBMR

Si la opinión pública (sobre todo después de la catástrofe de Chernobyl) continúa bastante escéptica respecto al empleo de lo nuclear en la producción de energía (electricidad, calor, etc.), hay que señalar que se está a punto de desarrollar un nuevo concepto nuclear en África del Sur: se trata del PBMR (*Pebbel Bed Modular Reactor*), un reactor de lecho de bolas. Anticipándose a un alza de la demanda energética al principio del siglo XXI, así como un descenso de su capacidad de producir energía barata, la Sociedad sudafricana Eskom decidió en 1993 lanzarse a la investigación para poner a punto una nueva generación de reactores nucleares de alta temperatura. La tecnología de este tipo de reactores fue desarrollada por primera vez en Alemania a mediados de los años 80. En 1996, Eskom compró una licencia para la construcción de un reactor de ese tipo y mejoró seguidamente muchos de sus elementos.

Con motivo de la *Conferencia de Marrakech*, David Nicholls, presidente director general de PBMR, Ltd., señaló que, aunque la desalación sea un objetivo secundario en la concepción de partida del PBMR, las conversaciones con varios clientes potenciales habían conducido a evaluar las cualidades del PBMR para la desalación: *"Esta evaluación ha sido muy positiva. El tamaño (400 MW térmicos y 165 MW eléctricos) y su ciclo Brayton, hacen del PBMR un buen producto para la desalación."* Según él, acoplar al PBMR una instalación de ósmosis inversa no demanda circuitos adicionales. Estima que el proce-

so de desalación exigiría, en términos energéticos, alrededor de 13,8 MW de los 165 MW producidos en total, y que una instalación tal produciría unos 77.760 m³ de agua por día. Añadió que el costo total anual de mantenimiento (incluyendo las sustituciones de membranas para la ósmosis inversa) no excederían el 2,25 % del costo de capital.

Una unidad PBMR comprende dos elementos esenciales: El reactor, donde la energía térmica se genera a partir de una reacción nuclear, y la unidad de conversión energética, donde la energía térmica se convierte en trabajo mecánico y después en energía eléctrica mediante un ciclo termodinámico y un generador.

El reactor de PBMR consiste en un gigantesco tubo cilíndrico en acero de 6 m de diámetro y 20 m de altura. El sistema de refrigeración es a base de helio; un vástago cilíndrico de grafito ocupa el eje central del tubo, sirviendo de moderador para las reacciones en cadena. El núcleo del reactor, de 3,7 m de diámetro y 9 m de altura, está situado en el mismo interior de esta barra de grafito. La parte interna del núcleo contiene unas 185.000 esferas de grafito y la parte externa, cerca de 370.000 esferas de combustible. Cada esfera de combustible (cuya apariencia externa es la de una bola de billar) consiste en una base de uranio enriquecido al 8 % de U 235 rodeado de carbono (o grafito). El helio gaseoso se filtra a través del vástago central y refrigera el núcleo del reactor.

La segunda parte del PBMR está compuesta de la unidad de conversión energética: el helio, que sirve para la recuperación de la energía calorífica del núcleo del reactor, sufre una compresión en el curso del ciclo termodinámico (ciclo de **Brayton**).

Podemos hacernos esta pregunta: ¿Por qué utilizar esta nueva línea de reactores de alta temperatura cuando ya existen centrales nucleares clásicas cuya explotación es tan bien conocida?

El PBMR es el representante de una nueva generación de reactores avanzados. En relación con las centrales clásicas, los reactores de alta temperatura presentan enormes ventajas para los países en vías de desarrollo:

- Una seguridad pasiva gracias al sistema de lecho de bolas: el helio es un gas refrigerante muy estable y químicamente inerte; el grafito utilizado para las esferas de combustible se mantiene estable hasta 2.800 °C, lo que permite conservar la configuración original de los elementos combustibles durante toda la reacción en cadena y, en consecuencia, evitar la fusión del núcleo del reactor. Además, gracias a la envoltura de carbono de las partículas de combustible que permiten aislar la emisión radiactiva, el almacenaje de los residuos radiactivos es más fácil que en los reactores de agua presurizada y se realiza in situ.

- La no proliferación de materiales utilizables para la fabricación de bombas atómicas (extrayendo plutonio de los residuos, por ejemplo). Esto debería animar a una mayor adhesión del público para la utilización de la energía nuclear en los países en desarrollo.

- Un plazo de construcción corto (dos años), mientras que una central térmica, hidroeléctrica o nuclear exige al menos ocho años, con el riesgo de engendrar una sobrecapacidad.

- Gran flexibilidad y facilidad de explotación. El concepto modular permite la fabricación en serie y la adición de nuevos módulos a la unidad inicial a fin de ajustar la oferta a la demanda de energía en un plazo de tiempo corto. Esto es importante sobre todo cuando existen picos de demanda de electricidad en períodos de gran frío.

- El PBMR permite generar gratuitamente un superávit de energía térmica, que puede utilizarse para alimentar estaciones de desalación de agua marina.

- El PBMR es relativamente más barato de construir en comparación con otros generadores de energía: unos 1.300 millones de dólares por MW, mientras que una central térmica cuesta 900.000 dólares por MW en África del Sur. Esta diferencia sustancial se atenúa a largo plazo debido a los costos de extracción y transporte del carbón.

- Por último, la utilización del PBMR, en comparación con las centrales térmicas de carbón, contribuye a la reducción del efecto invernadero.



Módulo de membrana de ósmosis inversa utilizado para la desalación de agua

Además del acuerdo de los accionistas, la continuidad del proyecto de construcción de un módulo de demostración está sujeta a una serie de controles por parte del Gobierno sudafricano, la conclusión del proceso de estimación de impacto ambiental y la licencia de construcción por parte del **National Nuclear Regulator**. ■

(De Fusion)

TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS EN EUROPA: EL PROBLEMA DE LOS LODOS

Miguel Vega
Laurent Bontoux
Demóstenes Papametiou

Introducción

La tecnología más común para el tratamiento de aguas residuales municipales, aplicada en Europa es el proceso de los lodos activos, un proceso biológico que consume grandes cantidades de energía y genera grandes cantidades de lodos orgánicos. Estos lodos, separados del agua tratada en la última etapa del proceso, contienen más del 90% de agua y son altamente biodegradables. Hasta ahora, las principales vías de eliminación han sido transportar los lodos a vertederos, esparcirlos en la tierra, verterlos al mar (sobre todo en el Reino Unido) e incinerarlos.

Sin embargo, los tiempos cambian y están apareciendo restricciones sobre todas las vías de eliminación de los lodos. Una legislación sobre eliminación de residuos más restrictiva, junto con la preocupación por los posibles riesgos medioambientales y sanitarios que conlleva esparcir los lodos en tierras de cultivo, están haciendo más agudo el problema de la eliminación de los lodos. Simultáneamente, continúan construyéndose instalaciones de tratamiento de aguas residuales con lodos activos, en cumplimiento de la directiva sobre aguas residuales, y, previsiblemente, continuarán funcionando como "fábricas de lodos" a largo plazo, con una producción imparable. Es, por tanto, esencial encontrar modos de eliminación factibles, seguros y sostenibles para los lodos residuales.

Las restricciones que se están proponiendo sobre el transporte a vertederos pretenden excluir todo residuo orgánico de esta vía de eliminación. Potencialmente, la opción más atractiva sería esparcir los lodos en terrenos agrícolas porque podrían re-

ciclar nutrientes y ser útiles desde el punto de vista agronómico. Sin embargo, debido a los procesos físico-químicos que intervienen en el método de lodos activados para el tratamiento de aguas residuales, el lodo tiende a concentrar trazas de metales pesados y compuestos orgánicos, poco biodegradables (por ejemplo, plaguicidas, productos químicos domésticos, etc.) presentes en las aguas residuales. Ello suscita problemas tanto para el medio ambiente como para la Salud pública. Otro problema sería la existencia de suficiente terreno agrícola en las proximidades de los centros de producción de lodos para evitar gastos de transporte.

Dada esta falta de seguridad total, hay una creciente resistencia de los agricultores a esparcir lodos en sus tierras. Cada vez más "nichos de mercado" (por ejemplo, alimentos sanos, alimentos para niños, conservas vegetales) exigen expresamente a sus proveedores que prohíban el uso de lodos residuales.

Lo que a menudo se pasa por alto es el coste del manejo de las grandes cantidades de lodos producidas por las grandes instalaciones de tratamiento necesarias para tratar enormes volúmenes de aguas residuales, y cómo se pueden manejar los lodos de forma segura, práctica y sostenible. En algunos casos, su tratamiento y eliminación suponen hasta la mitad de los costes globales del tratamiento de aguas residuales.

Se precisa una nueva y seria reconsideración del problema. Hay que alcanzar estándares de calidad para los lodos que se esparcen en la tierra y se han de considerar tratamientos y técnicas de eliminación alternativos para otros tipos de lodos. Ello subraya, una vez más, la necesidad de una buena coordinación entre los distintos sectores de la política europea de medio ambiente.

El proceso de lodos activados y sus productos

El concepto de "tratamiento secundario" de las aguas residuales se basa en el proceso de lodos activos en el que la materia orgánica de las aguas residuales se oxida y se transforma en biomasa microbiana, mediante una amplia gama de organismos. El proceso se lleva a cabo generalmente en un gran tanque aireado, donde las aguas residuales y los microorganismos permanecen en contacto durante algunas horas. La mezcla fluye después a un tanque de decantación, donde los coágulos microbianos (agregados) se precipitan en el fondo y el agua residual tratada fluye por el desagüe. Los coágulos acumulados en el fondo se extraen después en forma de lodo: una parte se recicla al tanque de aireación, para mantener el proceso, mientras que el exceso de lodo, producido por el crecimiento microbiano, debe ser eliminado.

En la mayoría de los casos, el proceso va precedido de una decantación primaria, que también genera lodos orgánicos aunque de naturaleza ligeramente diferente. Estos lodos primarios se deben eliminar conjuntamente con el exceso de lodos secundarios. Otro factor importante es que la calidad de los lodos no es constante al variar según las características de diseño de cada instalación, el tipo de aguas residuales tratadas, las industrias que las producen, la época del año, la climatología, la situación de la instalación, etc. La eliminación de este exceso de lodos constituye el tema de este artículo.

La Directiva del Consejo de la UE sobre tratamiento de aguas residuales urbanas (91/271/EEC) exige que, lo más tarde a finales de 2005, cada núcleo urbano de más de 2.000 habitantes que realice vertidos a aguas superficiales y estuarios, y cada núcleo urbano de más de 10.000 habi-

tantes que lo haga a aguas costeras, aplique, al menos, un tratamiento secundario a sus aguas residuales, antes del vertido.

Para cumplir esta directiva, la mayoría de los municipios escogen la bien conocida tecnología de lodos activos, debido a tres motivos principales: su carácter compacto, su fiabilidad y su eficacia (si se realiza y mantiene de forma adecuada). Sin embargo, esta tecnología produce grandes cantidades de lodo. La estimación actual para la UE es de 6,5 millones de toneladas al año y se espera que esta cifra alcance los 15-20 millones de toneladas para 2005. Los correspondientes aumentos en cada estado miembro de la UE van del 40 al 300%.

Los lodos residuales se deben tratar para facilitar su manejo y evitar posibles problemas, desde el olor a los agentes patógenos. Estos tratamientos modifican las propiedades de los lodos haciéndolos más adecuados para su reutilización o eliminación. Entre estos procesos caben citar: espesamiento, desinfección, estabilización, acondicionamiento, desecación, secado final, *composting* y otros. Después de tratar los lodos se obtienen los siguientes productos: lodos líquidos (estabilizados o no), lodos sólidos (estabilizados o no), lodos desecados y compost. El coste del tratamiento y eliminación de los lodos supone hasta la mitad del coste total del tratamiento de aguas residuales y probablemente aumentará debido al endurecimiento de la legislación europea.

A causa de las características físico-químicas del proceso de lodos activados, el lodo tiende a acumular una serie de metales y compuestos orgánicos. Esta propiedad es una ventaja cuando se considera la calidad del agua residual tratada pero hace que la calidad del lodo dependa, fundamentalmente, de cuatro grupos de contaminantes principales:

Metales

Principalmente zinc, cobre, níquel, cadmio, plomo, mercurio y cromo. Su potencial de acumulación en los tejidos humanos y su biomagnifica-

ción en la cadena alimentaria suscitan preocupaciones tanto medioambientales como sanitarias. **Los metales están siempre presentes, en concentraciones bajas, en las aguas residuales domésticas**, pero las concentraciones preocupantes son sobre todo las que se encuentran en las aguas residuales industriales.

Nutrientes importantes

Son el nitrógeno y el fósforo. Su peligrosidad radica en su potencial de eutrofización para las aguas subterráneas y superficiales. Sin embargo, se pueden considerar como fertilizantes valiosos, y su principal valor para la Agricultura reside en su alto contenido en materia orgánica. En las áreas sensibles identificadas, la directiva sobre aguas residuales exige un tratamiento terciario de éstas (eliminación de los nutrientes). Estos tratamientos también producen lodos, siempre con alto contenido en nutrientes y de distinta naturaleza según el proceso utilizado.

Contaminantes orgánicos

Los plaguicidas, disolventes industriales, colorantes, plastificantes, agentes tensoactivos y muchas otras moléculas orgánicas complejas (generalmente con poca solubilidad en agua y elevada capacidad de adsorción) tienden a acumularse en los lodos. Incluso están presentes en los lodos residuales hidrocarburos aromáticos polinucleares procedentes de la combustión de los combustibles fósiles. Todos ellos son motivo de preocupación por sus efectos potenciales sobre el medio ambiente y, en particular, sobre la salud humana. Una característica específica de este tipo de contaminantes, en comparación con los dos anteriores, es su (variado) potencial de biodegradación.

Muchas de estas moléculas tienen un potencial de biodegradación lento pero significativo. Por tanto, los sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales, con tiempos de residencia más largos, tendrán mayor capacidad para biodegradar estos compuestos indeseables. La biodegradación también puede ocurrir después de esparcir los lodos en la tierra.

El Grupo de Trabajo de la OMS sobre riesgos para la salud de los productos químicos presentes en los lodos residuales aplicados a las tierras llegó a la conclusión de que *"la absorción total por el hombre de contaminantes orgánicos identificados procedentes de la aplicación de lodos a las tierras de cultivo es poco importante y probablemente no causará efectos adversos para la salud"*. Sin embargo, a pesar de que cada vez se investiga más, el papel ecotoxicológico de los contaminantes orgánicos en el sistema suelo-planta-agua y en la cadena alimentaria está aún poco claro.

Agentes patógenos

Los agentes patógenos más importantes que existen en el agua y que se han encontrado en los lodos son las bacterias (como la *Salmonella*), los virus (sobre todo, enterovirus), los protozoos, los trematodos, los cestodos y los nematodos. Como resultado, para que cualquier vertido de los lodos sea seguro se precisa la eliminación, o al menos una inactivación suficiente, de estos agentes patógenos. A este fin, se pueden aplicar a los lodos una serie de tratamientos, como la pasteurización, la digestión

Figura 1.
Eliminación de
lodos residuales
en la UE



aerobia o anaerobia, el *composting*, la estabilización con cal, el almacenamiento en estado líquido y la desecación y el almacenamiento en seco.

Vías de eliminación

Las vías tradicionales de eliminación de lodos son las siguientes:

Transporte a vertederos

Durante las últimas décadas, el transporte a vertederos ha sido (y continúa siendo, véase figura 1) una vía de eliminación de los lodos ampliamente utilizada. Sin embargo, la nueva propuesta de Directiva del **Consejo** sobre transporte de residuos a vertederos está cambiando esta situación. Dicha propuesta pretende reducir gradualmente, hasta 2010, la cantidad total de residuos biodegradables que se llevan a los vertederos a menos del 25% de la cantidad total (en peso) de los residuos urbanos biodegradables producidos en 1995. Tan fuerte reducción probablemente no será aceptada al final (se ha propuesto una cifra del 35%), pero la tendencia general está marcada.

Aplicación en tierras de cultivo

Con frecuencia, la aplicación de lodos residuales a tierras de cultivo es, posiblemente, el método de eliminación más barato. Se puede comparar con lo que se hace tradicionalmente con una amplia gama de residuos orgánicos que se esparcen en las tierras de cultivo, como el estiércol o los residuos de ganadería. Ofrece una oportunidad para reciclar nutrientes de las plantas y materia orgánica beneficiosos para las cosechas. Además, parece que, en muchos casos, la aplicación de los lodos al suelo puede mejorar las propiedades físicas de éste, aumentando la productividad.

Sin embargo, hay que tener cuidado de que los contaminantes químicos o patógenos presenten en los lodos no produzcan efectos adversos. Por ejemplo, las concentraciones de metales pesados en los lodos suelen ser mayores que las que existen en el suelo, y estos elementos pueden quedar retenidos indefinidamente en las capas de suelo cultivadas. Por tanto, **las aplicaciones repetidas de lodos**

aumentarán gradualmente el contenido en elementos traza del suelo.

Según la tasa de aplicación de los lodos y las concentraciones de los metales, se puede calcular el tiempo (generalmente de 70 a 80 años) en que se alcanzarán las concentraciones máximas permisibles de cada elemento en el suelo. Pasado este período, los lodos no se pueden aplicar más, de forma segura. Zn, Cu y Hg son los principales elementos que limitan el reciclado de lodos en las tierras de cultivo, mientras que el Cd suscita problemas específicos debidos a su toxicidad y a su movilidad variable.

La **Capacidad de Intercambio Catiónica (CIC)** es la principal propiedad del suelo que controla la retención y la toxicidad de los metales en un suelo tratado con lodos. En consecuencia, las normativas sobre aplicación de lodos a tierras de cultivo deben establecer límites diferentes para los metales tóxicos. La CIC depende del pH, del contenido en materia orgánica y de la textura del suelo. Sin embargo, la capacidad de absorción de las plantas depende de las propiedades del suelo y de las prácticas agrícolas. **Los productos que presentan más riesgo de acumulación son las espinacas, los apios, las lechugas y las zanahorias.**

Incineración

Aunque sea el sistema más caro, se usa con frecuencia simplemente porque reduce el volumen de lodos en más del 90% y produce una ceniza principalmente mineral (<5% de materia orgánica) que se puede transportar a vertedero. A pesar de que presenta problemas medioambientales específicos, es de esperar que la incineración aumente debido a las restricciones sobre el contenido en materia orgánica del material que se lleva a los vertederos.

Vertido al mar

El vertido de los lodos al mar ha sido una de las vías más populares en el Reino Unido y en España fue prohibido a principios de 1999. El riesgo de que se repitan problemas como el asunto *Minamata*, en el que cientos

de personas se vieron afectadas por concentraciones excesivas de metilmercurio en los alimentos marinos, ha llevado a prohibir este sistema. El problema en cuestión fue el potencial de biomagnificación de ciertos elementos presentes en los lodos.

Todos los países europeos han utilizado estas vías de eliminación en diversos grados.

Existen ya, o se están desarrollando, otras **vías alternativas** de eliminación que pueden dividirse en las cuatro categorías siguientes:

Aplicación a la tierra

El bajo contenido en materia orgánica (natural o debido a pérdidas) es un grave problema para asegurar el mantenimiento de buenas propiedades de retención de agua en el suelo. Los sólidos de los lodos se pueden utilizar para mantener, restaurar o crear fertilidad en el suelo, así como una estructura adecuada del suelo, en tierras degradadas. Como ya se ha mencionado, los metales pesados pueden tener efectos perjudiciales sobre las cosechas y sobre la salud humana si se deja que se acumulen más allá de los límites de seguridad establecidos. **Los riesgos potenciales son menores en los suelos de zonas áridas** porque son sobre todo alcalinos y disminuyen la absorción por los productos agrícolas de muchos elementos, como los metales pesados. En 1995 se puso en marcha un importante estudio sobre reutilización de lodos, financiado por el **Banco Europeo de Desarrollo**, en el marco del *Programa Mediterráneo de Asistencia Técnica Medioambiental* promovido por la **Cairo Wastewater Organization**.

La *sivicultura* tiene un enorme potencial para absorber lodos en el futuro. Su principal ventaja es que puede exigir normativas menos estrictas que las aplicaciones en Agricultura. Sin embargo, esta vía de eliminación dependerá en gran medida de un apoyo normativo adecuado.

Recuperación de energía

La construcción de la primera instalación de petróleo a partir de lodos, a escala comercial, comenzó en Aus-

tria. El proceso imita a la Naturaleza, convirtiendo termoquímicamente el lodo en petróleo, alquitrán, gas y agua. El petróleo producido es similar a un combustible destilado medio y se puede utilizar para motores de combustión tanto interna como externa. El alquitrán y el gas se queman para secar el lodo antes del tratamiento en el reactor de conversión.

La digestión anaerobia de los lodos se utiliza ya ampliamente por su capacidad para producir gas metano (para la producción de energía) y un lodo más estable, fácil de desecar. Importantes tendencias en la digestión anaerobia, de cada a la reactivación del proceso de digestión son: el tratamiento con ultrasonidos y una centrifugación especial, para espesar los lodos antes de la digestión.

Recuperación de productos minerales

En Japón, la legislación más reciente limita el transporte a vertedero de las cenizas que contengan metales pesados (como la procedente de incineradoras). Ello ha conducido al desarrollo de la tecnología de "fusión de los lodos", proceso que vitrifica el lodo en una cámara de combustión a 1.400 °C, lo que estabiliza y disminuye al mínimo el volumen ocupado por el lodo, al tiempo que ofrece posibilidades para reutilizarlo como material de construcción (cemento, vidrio, cerámica, escoria cristalizada, etc.).

En Europa, existen ya ejemplos de utilización de lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales en hornos de cemento. Sin embargo, está apareciendo una nueva aplicación: la fabricación de ladrillos para construcción, utilizando lodos. En España se inició en 1998 un primer proyecto industrial, a escala real, que consume unas 18 toneladas de lodos sólidos para producir 200 toneladas de ladrillos.

Compostaje

El *compostaje* de lodos para incorporarlos a mezclas de suelos con destino a la jardinería urbana puede ser una vía importante de eliminación de los sólidos de los lodos. Sin embargo, **estos productos no están permitidos para la jardinería doméstica** y no se pueden vender en sacos al pú-

blico en general. Hay también otra tecnología prometedora, el vermicompostaje: los desarrollos efectuados en una serie de instalaciones en Polonia han demostrado la eficacia de las lombrices de tierra para degradar los lodos no tratados, convirtiéndolos en un material inodoro, parecido al *humus*, de gran valor como nutriente agrícola.

Producción de menos cantidad de lodo con procesos alternativos

Existen otros procesos biológicos, distintos de lodos activados, que permiten un tratamiento secundario de las aguas residuales: filtros percoladores, contactores biológicos rotatorios, canales de oxidación, estanques, etc. Todos producen lodos pero en cantidades más pequeñas que el proceso clásico de lodos activos. Cada uno tiene características específicas y ninguno puede reemplazar por completo al proceso de lodos activos. Sin embargo, se les debe prestar más atención a la hora de elegir una nueva instalación de tratamiento de aguas residuales, en los casos en que la eliminación de los lodos constituya un problema. En el proceso de lodos activados, una carga orgánica baja dará lugar a una menor producción de lodos que una carga orgánica alta.

También se han propuesto otras soluciones. En Japón, un prototipo a escala real de una instalación de lodos activados ha estado funcionando con éxito durante nueve meses sin producir un exceso de lodos. Esto se ha conseguido ozonizando una parte de los lodos activados recuperados en la instalación de tratamiento de aguas residuales, aumentando biodegradabilidad y estimulando la oxidación biológica en el tanque de aireación.

Normas de calidad

Desde luego, a cada vía de eliminación debe corresponder un conjunto de normas de calidad de los lodos. Hasta ahora, sin embargo, **la única opción para la que existen normas a nivel europeo es la aplicación de los lodos a tierras de cultivo**. Dichas normas están contenidas en la Directiva Europea 86/278/EEC, sobre la

protección del medio ambiente, y en particular del suelo, cuando se utilizan lodos residuales en Agricultura.

La directiva limita la cantidad total de ciertos metales pesados, en función del pH del suelo. Sin embargo, contiene sólo requisitos mínimos, que permiten medidas nacionales más estrictas. Una evaluación global del proceso de aplicación de lodos a las tierras de cultivo debe comprender aspectos tales como la salud humana, rendimiento de las cosechas, salud animal, calidad de las aguas subterráneas, calidad de las aguas superficiales, calidad del aire, fertilidad del suelo y los ecosistemas naturales. Por tanto, sería deseable ampliar la directiva, especialmente a otros contaminantes como el cromo, selenio, arsénico, fluoruros, molibdeno, cobalto, dioxina, PCB, AOX, PAH, disolventes clorados y otros productos químicos orgánicos. También se podría complementar con un *Código de prácticas* para la utilización de lodos residuales en Agricultura, medida ya tomadas por el Gobierno británico y reclamada por la Directiva europea sobre nitratos (91/676/EEC).

La Directiva 86/278/EEC limita los índices de concentración de metales pesados, tanto en los lodos residuales como en el suelo (Tabla 2).

A pesar de que en Alemania y en Dinamarca se han establecido ciertos límites para productos orgánicos (por ejemplo, dioxina, PCB, AOX), la legislación europea actual sobre lodos residuales no prevé límites para contaminantes orgánicos traza ni en los lodos ni en los suelos. Sin embargo, la **Agencia de Protección Medioambiental** de EEUU ha seleccionado 18 contaminantes orgánicos para una ulterior evaluación mediante análisis de riesgos en la exposición medioambiental. Los criterios de selección han sido la frecuencia de aparición, la toxicidad para el agua, la fitotoxicología, los efectos sobre la salud humana, los efectos domésticos y en la Naturaleza y la absorción por las plantas.

La información científica disponible apoya la conclusión de que es improbable que se produzcan efectos perjudiciales para la salud humana,

derivados de la utilización de lodos en Agricultura. Los principales metales pesados que pueden ser peligrosos son Cd, Pb y Hg. El Pb y Hg no se absorben en absoluto en los cultivos y, por tanto, no plantean riesgos en la ingestión de productos alimenticios cultivados en suelos a los que se han aplicado lodos. Por su parte, el Cd atraviesa la barrera suelo-planta y puede acumularse en los cultivos en concentraciones que podrían ser potencialmente peligrosas.

La aplicación de lodos a las tierras de cultivo pretende obtener las máximas ventajas de la capacidad del suelo para asimilar, atenuar y detoxificar a los contaminantes. La **Organización Mundial de la Salud (OMS)** opina que, cuando la aplicación se realiza adecuadamente, se puede conseguir que la acumulación de contaminantes en el suelo no alcance niveles peligrosos para la salud.

La contaminación de las aguas subterráneas por lixiviación de los nitratos de los suelos tratados con lodos es probablemente el efecto más importante derivado de la utilización de lodos en Agricultura, en el contexto de la actual legislación medioambiental. Sin embargo, admitiendo que la cantidad total de nitratos (procedentes del lodo y de otras fuentes) permanezca de acuerdo con las necesidades de nitrógeno de los cultivos, la contaminación por nitrato de las aguas subterráneas debe permanecer a un nivel mínimo. La **OMS** concluye que no se deben establecer límites numéricos para el contenido en nitrógeno de los lodos residuales.

Una nueva preocupación deriva de la presencia de contaminantes orgánicos persistentes en el lodo y su comportamiento en el sistema suelo-planta. Hasta ahora, el riesgo para la salud humana de cultivos en suelos tratados con lodos parece ser pequeño ya que la absorción de contaminantes orgánicos por las plantas parece ser escasa o nula y no hay bioacumulación en el ganado.

Conclusión

Dada la creciente producción de lodos en Europa y el simultáneo endurecimiento de la normativa sobre eliminación de residuos, probablemente las opciones preferibles para la eliminación de los lodos, a medio plazo, serán la aplicación a las tierras y la incineración. La elección final se efectuará a nivel local en función de diversos parámetros culturales, económicos y científicos.

Hasta ahora, hay un acuerdo general de que **el uso en Agricultura puede ser una opción segura y viable**. Ciertamente es una de las vías que se utilizarán más probablemente en el futuro aunque en algunos países como Francia, Alemania, Suecia y Holanda, el temor sobre los efectos en los suelos y las cosechas está poniendo en entredicho a este sistema. Estos países, especialmente Alemania, están desarrollando nuevas tecnologías de incineración de lodos. En otros, como en el Reino Unido, se fomenta la aplicación de los lodos a las tierras de cultivo. En Suecia, ciertos estudios de evaluación del ciclo de vida, en algunas instalaciones de tratamiento de aguas residuales, han

identificado la reutilización de los lodos en Agricultura como la mejor opción en algunos casos.

En algunos Estados Miembros, como el Reino Unido, se ha puesto gran énfasis en desarrollar estrictas políticas y prácticas de control, para proteger la seguridad de la opción de aplicación a las tierras de cultivo. Sin embargo, a nivel de la **UE**, falta un enfoque más coordinado que regule la aplicación de los lodos a las tierras de cultivo. Hasta ahora, cada Estado Miembro es responsable de desarrollar una estrategia de eliminación de los lodos segura y eficaz.

La situación subraya la necesidad de garantizar la seguridad de la aplicación de lodos a las tierras de cultivo y tranquilizar a quienes ya la realizan o pueden realizarla en el futuro. A este fin, es importante la calidad de los lodos, comenzando en el vertido de las aguas residuales a las cloacas y es necesario exigir un control eficaz de esa calidad. Podría ser útil, por tanto, estimular el tratamiento de ciertos efluentes industriales, independientemente de las aguas residuales domésticas, en los casos en que no se esté haciendo, o bien pretratarlos antes de verterlos en las cloacas, para eliminar las concentraciones excesivas de elementos indeseables como los metales pesados.

Se precisa más investigación sobre los efectos de los sistemas de aplicación en Agricultura y de incineración en el medio ambiente así como una sólida coordinación científica para dirigir las investigaciones actuales.

Es esencial disponer de información adecuada sobre producción de lodos, tratamiento, sistemas, productos y mercados. Por tanto, **ha llegado el momento de definir normas razonables de utilización de los lodos**, así como de reutilización de las aguas residuales. La clasificación de los lodos en tipos de calidad bien definida, adecuados para cada sistema de eliminación o reutilización, debe garantizar el uso y la eliminación seguros. Hay que formular criterios medioambientales sólidos para cada opción, criterios que deben incluir la evaluación de los riesgos. ■

(De ingeniería Municipal. Oct. 2004)

Parámetro	Valores límite en suelos (mg/kg de suelo seco)	Valores límite en lodos residuales (mg/kg de sólidos secos)
CADMIO	1 - 3	20 - 40
COBRE	50 - 140	1.000 - 1.750
NÍQUEL	30 - 75	300 - 400
PLOMO	50 - 300	750 - 1.200
ZINC	150 - 300	2.500 - 4.000
ZINC	1 - 1.5	16 - 25

Tabla 2. Valores límite para elementos potencialmente tóxicos, dados por la Directiva 86/278/EEC

SANEAMIENTO INTEGRAL DE LA CUENCA BAJA DEL SISTEMA FLUVIAL SAJA-BESAYA

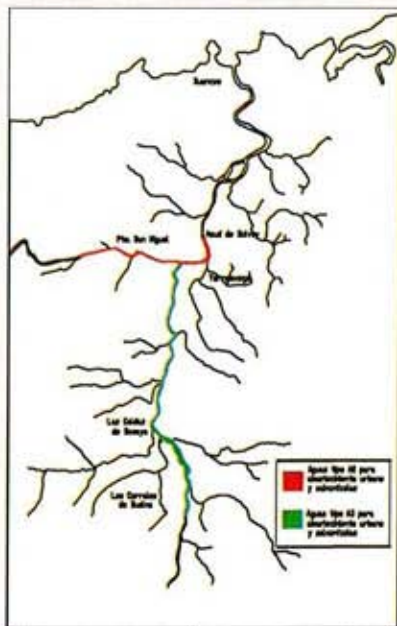
Manuel Fernández Gómez
Director Adjunto de la
Confederación Hidrográfica
del Norte

El Saneamiento de la Cuenca Baja del Sistema Fluvial de la Cuenca del Saja-Besaya es una de las actuaciones medioambientales más importantes que se han realizado en Cantabria.

El desarrollismo industrial de esta zona, junto con aglomeraciones urbanas como Torrelavega y los Corrales de Buelna, la fuerte presión a la que ha estado sometida la ría de San Martín de la Arena y las playas de Miengo y Suances, han hecho urgente esta actuación.

Metodología: anticipo de la demarcación hidrográfica

La planificación, ordenación y diseño ambiental de la solución adoptada se ha realizado en estrecha colaboración con la **Universidad de Cantabria**, con el Grupo de Emisarios e Hidráulica Ambiental, y utilizando una metodolo-



gía propia y novedosa que ha propiciado numerosos premios a la investigación medioambiental, entre los que figura el *Premio Nacional de Medio Ambiente*.

La Metodología de Estudio de los saneamientos litorales y su optimización en el caso del Saja-Besaya, teniendo en cuenta la ordenación fluvial de estos dos cauces, considera de forma integral la cuenca adelantándose en cierta forma, al concepto de Demarcación hidrográfica que ahora acuña la Directiva Marco.

El Plan se aborda y diseña siguiendo las pautas de esta metodología gracias a un Convenio entre la **Confederación Hidrográfica** y la **Fundación Leonardo Torres Quevedo**, modificándola de forma que contemplase una peculiaridad fundamental que era la del tránsito de caudales y contaminantes por un tramo fluvial en ambos ríos de suficiente longitud y relevancia para exigir un tratamiento diferencial. Así, además de tener en cuenta la ordenación del litoral, sus usos y objetivos de calidad en:

- La preservación de ecosistemas.
- El mantenimiento de usos recreativos.
- Condiciones de pesca y cultivos marinos.
- Usos industriales.

se incorporan a la metodología criterios de ordenación fluvial, fundamentalmente:

- Según criterios de producción de agua potable, calidad A₂ para el río Besaya y A₃ para el río Saja.
- En cuanto a criterios de vida piscícola, calidad salmónidos para ambos ríos.

Dos variables, caudales circulantes por la red y distribución temporal y espacial de la lluvia hacen muy complejo el estudio del comportamiento de la cuenca receptora de la red de saneamiento y la cuenca flu-



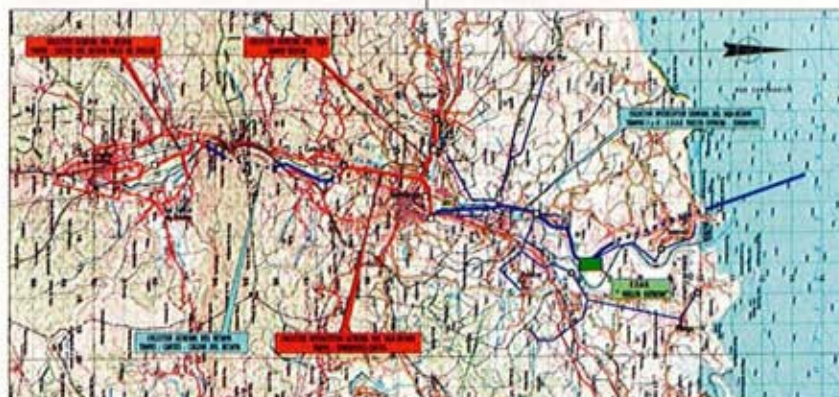
vial. Puede suceder que una lluvia localizada sobre la cuenca genere un alivio importante con vertido a un río que no se encuentra en crecida provocando una contaminación importante, o viceversa, un río crecido con alivios, que no provocan picos de contaminación por su gran capacidad de dilución.

Las condiciones de contaminación pésima podrían producirse en años húmedos (elevado número de vertidos pero que su impacto indeseado se puede ver compensado por altos caudales del río) o en años secos (poco número de vertidos pero su impacto puede verse incrementado por los bajos caudales en el río).

Razones de economía de cálculo hacen que en el diseño metodológico aparezca un nuevo concepto que es el "período inicial de estudio" realizándose todos los cálculos con las lluvias generadas en un año, húmedo, medio y seco, y conectando los hidrogramas generados y los contaminantes producidos con el modelo litoral.

Definidas las exigencias de calidad de las aguas continentales y marinas, el diseño ambiental de todas las alternativas termina cuando, cumpliendo aquéllas, se encuentra el valor óptimo de las siguientes variables:

- La capacidad hidráulica de los interceptores generales.
- El volumen de retenida de los aliviaderos.
- La disposición de los puntos de vertido en los efluentes depurados.



- El nivel de tratamiento alcanzado en la EDAR.
- La capacidad y ubicación del emisario submarino.

Un saneamiento integral

El resultado de estos estudios y otros de ámbito pluridisciplinar abocó a una solución de un colector interceptor que recogiendo todos los vertidos los conduce a una única depuradora, cuyo efluente, a través de un emisario, se vierte en mar abierto a unos 3 km de la costa y 40 m de profundidad.

Con esta alternativa se ha demostrado que se cumplen todos los objetivos y criterios de calidad propuestos, tanto en el tramo fluvial como en los tramos de estuario y litoral. El sistema empieza a aliviar cuando el caudal circulante supera una media de 25 l/s por cada 1.000 habitantes y un volumen medio en los tanques de retención de 4 m³/ha neta. Se han ejecutado tanques de retención por un total de 3.711 m³ destacando el aliviadero de Sorravides con 1.878 m³.

El caudal máximo a tratar en la planta depuradora es de 3.700 l/s pudiendo evacuar todo él a través del emisario.

No es posible referenciar en este artículo todas las obras singulares e incidencias constructivas sucedidas en la ejecución de este Sistema de Saneamiento, pero merecen atención especial:

La Estación depuradora de Vuelta Ostrera, que se diseña con un tratamiento de alta carga, consistente en una balsa biológica con una carga másica muy alta, un volumen pequeño, un tiempo de retención corto (inferior a una hora) y con edad de los fangos breve (uno a dos días). A con-

tinuación de esta balsa se hace una decantación convencional. El rendimiento obtenido con este tipo de instalaciones depuradoras es de más del 70% para la DBO₅ y más del 75% pa-

Caudal máximo a pretratamiento	3.700	l/s
Caudal máximo a tratamiento biológico	1.700	l/s
Caudal medio diario	110.000	m ³ /día
Caudal mínimo	250	l/s



ra los sólidos en suspensión. Los caudales de aguas residuales considerados para el diseño de la Estación depuradora de Vuelta Ostrera son:

Esta instalación es una obra completísima y, por su especialidad, muy

complicada. En su ejecución, el director de obra tiene que desarrollar prácticamente todas las disciplinas de la carrera: Geología y Geotecnia, Hidráulica, Sanitaria, Electrónica y Electrotecnia, etc.

A continuación de la EDAR, el efluente depurado se evacúa hacia la costa a través de un emisario terrestre de 3.700 metros de longitud, realizado en su totalidad en túnel, que se conecta mediante una cámara de maniobra y carga con el emisario submarino, que tendrá una longitud total de 4.060 m de los cuales 240 corresponden al difusor, que consta de 16 tubos elevadores, con diámetros de 500/600 mm equipados con válvulas

anti-retorno tipo pico de pato en número y diámetro variables en función de la profundidad y distancia. El eje horizontal de las boquillas se sitúa a 40 metros por debajo del nivel medio del mar. El primer tramo lo comparte con un gemelo de 660 m de longitud y 2 m de diámetro, que funcionará como aliviadero de seguridad.

Un elemento singular, tanto en lo que se refiere a su dimensión como a su diseño, es el **aliviadero de Sorravides**.

Asimismo, por su interés, hay que reseñar que el paso del colector del valle de Buelna a través de las Hoces de Bárcena se hace a través del **Túnel de Cartes**, consistente en un túnel de





8 m² de sección libre revestido en hormigón armado con sección en herradura y 1.370 m de longitud.

La inversión total prevista para el saneamiento de la cuenca baja del sistema fluvial Saja-Besaya ronda los 145 millones de euros, de los que 74,5 se destinan a la construcción de los colectores (82 km de tubería), 46,5 MM. a los emisarios submarinos y terrestres, y 24 MM. a la EDAR de Vuelta Ostrera.

Identidad del saneamiento

El concepto de integral también ha trascendido a la edificación en este Plan. Las infraestructuras de saneamiento requieren obras de gran envergadura y que, dado su carácter subterráneo, los usuarios de las mismas llegan a olvidar su valor y su beneficio.

El Saneamiento solo aflora a superficie con las obras singulares, aliviaderos, bombeos, depuradoras.

En este caso, la Confederación ha dotado a estas infraestructuras de una identidad propia, de forma que cualquier observador en su presencia, aprecie la importancia de lo que permanece enterrado. También existe un logo identificativo del Saja-Besaya, que aparece en edificios, arquetas y en alguna esquina de la depuradora.

En el diseño de cada una de las edificaciones integradas en el Saneamiento Saja-Besaya se han tenido en cuenta dos ideas: el agua y la tierra. La metáfora del agua en el verde esmeralda de los vidrios conformando los muros de luz, de la tierra en el óxido del acero Cortén que los revisten y el protagonismo de estos colores tan personales, consigue que los edificios tengan la calidad del reconocimiento y la identificación de este Sistema de Saneamiento. El logotipo pretende explicar, a través de una línea continua dividida en tres partes, el trayecto que, usando una tipología



gráfica, sigue el agua en el proceso de Saneamiento. En la primera parte, la línea quebrada y arrítmica representa el agua sucia; en la segunda, una curva perfecta en forma de cascada, nos sugiere su tratamiento y la tercera, nuevamente una línea quebrada aunque rítmica, nos muestra el agua ya limpia. **Eduardo Gruber** es el autor de los diseños e ideas, a quien desde aquí felicito y agradezco.

Operación del sistema: un ente de gestión

El *Plan de Saneamiento* es un instrumento vivo que prácticamente empieza cuando acaban las obras. Requiere un ente de gestión que garantice un buen servicio y un seguimiento ambiental, imprescindible para lograr los objetivos para los que ha sido diseñado.

Es fundamental la creación de un Ente de Explotación que debería haber nacido con la concepción del Plan, de forma que hubiera participado en la gestión de éste a fin de estar capacitado para su gestión una vez ejecutadas las obras.

El Plan dispone de un reglamento de vertidos que fija los límites admisibles y exige la autorización previa para incorporación a colector, herramienta imprescindible para que aquél sea operativo.

Un plan de Saneamiento no funciona sin un sistema tarifario sencillo y estable que permita distribuir adecuadamente los costes de funcionamiento entre los usuarios del Sistema según su oportunidad, carga contaminante y caudal vertido.

Por último, es fundamental dotar al Ente de Gestión desde su inicio de personal técnico capacitado y con experiencia. ■



LEGISLACIÓN APLICABLE EN MATERIA DE AGUAS

Xabier Caño González, abogado del Área de M.A. MAS, S.A.

En este número monográfico dedicado al Agua, parece lo más oportuno hacer un repaso de la Legislación existente. Por ello, a continuación detallamos de forma cronológica la legislación más relevante de la **Unión Europea** y de **España** con el objeto de que el lector tenga cumplida información de la legislación aplicable en esta materia.

LEGISLACIÓN APLICABLE EN MATERIA DE AGUAS

Legislación Europea

Norma	Comentarios
Directiva 2000/60 de 23 octubre de 2000, que regula el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.	La norma establece un marco comunitario para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas, tratando de unificar y refundir buena parte de la normativa existente en estos ámbitos.
Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.	La presente Directiva tiene como objeto la protección de la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de las aguas destinadas al consumo humano garantizando su salubridad y limpieza.
Directiva 91/676, 12 diciembre de 1991 para la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la Agricultura.	El objetivo de la norma es reducir la contaminación causada o provocada por los nitratos de origen agrario y actuar preventivamente contra nuevas contaminaciones de dicha clase.
Directiva 91/271, de 21 mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.	La norma tiene por objeto la recogida, el tratamiento y el vertido de las aguas residuales urbanas y el tratamiento y vertido de las aguas residuales procedentes de determinados sectores industriales.

Legislación Española

Norma	Comentarios
Real Decreto 606/2003 de 23 mayo de 2003 sobre la modificación del Real Decreto 849/1986 de 11 abril, que aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de Aguas.	Se modifican los siguientes aspectos: - Concesiones. - La sección dedicada al apeo y deslinde de los bienes de dominio público hidráulico. - El capítulo relativo a los vertidos. - Se crea el Título VI dedicado al contrato de cesión de derechos al uso privativo de las aguas.
Real Decreto 140/2003 de 7 febrero de 2003 por el que se aprueban los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.	La norma tiene por objeto establecer los criterios sanitarios que deben cumplir las aguas destinadas al consumo humano así como las instalaciones a través de las cuales se produce su suministro.
Real Decreto 140/2003 de 7 febrero de 2003 por el que se aprueban los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano..	La norma tiene por objeto establecer los criterios sanitarios que deben cumplir las aguas destinadas al consumo humano así como las instalaciones a través de las cuales se produce su suministro.
Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 julio por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.	La norma establece la regulación del dominio público hidráulico, del uso del agua y del ejercicio de las competencias atribuidas al Estado delimitadas en el artículo 149 de la Constitución.
Real Decreto 261/1996 de 16 febrero de protección aguas contra contaminación por nitratos de fuentes agrarias.	La presente norma tiene por objeto establecer las medidas necesarias para prevenir y corregir la contaminación de las aguas continentales y litorales, causada por los nitratos de origen agrario.
Real Decreto 509/1996 de 15 marzo por el que se desarrolla Real Decreto Ley 11/1995 de 28 diciembre de tratamiento de aguas residuales urbanas.	Desarrollo el Real Decreto Legislativo 11/1995, completando las normas sobre recogida, depuración y vertido de dichas aguas.

Real Decreto Ley 11/1995 de 28 diciembre sobre normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.	La presente norma tiene por objeto proteger la calidad de las aguas continentales y marítimas de los efectos negativos de los vertidos de las aguas residuales urbanas.
Real Decreto 1310/1990 de 29 octubre sobre la utilización en el sector agrario de lodos de las depuradoras.	La presente norma establece el marco normativo que regula la gestión de los lodos en el sector agrario con la finalidad de lograr un equilibrio entre la producción de estos lodos y su utilización agraria en España, tratando de lograr una protección eficaz de los factores físicos y bióticos afectados por el proceso de producción agraria.
Real Decreto 258/1989 de 10 marzo sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar.	Esta norma tiene por objeto definir las normas de emisión y las condiciones especiales de control correspondientes al vertido efectuado desde tierra en las aguas interiores y en el mar territorial, y de efluentes que contengan o puedan contener sustancias peligrosas.
Real Decreto 927/1988 de 29 julio por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y Planificación Hidrológica.	Regula ámbitos relacionados con la planificación hidrológica, los Organismos de cuenca y el Consejo Nacional del Agua.
Ley 22/1988, de Costas.	La presente Ley tiene por objeto la determinación, protección, utilización y policía del dominio público marítimo-terrestre y especialmente de la ribera del mar.
Real Decreto 849/1986, de 1 de abril por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.	La norma aprueba en su anexo el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, Reglamento que entrará en vigor en el momento de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

NUEVO SENSOR DE SEGURIDAD PARA CONTROLAR ZONAS PELIGROSAS

La empresa francesa **Comitronic**, especializada en la comercialización de material de seguridad, ha lanzado un nuevo sensor de seguridad autónomo, sin cajetín de auto-control y dotado con una clave de bloqueo.

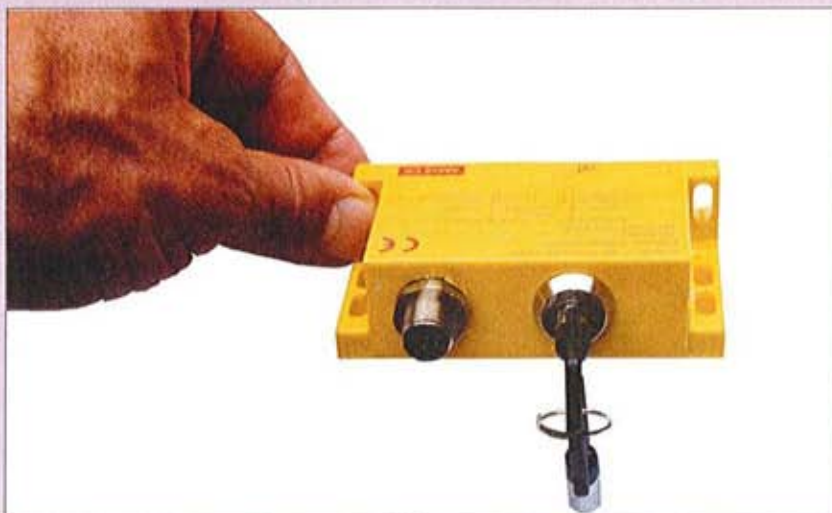
Fruto de una tecnología electrónica innovadora, competente, y de una extrema sencillez de uso, el nuevo sensor **AMX5 CK** es un aparato de seguridad autónomo, sin contacto y de Categoría 3 según la Norma Europea de la Seguridad para máquinas EN954-1, con bloqueo eléctrico mediante clave codificada.

Este sensor está equipado con un procedimiento único y totalmente electrónico: **Acotom3**. Se trata de un sistema de descodificación elaborado con imanes, totalmente inviolable, contrariamente a los sistemas de la competencia que funcionan con bombilla *reed*.

Algunas aplicaciones:

1) El **AMX5 CK** es un producto diseñado ante todo para vigilar la apertura de las puertas en máquinas peligrosas.

2) También integra un sistema eléctrico de bloqueo mediante clave



pensado para el control de las zonas peligrosas. El **AMX5 CK** evita el nuevo arranque de la instalación en caso de cierre involuntario de la puerta de acceso cuando el operador se encuentra en su interior.

- Puede utilizarse tan sólo para el bloqueo eléctrico de la zona: la clave codificada está montada en el receptor del sensor y puede condenar su funcionamiento.

- El sensor dispone de dos líneas de seguridad NA (Normalmente Abierta) y con una línea auxiliar NC

(Normalmente Cerrada) y está disponible en cajetín de policarbonato.

- Conexión con conector M12.

El citado sensor también puede asociarse con el cajetín **Bloc C4CK**, que es un contactor de bloqueo mediante clave.

Este sistema es un nuevo concepto tecnológico pensado para sustituir, de forma sencilla, los sistemas de interbloqueo.

La empresa busca distribuidores.

Los interesados pueden dirigirse a la Dirección de DYNA. ■

DESARROLLO SOSTENIBLE

Colaboración de



De acuerdo con los contenidos recogidos en esta Sección referentes a la normativa relacionada con el Desarrollo Sostenible, a continuación comentamos algunas de las últimas novedades legislativas en esta materia, así como los proyectos normativos que se encuentran en proceso de elaboración.

1.- NORMATIVA MÁS IMPORTANTE RECIENTEMENTE APROBADA

• En España

(Conviene significar a nuestros lectores que en materia de Medio Ambiente corresponde al Estado la aprobación de legislación básica, por lo que las normas de este apartado son de obligado cumplimiento en toda España).

• Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (BOE de 17/12/2004)

El presente Reglamento tiene como objetivo la consecución de un grado suficiente de seguridad en caso de incendios en establecimiento e instalaciones industriales, evitando supuestos de generación y propagación de incendios, y posibilitando su extinción.

La norma establece que, en los establecimientos industriales de nueva construcción y los que cambien o modifiquen su actividad, se trasladen, amplíen o se reformen deberá presentarse un proyecto, sea redactado por técnico competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente.

Para la puesta en marcha de un establecimiento industrial, será necesaria la presentación, ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, de un certificado, emitido por técnico competente y visado por el Colegio Oficial correspondiente, en el que se ponga de manifiesta la adecuación de las instalaciones al proyecto y el cumplimiento de las condiciones técnicas que correspondan.

Por su parte, los titulares de las instalaciones afecta-

das por esta norma deberán solicitar a un Organismo de control facultado, la realización de inspecciones de control, con la siguiente periodicidad:

a) Cinco años para los establecimientos de riesgo intrínseco bajo¹.

b) Tres años para los establecimientos de riesgo intrínseco medio.

c) Dos años para los establecimientos de riesgo intrínseco alto.

Una vez realizada la inspección, la autoridad competente podrá imponer las medidas correctoras necesarias en función de los resultados obtenidos.

Actuación en caso de incendio

En caso de que se produzca un incendio en el establecimiento industrial, el titular de la instalación deberá comunicarlo al Órgano competente de la Comunidad Autónoma, en los siguientes supuestos:

a) Producción de daños personales que requieren atención médica.

b) Paralización total de la actividad industrial

c) Que se ocasione una paralización.

d) Que resulten daños materiales superiores a 30.000 €

En los tres primeros supuestos indicados, adicionalmente, el Órgano competente de la Comunidad Autónoma realizará una investigación detallada para tratar de averiguar sus causas y dará traslado de ello al Órgano competente en materia de seguridad industrial del Ministerio de Industria.

Condiciones a cumplir por los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios

a) Deberán cumplir un conjunto de condiciones respecto a su caracterización, establecidas en el Anexo I.

b) Cumplir con las condiciones y requisitos de construcción y edificación en relación con la seguridad contra incendios, según lo establecido en el Anexo II.

c) Las instalaciones deberán cumplir los requisitos establecidos en el Anexo III de la norma, así como todo lo establecido en el Real Decreto 1942/1993, del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y la

¹ Los niveles intrínsecos están determinados en el Anexo II de la Norma

Orden de 16 de abril de 1998, sobre el procedimiento y desarrollo del anterior.

d) En materia de Seguridad Industrial, el conocimiento de la norma técnica aplicable en cada momento, con el fin de facilitar la adaptación al estado de la técnica, es fundamental y así lo determina el Anexo IV, donde se establece el conjunto de normas UNE de obligado cumplimiento en relación a la presente Norma.

-En las Comunidades Autónomas

(Conviene recordar a nuestros Lectores que, en materia de Medio Ambiente, corresponde a las Comunidades Autónomas la aprobación de la legislación de desarrollo respecto de la legislación básica estatal y además, el establecimiento de normas adicionales de protección. Por ello las normas de este apartado son de obligado cumplimiento en el territorio de la C.A. que las apruebe)

• Ley 8/2004, de 12 de noviembre, de Industria de la Comunidad Autónoma del País Vasco (BOPV de 29/11/2004)

La presente norma regula todos los aspectos relacionados con la actividad industrial, tanto desde la perspectiva del ejercicio y promoción de la actividad como el establecimiento de los requisitos y condiciones que garanticen la seguridad y calidad de instalaciones, aparatos, equipos, y productos industriales. La norma constituye el marco regulador de la actividad industrial en la CAPV, legislando el alcance de la libertad de establecimiento y libertad de ejercicio de la actividad.

La norma en su artículo tercero establece el régimen de responsabilidad industrial, determinando de forma general la responsabilidad del titular por los daños producidos por las instalaciones, productos industriales, equipo y aparatos. Asimismo determina la responsabilidad de todos los agentes que forman parte de las fases de ejecución, utilización, conservación y control de los aparatos, equipos o instalaciones.

Desde la perspectiva de la **Actividad industrial**, tienen esta consideración *"las actividades dirigidas a la obtención, reparación, mantenimiento, transformación o reutilización de productos industriales y el envasado y embalaje, así como el aprovechamiento, recuperación y eliminación de residuos o subproductos, cualquiera sea la naturaleza de los recursos y procesos técnicos utilizados"*. En cualquier caso, para el ejercicio de cualquier actividad industrial será necesario su inscripción en el Registro de Establecimientos Industriales de la CAPV.

Adicionalmente se reconoce un principio de libertad en la comercialización de aparatos, equipos o productos industriales, sin más limitaciones que los procesos de certificación o declaraciones de conformidad.

Respecto a la **Seguridad industrial**, tiene como objeto *"la prevención y limitación de riesgos, así como la protección contra accidentes que produzcan daños a las personas, bienes o al medio ambiente procedentes de la actividad industrial o de la utilización o funcionamiento de las*

instalaciones o equipos y de la producción, uso o consumo, almacenamiento o desechos de productos industriales". En general, para el funcionamiento de cualquier tipo de aparato, producto o instalación industrial será necesaria autorización administrativa en caso de que así lo requiera la Administración competente, fuera de esta obligación sólo requerirá un certificado del cumplimiento de las condiciones de seguridad reglamentariamente establecidas. Los Reglamentos de seguridad industrial podrán tener un carácter general (procedimiento, instaladores, empresas) o sectorial (productos químicos, vehículos, aparatos elevadores e instalación a presión).

Para el control del funcionamiento de las instalaciones, aparatos, equipos o productos sometidos a seguridad industrial, el personal dependiente de la Administración competente podrá realizar controles periódicos o directos (en este último caso, cuando una norma lo prevea o cuando exista una denuncia relacionada con el funcionamiento de un aparato). El personal que ejerce la actividad de control tiene el carácter de agente de la autoridad y podrá acceder a las instalaciones en la que se desarrollen actividades reflejadas en esta ley.

La presente Ley crea el **Consejo Vasco de Seguridad Industrial**, Órgano consultivo y de participación de los sectores representativos de las actividades de seguridad industrial.

La Ley define el ámbito de la **Calidad industrial** como *"el conjunto de procesos, requisitos y condiciones técnicas establecidos en una norma de naturaleza privada, reguladora de los procesos productivos y de gestión como de las especificaciones técnicas de los productos, aparatos o equipos industriales, cuyo cumplimiento no es obligatorio por no estar impuesto por una disposición normativa"*. A este respecto, la Administración industrial deberá establecer el marco para la constitución de infraestructuras de calidad industrial, incluidos Organismos de normalización y acreditación, entidades de certificación y laboratorios de ensayo y calibración.

En el ámbito de la **Promoción industrial**, se prevé la creación de los planes estratégicos cuatrienales y los programas de promoción necesarios para regular la actividad industrial en los próximos años, dando entrada a los principales agentes económicos y sociales de la CAPV. En el mismo sentido se pretende fomentar en el ámbito industrial el desarrollo de las tecnologías de la información y del conocimiento.

Por último, la norma establece un régimen sancionador, delimitando el conjunto de infracciones y sanciones aplicables en el ámbito industrial, previendo supuestos de suspensión de la actividad cuando se produzcan infracciones graves.

• Ley 8/2004, de 20 de diciembre, de medidas urgentes en materia de medio ambiente (BO Aragón de 27/12/2004)

La presente Ley realiza diversas modificaciones sobre un conjunto de materias relacionadas con el Medio Ambiente. En este sentido, podemos determinar que no es

una norma ambiental que regule un ámbito concreto de la protección jurídica del Medio Ambiente sino que regula diversas materias que requieren modificaciones urgentes y no pueden ser objeto de un procedimiento legislativo ordinario.

Algunas de las materias modificadas son las siguientes:

1. Se crea la **Red Natural de Aragón** que integra los espacios naturales protegidos según la Ley 6/1998, de Espacios Naturales de Aragón (Arts. 1-3).

2. Delimita las competencias de la Comunidad Autónoma de Aragón en materia de Residuos y establece la relación de esta administración con las entidades locales competentes en este ámbito (Arts. 4 y 5).

3. Se modifica la Ley 23/2003, de creación del **Instituto Aragonés de Gestión Ambiental** modificando el apartado 5 de la Ley y se modifican los anexos I y II de la misma donde se establece la normativa aplicable por cada ámbito material relacionado con la gestión del medio ambiente, así como los Órganos de la administración aragonesa competentes para resolver los expedientes de cada ámbito, el plazo del procedimiento y el carácter del silencio.

4. Delimitación del régimen del personal de las comarcas destinados a la protección del medio ambiente.

2.- NORMATIVA EN PREPARACIÓN

• En la Unión Europea

Como preámbulo de la presentación de la tabla de normativa en preparación, pasamos a realizar una breve definición de los instrumentos normativos más comunes utilizados en la **Unión Europea**, al objeto de que el Lector disponga de la información adecuada:

1. **Directivas:** Es la disposición comunitaria que obliga al Estado Miembro destinatario a trasponer a su derecho interno el contenido de la norma, dejando de mano de las Autoridades nacionales la elección de la forma y los medios.

2. **Reglamento:** Disposición comunitaria que tiene un alcance general, siendo obligatoria en todo su contenido y directamente aplicable en todos los Estados Miembros sin necesidad de trasposición.

3. **Decisión:** Disposición comunitaria obligatoria en todos sus elementos y dirigida bien a particulares o bien a Estados, con un alcance menor que el Reglamento.

En cualquier caso, la presente información será publicada periódicamente en DYNA en la medida en que haya novedades respecto a la publicación de nueva normativa europea.

3. ACONTECIMIENTOS Y DOCUMENTOS DE INTERÉS

1.- Informe de Ventas de Energía del Régimen Especial

La **Comisión Nacional de Energía** ha elaborado recientemente el Informe sobre el estado de la Venta anual de la energía de Régimen Especial, que realiza un análisis de la situación de la venta de energías renovables en el último año. De esta forma, el informe determina que la venta anual de energías renovables y cogeneración se ha multiplicado por más de 10 en el periodo 1993-2003, habiendo descendido el precio de venta del mismo en un 11%.

Nº	Norma en elaboración	Fecha del último Borrador	Enlace
1	Directiva por la que se definen las obligaciones básicas y los principios generales en el ámbito de la seguridad de las instalaciones nucleares	30-01-2003	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0032es01.pdf
2	Directiva relativa a la gestión del combustible nuclear gastado y los residuos radioactivos	30-01-2003	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0032es01.pdf
3	Directiva sobre la contaminación procedente de buques y la introducción de sanciones, incluso de carácter penal, para los delitos de contaminación	05-03-2003	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0092es01.pdf
4	Directiva sobre la gestión de los residuos de las industrias extractivas	02-06-2003	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0319es01.pdf
5	Reglamento relativo al traslado de residuos	30-06-2003	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0379es01.pdf
6	Reglamento sobre determinados gases fluorados de efecto invernadero	11-08-2003	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0492es01.pdf
7	Directiva sobre la protección de las aguas subterráneas de la contaminación	19-09-2003	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0550es01.pdf
8	Directiva relativa a las pilas y acumuladores y a las pilas y acumuladores usados	24-11-2003	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0723es01.pdf
9	Directiva relativa a los Residuos	27-11-2003	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0731es01.pdf
10	Directiva sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos	10-12-2003	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0739es01.pdf
11	Directiva relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la comunidad	07-01-2004	http://europa.eu.int/eur-lex/es/com/pdf/2003/com2003_0847es01.pdf

Los datos generales determinan que la venta de energía alcanzó los 42.139 GW en 2003 con una potencia instalada de 14.903 MW, siendo las cifras de 2003, 4.014 GWh y 1.582 MW de potencia instalada. Por Comunidades Autónomas y respecto al precio de venta, el precio más alto corresponde a Extremadura y a La Rioja, siendo el más bajo el correspondiente a Cantabria, Asturias y Murcia.

Comunidad Autónoma	Precio del kWh (Céntimos de € por kWh)
Cantabria	5,208
Asturias	5,208
Murcia	5,777
Andalucía	5,932
Madrid	6,022
Cataluña	6,027
Castilla la Mancha	6,458
País Vasco	6,597
La Rioja	6,693
Extremadura	7,266

Respecto a la potencia instalada, Galicia es la comunidad con mayor índice de potencia disponible así como con mayor índice de ventas, seguido de Aragón y Cataluña. En el extremo opuesto están Extremadura, La Rioja y Asturias, que, junto con Madrid, son las que menos producen y venden. A continuación pasamos a detallar algunos datos reflejados en el Informe:

II.- El Sistema de Comercio de Emisiones entra en vigor en 2005

El pasado 1 de enero ha entrado en vigor el sistema de Comercio de Emisiones, lo que permite a 25 países de la Unión Europea cumplir con los compromisos adquiridos respecto del Protocolo de Kioto. El compromiso de la Unión Europea (reducir sus emisiones en un 8% para el periodo 2008-2012, respecto de las de 1990), permitirá a las empresas comerciar con los derechos de emisión que han obtenido, reduciendo sus emisiones y vendiendo el excedente a terceras empresas.

Comunidad Autónoma	Potencia Instalada (MW)	Ventas (GWh)
Galicia	2.726	6.770
Aragón	1.720	4.489
Cataluña	1.707	6.008
Andalucía	1.178	5.536
Madrid	404	1.177
Asturias	350	1.136
La Rioja	343	687
Extremadura	32	73

Respecto a España, la Unión Europea exige que en los próximos meses se incluyan entre las instalaciones afectadas a aquellas empresas que, aún no estando conectadas a la red eléctrica nacional, sean responsables de entre el 3 y el 4% de las emisiones de gases de efecto invernadero. El Plan Nacional de Asignación aprobado establece como

objetivo una estabilización de las emisiones con una ligera reducción (1,2%) de CO₂, dejando para el siguiente periodo los recortes necesarios para cumplir con Kioto.

Independientemente de la modificaciones a introducir por parte del Estado español, quedan todavía por aprobar los Planes nacionales de países como Polonia, Italia, Grecia y república Checa.

Asimismo, conviene recordar, respecto al Protocolo de Kioto, que la anunciada ratificación por parte de Rusia no ha sido secundada por países como EE.UU, Australia, China o India.

III.-Feria Internacional de Energía y Medio Ambiente:

Durante los próximos días 23 a 25 de febrero se celebrará en Madrid, en el complejo IFEMA, la Feria sobre Energía y Medio Ambiente Genera 2005. Se darán cita los diferentes sectores relacionados con la explotación, distribución, tecnología y servicios de energía, con un enfoque especial en relación a la preocupación por la eficiencia energética y el respeto al medio ambiente.

Se dará un tratamiento especial al ámbito de las energías renovables, la evolución en los últimos años de este tipo de energía, nuevas fórmulas de generación y un análisis del coste beneficio del uso de las mismas.

Para más información, acudir a la página web: www.genera.ifema.es

IV.-Recharge: Reciclado de baterías y pilas

Diversos fabricantes de pilas y empresas de recogida y reciclado han creado la Asociación Recharge, con el objetivo de impulsar el reciclado de baterías, introducir la implantación de pilas recargables y sensibilizar al consumidor.

Las Empresas participantes han confirmado que el objetivo de la Asociación es triple:

- Simplificar la recogida y reciclado de pilas.
- Formar al consumidor sobre la ventajas de las baterías y pilas recargables.
- Unificar la actuación de fabricantes, distribuidores y organizaciones de recogida y reciclado.

Recharge, pretende incrementar las tasas de recogida y reciclado, promocionando el uso de material recargable, obteniendo con ello un notable ahorro de recursos. La Asociación determina que mientras que una batería recargable tiene una vida útil de siete años, una batería de uso tradicional apenas llega a dos años.

4. SERVICIO DE DOCUMENTACIÓN Y CONSULTAS

Con el fin de ampliar la información publicada en esta Sección, se ofrece la posibilidad de establecer una relación directa del Lector con el equipo de especialistas a fin de aclarar las dudas que se presenten en relación con su contenido.

Para ello, se pueden dirigir a la dirección de correo electrónico siguiente: dyna@coiib.es de la revista DYNA o a nuestra página web <http://www.mas-abogados.com>, (sección contactar). En ellas, también se podrán solicitar los textos completos de las normativas comentadas en esta Sección. ■

$m-c^2 =$ energía hoy

www.eve.es

Colaboración de



EVE | Ente Vasco de la Energía

ENERGÍAS RENOVABLES

PLAN DE ACCIÓN PARA EL DESARROLLO DEL SUMINISTRO DE **BIOMASA**

Con el fin de crear un mercado de los residuos de biomasa forestal y de biomasa agrícola leñosa, prácticamente inexistente en el País Vasco, la empresa FERALAVA ha considerado imprescindible la puesta en marcha de un plan de acción que permita un adecuado suministro de biomasa.

La empresa

Fomento de Energías Renovables de Álava, S.A. (FERALAVA) es una Sociedad constituida en 1997 que tiene por objeto el aprovechamiento energético de la biomasa. En la misma participan las empresas FIRSA, LANTEC, IDAE y EVE.

FERALAVA tiene prevista la construcción, en el municipio de Lantarón (Alava), de una planta para producción de electricidad a partir de biomasa forestal de 22 MW de potencia. La producción prevista es de 174.000 MWh / año equivalente al 51% del consumo de electricidad del sector doméstico de Álava y al 7% del País Vasco. Para su funcionamiento normal, la planta de FERALAVA va a consumir anualmente 550 millones de termias lo que equivale a alrededor de 200.000 t / año de biomasa. La planta tendrá un coste aproximado de 40 millones de euros.

Necesidad del Plan

Las características de la Planta que FERALAVA construirá en Lantarón la hacen ser la primera y única en todo el Estado. Esto hace que la información existente relativa al comportamiento de la biomasa durante su manejo, transporte y posterior valorización sea limitada y, en general, basada en experiencias realizadas en países escandinavos. Obviamente, las informaciones relativas al aprovechamiento de los residuos forestales en Fin-



landia y Suecia, se refieren a explotaciones tipo de estos países, es decir montes de grandes extensiones, en general llanos y de fácil accesibilidad y con especies diferentes a los existentes en nuestro entorno.

Dada la escasez de información fiable que encuentran los agentes del sector forestal y agrícola en lo relacionado con los costes e ingresos en los que pueden incurrir al dedicarse a la explotación de este nuevo mercado, esta empresa ha puesto en marcha un plan de acción para el desarrollo del suministro de biomasa.

Este plan incidirá en todos los aspectos que tengan influencia en el análisis final de la rentabilidad de los trabajos a realizar en la recolección y suministro de biomasa. Los datos y resultados finales podrán ser utilizados como manual de aprendizaje por las distintas empresas que quieran acercarse al proyecto. Los estudios tendrán lugar tanto en parcelas del País Vasco como en las de provincias colindantes. Las parcelas serán de diferentes especies, preferentemente de los cultivos de pino, eucalipto, chopo y los residuos de viñedos.

Para el desarrollo del plan previsto se ha comprado una máquina empacadora y se ha puesto en funcionamiento con una empresa forestal independiente que la utilizará de manera continua y rutinaria. El seguimiento y la recogida de los datos, así como la evaluación de los rendimientos obtenidos en las distintas parcelas y con las diferentes especies, serán realizados por técnicos también independientes. ■



2005: VUELVEN LAS TARIFAS ELÉCTRICAS

Como todos los años, el cierre de los últimos días del ejercicio legislativo de 2004 trajo consigo la aprobación del Decreto de tarifas, hecho éste que, por más de ser conocido y esperado, no deja de sorprendernos. Se soportan, como es habitual, en una interminable relación de leyes, decretos, órdenes, costes reconocidos, retribuciones, etc.

La factura eléctrica 2005 crece por debajo del IPC y para el cliente doméstico se incrementa el 1,74%, mientras que para el resto de consumidores sube el 1,61%.

Se incrementan los precios de venta de energía de las instalaciones de régimen especial, acogidas al RD 2366, el 1,71%, y se modifican las primas de venta de energía para instalaciones acogidas al RD 2818. También se actualizan los valores correspondientes al RD 436.

Criterios en las nuevas tarifas

La aprobación del correspondiente a las tarifas eléctricas 2005 nos deja un agri dulce sabor de boca atendiendo a la diferenciación que claramente establece entre las correspondientes al régimen ordinario y las de régimen especial. El cálculo de la formación de la tarifa se realiza aplicando la metodología en vigor actualmente (RD1432/2002), en la cual se destaca y se ha tenido en cuenta, además de los costes ya reconocidos en 2004, y actualizados, las siguientes variables:

- El incremento esperado de la energía generada por el Régimen Especial, para 2005, que sería del 12,1%, previniéndose superar el 20,5% de la demanda total esperada para el año.

- El posible efecto derivado de la internalización por las empresas de los costes del *Plan Nacional de Asignación de Emisiones* (PNA).

- La próxima modificación normativa consecuencia de la nueva regulación de los sistemas eléctricos insulares y extra-peninsulares, que permitirán una liberalización en condiciones similares a la península.

Hay que recordar que el RD1432 fijaba los límites máximos de tal forma que, si la evolución de los diferentes parámetros que incorpora resultara positiva, la subida nunca superará el 2 %. Por tercer año consecutivo, y en aplicación de la metodología que se establecía a propuesta del **Ministerio de Industria**, las tarifas eléctricas para 2005 se modifican, según Real Decreto 2392 de 30 de diciembre (BOE nº 315 de 31 de diciembre de 2004). La evolución histórica de los costes de las tarifas de régimen ordinario en los últimos años recoge una paulatina disminución, que en términos equivalentes supone para el sector una reducción aproximada al 50%. El Real

Decreto 2392/2004 establece el incremento promedio de la tarifa media o de referencia para la venta de energía eléctrica, para 2005, fijándose en un 1,71 % sobre las que entraron en vigor el 1 de enero de 2004, dejando ésta en 7,3304 c€/kWh, así como su aplicación a la estructura de tarifas vigentes, la cuantía destinada para 2005 a las actividades reguladas y las cuotas destinadas a satisfacer los costes permanentes, los costes por diversificación y seguridad de abastecimiento, las exenciones de dichas cuotas para determinados distribuidores, y la aplicación de las tarifas a dichos distribuidores.

Se aprueban partidas adicionales para mejorar de la calidad del servicio eléctrico y programas nacionales de incentivación de la gestión de la demanda, para que las empresas eléctricas en colaboración con los agentes desarrollen actuaciones que contribuyan a la eficiencia y el ahorro energético.

Implicaciones para el régimen especial

La situación del régimen especial (renovables, cogeneración, residuos y su tratamiento) es otra, diferenciándose igualmente dependiendo del sistema al que se encuentren acogidos.

- Se actualizan las tarifas, precios e incentivos automáticamente, con el valor y evolución de la tarifa media de referencia, para instalaciones acogidas al nuevo régimen establecido en el RD436.

- Las instalaciones acogidas a la disposición transitoria 1ª del RD436 (RD2366/94) se modifican de acuerdo con la variación media de las tarifas, incrementándose para todos los tipos el 1,71%.

- Las instalaciones acogidas a la disposición transitoria 2ª del RD436 (RD2818/98), actualizadas según el procedimiento establecido da como resultado una importante reducción en sus primas, reducción que iría desde el 10,5% en la correspondiente al grupo b.3 hasta el 34,7% en la prima correspondiente al grupo d.3.

- Se destaca, por otra parte, que las cogeneraciones clasificadas como tipos a.1 y a.2, que utilicen como combustible fuelóleo, y las del grupo d, tipo d.1 (tratamiento de purines de cerdo) se actualizan respecto a los valores determinados unos días antes por el RD 2551/2004 de 23 de diciembre, que, además de modificar el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas, compensaba el varapalo que ésta tipología de plantas sufrió durante 2004.

A la vista de estos valores resulta evidente que plantas que consuman gas natural y/o las que utilicen energías renovables, que aún mantengan el régimen transitorio del RD 2818, deberán plantearse a la mayor brevedad el paso al nuevo RD 436. ■

ESCENARIO AVANZADO DE ENERGÍAS RENOVABLES AL HORIZONTE 2040

EREC-European Renewable Energy Council es una organización que engloba a la industria y a la investigación europeas en los sectores de la energía fotovoltaica, pequeña hidráulica, biomasa, solar térmica y eólica. En un estudio reciente, este Organismo afirma que, a largo plazo, las renovables dominarán la demanda de energía mundial por una razón sencilla: no hay otra alternativa.

Contribución futura de las renovables

La pregunta es ¿cómo de lejos estamos de esa situación?

Según este estudio, sería posible alcanzar un suministro del 50% del consumo mundial de energía en 2040 (es decir, unos 6.350 millones de toneladas equivalentes de petróleo) mediante la utilización de las energías renovables, si existiesen unas políticas decididas y avanzadas en la mayor parte de los países. Pero, incluso sin estas políticas, se llegaría en dicho año al 27% del suministro energético mundial.

El escenario de previsiones de evolución futura de la demanda energética mundial está basado en los estudios realizados por el **International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA** - Austria, que establece un crecimiento del 2,8% anual hasta 2010 y del 2,6%, el 2,0% y el 1,5% en las décadas siguientes.

Perspectivas de crecimiento de los distintos tipos de recursos renovables

A la cifra del 50% en 2040 se llegaría mediante distintos aumentos de los diferentes tipos de recursos. Para la bio-

masa, los crecimientos de consumo serán moderados (entre el 2 y el 3% anual); la biomasa es y seguirá siendo la renovable más empleada. Mientras se prevé un fuerte crecimiento de la pequeña hidroeléctrica (entre el 6 y el 10% anual, en todo el periodo) serán muy pequeños los incrementos de la gran hidroeléctrica, del 2% anual hasta 2010 y progresivamente menores hasta 2040. Por su parte, la energía eólica, que ha crecido a tasas superiores al 30% anual en los últimos años, mantendrá tasas superiores al 20% hasta 2020, del 7% en la década siguiente y del 2% en la posterior. En energía solar, el potencial de crecimiento de la fotovoltaica es enorme, y por ello mantendrá ritmos superiores al 25% anual hasta 2030. La energía solar térmica crecerá a un ritmo alrededor del 15% hasta 2030 y del 7% en la década siguiente. Una mayor eficiencia reducirá las necesidades térmicas de los edificios. La electricidad solar térmica, la geotérmica y la energía del mar tendrán también un papel relevante en el futuro.

Energías renovables y suministro eléctrico

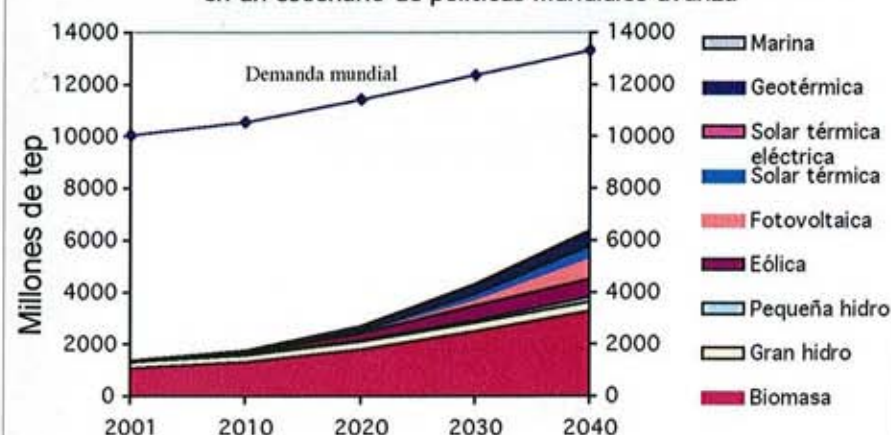
Los análisis realizados indican que en cuanto a la demanda eléctrica mundial, mediante el aprovechamiento de las energías renovables se podrían alcanzar casi los 30.000 TWh en 2040. Es decir, esto supondría un 82% del suministro eléctrico en esa fecha, dominando el panorama de generación eléctrica.

Principales medidas de política energética

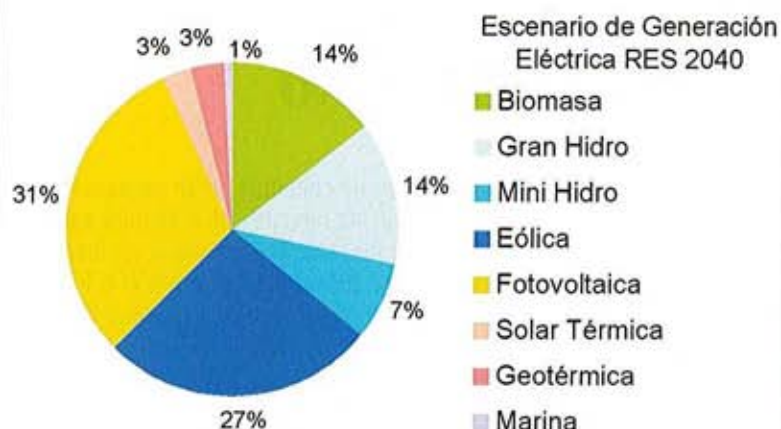
Para alcanzar estos objetivos sería preciso que se aplicasen entre otras las siguientes medidas de promoción y potenciación de las energías renovables:

- Establecimiento de objetivos de consumo de energías renovables que sean legalmente vinculantes.
- Concienciación ciudadana respecto a la necesidad de las energías renovables.
- Más énfasis en las energías renovables en las políticas de desarrollo.
- Soporte por parte de las instituciones financieras internacionales tales como el **Banco Mundial**.

Contribución de las renovables en un escenario de políticas mundiales avanza



EFICIENCIA ENERGÉTICA



- Eliminación de los subsidios a las energías convencionales para que las renovables sean más competitivas.

- Aumento importante de las inversiones en el campo de la Investigación y Desarrollo para que se pueda acelerar el cambio.

- Cumplimiento del *Protocolo de Kioto* y acuerdos más exigentes sobre los nuevos objetivos posteriores, con las renovables como prioridad para los proyectos de desarrollo limpio. ■

CONCURSO



CONCURSO PARA EL SORTEO DE PAQUETES DEL PROGRAMA "FineReader 7.0 Professional" OFRECIDOS POR OUTSOURCE, S.L.

Realizado el sorteo de estos tres Programas, han resultado premiados los concursantes:

D. Alfonso Muñoz Ruiz

Colegio de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental

D. Carlos Orland Escames

Colegio de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental

D. Ignacio Elorduy Uribarri

Colegio de Ingenieros Industriales de Bizkaia

ARCER IDENTIFICARÁ TODOS SUS PRODUCTOS EN 2005

Los aceros tipo B 500 S dejarán de estar contemplados por esta marca

A partir del pasado 1 de enero de 2005, la marca **ARCER** de aceros para hormigón ha comenzado a identificar con su sello corporativo todos los productos englobados en la misma. De este modo se van a grabar las barras corrugadas con la palabra **ARCER**, con el fin de mejorar la identificación y la trazabilidad de estos productos. El sistema elegido consiste en la sustitución de cinco corrugas consecutivas por cada una de las letras de la palabra **ARCER**. Esta sustitución se lleva a cabo en el lado opuesto al utilizado para la identificación del país y fabricante.

Por otro lado, la marca **ARCER** ha dejado de amparar a los aceros del tipo B 500 S, centrándose exclusivamente en los aceros soldables de alta ductilidad por ser los de mayor prestación y los más avanzados en estos momentos. En consecuencia, la producción de este tipo de acero quedará sustituida por la del acero B 500 SD.

Los productos irán acompañados de nuevas etiquetas y una nueva documentación en la que se incluirá el diagrama característico tensión-deformación garantizado para estos



aceros, que podrá utilizarse directamente como dato de proyecto.

Éstas y otras novedades serán presentadas en diversas Jornadas Técnicas que se van a celebrar en las principales ciudades españolas durante los primeros meses del año.

Estas novedades, que se han materializado el pasado 1 de enero, se han adoptado por la diferencia existente con otros aceros presentes en el mercado español.

ARCER es una prestigiosa marca española de aceros para hormigón, caracterizada por los programas de I + D que realiza sobre sus productos, los cuales ofrecen al consumidor, además de calidad, compromiso, innovación y prestación.

- Compromiso con el usuario, garantizando las prestaciones de los aceros mediante un seguro de responsabilidad civil que cubre cualquier posible fallo que pudiese producirse.

- Innovación constante, fruto de los trabajos de I + D desarrollados

por la propia marca, a través de estudios específicos en los que participan los fabricantes, así como prestigiosos Laboratorios y Centros de investigación.

- Prestaciones superiores a las de otros productos similares.

Los fabricantes que se integran en esta marca (que representan algo más del 85% de los aceros para hormigón consumidos en España) se comprometen a participar en los ensayos de investigación llevados a cabo y a implantar en su producción las innovaciones que se van poniendo a punto. El resultado obtenido son unos productos con unas prestaciones superiores a las establecidas por la normativa y la reglamentación oficial aplicable, lo que redundará en una mayor seguridad de las estructuras, a igualdad de todos los demás factores.

El calendario previsto es el siguiente:

Madrid	3 de febrero
Bilbao	1 de marzo
Don Benito	17 de marzo (en coincidencia con la <i>Feria Ibérica de la Construcción</i>)
Barcelona	13 de abril (en coincidencia con <i>Construmat</i>)
La Coruña	Mayo (fecha a confirmar)
Sevilla	Junio (fecha a confirmar)
Valencia	Junio (fecha a confirmar)

Para más información dirigirse a:
Instituto para la Promoción de Armaduras Certificadas (IPAC)

C/ Orense, 58 10º D - 28020 Madrid

Tlf.: 91 556 76 98

<http://www.arcer.es>

E-Mail: buzon@arcer.es



¿QUÉ ES LA IAI?

La IAI (*International Alliance for Interoperability*, <http://www.iai-international.org>) es un Organismo internacional, sin ánimo de lucro y constituido por miembros de todo el mundo de diferentes perfiles: fabricantes de software, entre los que destacan los de CAD (*Autodesk, Visio...*), empresas de Ingeniería, Construcción y fabricantes de materiales (*Taylor Woodrow, etc.*) Universidades y Centros tecnológicos relacionados con el sector de la Construcción (*CSTB, BRE, Universidad de Salford,...*), etc. Se organiza en Capítulos por zonas geográficas (Norteamérica, Gran Bretaña, Escandinavia...). Recientemente se ha creado el Capítulo Ibérico (Ver más adelante)

La misión de la IAI es hacer posible la interoperabilidad entre distintas aplicaciones de software del entorno de la Construcción (diseño CAD, cálculos de presupuestos, cálculos térmicos, acústicos y de eficiencia energética, gestión,...), de forma que la información generada en una etapa del proceso constructivo pueda ser reutilizada en etapas posteriores sin tener que volver a regenerarla de forma manual. Por ejemplo, el diseño arquitectónico del edificio sería aprovechado de forma automática por el paquete de cálculo de estructuras, de forma que automáticamente se localicen los elementos estructurales para iniciar el proceso.

Para dicho fin, la IAI ha definido el estándar IFC, que es un formato de

datos que abarca la información relativa a un edificio durante todo su ciclo de vida. Además de la información puramente geométrica, comprende información sobre consumos energéticos, acústica, costes, utilización de espacios... y puede ser compartida por múltiples aplicaciones. Es un modelo de datos abierto que actualmente se encuentra en proceso de homologación como estándar ISO (ISO/PAS 16739). Muchas de las empresas de software que participan en la IAI, como *Autodesk*, ya dan soporte a IFC mediante sus productos (*Autodesk Architectural Desktop, etc.*)

El Capítulo Ibérico está constituido por la **Fundación LABEIN** (Centro Tecnológico sin ánimo de lucro del País Vasco), **AIDICO** (Instituto Tecnológico de la Construcción, en Valencia) y **UNINOVA** (Instituto de Nuevas Tecnologías de Portugal, muy próximo a la Universidad Nueva de Lisboa). La vocación es que vayan incorporando nuevos miembros.

Los objetivos del Capítulo Ibérico son desarrollar las siguientes actividades en España y Portugal:

- a) Promover, coordinar y desarrollar actividades en el campo de la mejora de procesos y compartición de información en el sector de la Construcción y servicios asociados.
- b) Favorecer el intercambio de información y experiencia entre los profesionales del sector.
- c) Relacionarse con otras Organizaciones internacionales afines, en

especial con la **IAI International** el resto de *Chapters* asociados.

d) Difundir información sobre la mejora de procesos de compartición de información en el sector de la Construcción y servicios asociados.

e) Crear Comités y grupos de trabajo especializados en campos específicos como, por ejemplo, climatización, estructuras de hormigón armado, etc.

f) Promover los contactos con la **IAI International** y el resto de *Chapters* asociados en orden a la consecución de estos fines.

Jornada sobre "Interoperabilidad de aplicaciones informáticas en la Construcción"

Relacionado con lo expuesto, el **Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM)** va a organizar una Jornada sobre "Interoperabilidad de aplicaciones informáticas en la Construcción" el 25 de febrero de 9:00 a 14:00. Se trata de un foro de debate donde se pretende difundir al Sector Construcción información sobre la problemática de la interoperabilidad entre aplicaciones y una presentación del modelo de datos IFC (beneficios que proporciona, estado actual, campos que cubre, aplicaciones que lo soportan, evolución futura, experiencias...).

La Jornada se llevará a cabo en el Salón de Actos del COIIM (C/ Hernán Cortés 13, 28004 Madrid). ■

JORNADA SOBRE INTEROPERABILIDAD DE APLICACIONES INFORMÁTICAS EN LA CONSTRUCCIÓN

Por LABEIN-Tecnalia

FECHA: 25 de febrero de 2005

HORA: 19:00 horas

LUGAR: **Salón de Actos del C.O.I.I.M.** (Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid) C/ Hernán Cortés, 13, 28004 Madrid

OBJETIVO:

DIRIGIDO A:

PROGRAMA:

PONENTE:

INSCRIPCIÓN

ASISTENCIA LIBRE previa inscripción mediante el envío de este boletín por alguna de las siguientes vías: Fax: 91 524 09 33, correo-e: cursos@coiim.es

Nombre.....Apellidos.....
 Nº Colegiado.....Empresa.....
 Tel.....Profesión.....
 Dirección.....
 C.P.....Ciudad.....Provincia.....

Nota: Debido a las pocas plazas de aparcamiento de las que dispone el garaje del Colegio, se ruega no utilizarlo.

MURCIA ACOGERÁ EL CONGRESO NACIONAL SOBRE LAS ENERGÍAS RENOVABLES (CONEERR2005)

La Agencia de Gestión de Energía de la Región de Murcia (**ARGEM**) entidad dependiente de la Consejería de Economía Industria e Innovación de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia está organizando junto al Centro Educativo de Medio Ambiente de la Caja de Ahorros del Mediterráneo (**CEMACAM-Torreguill**) el "Congreso Nacional sobre las Energías Renovables: claves para el siglo XXI", que tendrá lugar en las instalaciones del citado Centro del 4 al 7 del próximo octubre.

El evento constituirá un punto de encuentro para todos los profesionales, investigadores, comunicadores y, en general, interesados en cualquiera de los campos temáticos contemplados en el desarrollo del Congreso.

Los cinco sectores temáticos que se han definido son los siguientes:

- 1- Agricultura, Ganadería y Pesca.
- 2- Industria.
- 3- Residencial y Servicios.
- 4- Automoción y Transporte de Mercancías.
- 5- Medio Ambiente y Comunicación.

El Congreso pretende exponer las líneas de Investigación y Desarrollo tecnológico que fabricantes e investigadores están llevando a cabo en la actualidad, tendentes a mejorar la tecnología y a la disminución de sus costes, con la mejora de materiales y técnicas más eficientes.

La Organización ha abierto el plazo para empezar a recibir las comunicaciones, que deberán presentarse resumidas en formato Word o compatible y se enviarán a la Secretaría del Congreso por correo electrónico (coneerr2005@argem.regionmurcia.net).

No se extenderán en más de 300 palabras, indicándose al final del resumen el sector temático en el que se inscriben y expresando con claridad la finalidad, los resultados y conclusiones del trabajo.

El calendario previsto es el siguiente:

- Fecha límite para la presentación de resúmenes: 28 de febrero.

- Petición de los trabajos: 30 de abril.

- Fecha límite para la presentación de trabajos completos: 31 de mayo.

- Aceptación definitiva de trabajos: 15 de julio.

Con el fin de incentivar la concurrencia de comunicaciones, se han establecido cinco Premios, uno por cada campo sector, con una dotación económica de 2.000 euros cada uno. ■

EXPORTACIÓN DE EXPERIENCIA HIDRÁULICA

El Organismo público encargado de la gestión y conservación de los 3.220 kilómetros de vías navegables del Reino Unido (ríos y canales, además de las presas y embalses), va a exportar a Extremo Oriente su experiencia en la regeneración de estas vías. El éxito de los imaginativos programas de **British Waterways** (BW) que han tenido ventajas económicas, sociales y ecológicas para muchas zonas del Reino Unido y sus habitantes, ha sido reconocido por muchos países que quieren aprovechar mejor sus ríos y canales. El Organismo británico ha formado la primera empresa mixta con la Compañía malaya **Anggun Perkasa** para ofrecer sus servicios en el Sureste Asiático.

El Gobierno malayo se ha comprometido a invertir más de 150 millones de euros en un período de cinco a ocho años para regenerar diversas vías fluviales de la región por lo que necesita el asesoramiento de expertos internacionales.

En la India, BW ha sido elegido

por la **West Bengal Industrial Development Corp.** para realizar un estudio de viabilidad de rehabilitación del sistema North Canal en Calcuta. Este canal de 43 km es uno de los muchos construidos en el siglo XIX para el drenaje, el riego y la navegación. El Gobierno de Bengala Occidental quiere regenerar la parte norte de la ciudad y considera que el canal es muy importante para ese plan.

Este canal no se utiliza actualmente y en sus orillas se han instalado unos 80.000 habitantes. Las primeras investigaciones realizadas indican que el canal podría experimentar un cambio espectacular. Una de las posibles mejoras estudiadas es un sistema de transporte a alta velocidad que llevaría desde Calcuta hasta una zona situada a unos 10 km y que transportaría a unos 47.000 pasajeros diarios, ayudando a aliviar los graves problemas de transporte.



Ejemplo típico de los muchos canales de Malasia en curso de rehabilitación

También se podría crear un servicio de taxis acuáticos.

BW ha catalizado más de 2.000 millones de libras de inversión en la regeneración de ríos y canales británicos creando más de 20.000 puestos de trabajo en la última década. Como organismo público dependiente del **Ministerio de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales**, adopta un enfoque empresarial en sus acciones. Ya colabora con distintos organismos privados, ha creado un plan de colaboración con la empresa de telecomunicaciones **British Telecom**. En 2002 BW y sus colaboradores rehabilitaron 320 nuevos kilómetros de ríos y canales. ■

TECNOLOGÍAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS URBANOS

Francia está desarrollando nuevas alternativas a la incineración y al enterramiento de las basuras caseras. Tanto la metanización de los residuos orgánicos como la selección mecánica de los materiales de envasado están consideradas como soluciones prometedoras desde los puntos de vista de la protección medioambiental y económico.

En el tratamiento de las basuras domésticas, Francia ha dado preferencia en los diez últimos años a la incineración con recuperación energética en forma de calor o de electricidad. Ahora busca nuevas alternativas encaminadas a cumplir mejor con las especificaciones y exigencias medioambientales (lucha contra el efecto invernadero y rehabilitación de suelos).

Metanización y compost de calidad

La Ingeniería **Valorga International** de Montpellier está desarrollando un método de metanización que produce *compost* y biogás en un ciclo de sólo algunas semanas. El método se distingue por su aptitud para tratar las basuras domésticas residuales (aparte de los materiales de envasado) y no solamente los bioresiduos (residuos de jardín y sobras de cocina), obteniendo al final un *compost* de alta calidad y buen aspecto. Después de algunos problemas mecánicos en el momento de la puesta en servicio, el método se ha ganado la confianza de alcaldes y autoridades públicas.

Como ejemplo, la instalación de Varennes-Jarcy, en el sur de París, tratará 70.000 t de basuras domésticas residuales así como 30.000 t de bioresiduos. De estos residuos, se eliminarán los indeseables (plásticos, vidrio, piedras, etc.), o sea alrededor de 20.000 t.

Al terminar la metanización, se recuperarán 40.000 toneladas de *compost* y 11 millones de m³ de gas, equivalente a 14.000 MWhe. La inversión total en Ingeniería ascendió a 10 millones de euros.

En total, una instalación completa de selección, metanización y *compostación* es aproximadamente el 50% más barata que una central de incineración de capacidad equivalente. El coste de explotación es asimismo de un 30 a un 40% menos, alrededor de los 70 euros/t. Por otra parte, la combinación de una metanización y una *compostación* final al aire libre permite obtener un *compost* de calidad agrícola en la tercera parte del tiempo aproximadamente que una instalación de *compostación* sólo con una superficie tres veces menor. ■

INDUSTRIE LYON 2005 (8 - 11 de marzo - Eurexpo)

Tras la supresión definitiva de la edición del *Mundial de la Máquina herramienta* en Francia, el sector francés de la producción de Bienes de equipo (mecánica, máquinas herramienta, transformación de los metales...) necesitaba contar con una gran cita de la profesión durante los años impares, de forma que alternara con *Industrie Paris*, que se celebra en los años pares.

Con dimensión internacional, organizado por *Exposium*, líder de los Salones profesionales franceses, se celebrará en el Departamento de Rhône Alpes, en la primera región mecánica de Francia.

El hecho de que el Salón *Industrie Lyon* reúna todos los equipamientos,

así como los productos y servicios que intervienen en todo proceso industrial, responderá a los deseos de los visitantes que se encuentren en constante búsqueda de mejorar su productividad y de innovaciones al permitirles encontrar, en una sola visita y bajo un mismo sello, una oferta exhaustiva de soluciones para diseñar, producir y equipar. *Industrie Lyon* constituirá un acontecimiento de pleno derecho con su propia dinámica y sus propias animaciones.

El Salón se compondrá de 800 expositores en 20.000 m² dedicados a recibir a 20.000 visitantes de toda Francia así como de Alemania, Bélgica, España, Italia, Maghreb y Suiza.

La integración de *Transfometal*, en conexión con *Sepelcom*, y la reciente incorporación de *Motek France* y *Control France* de acuerdo con el organizador alemán *Schall*, le otorgarán a *Industrie Lyon* un posicionamiento único en Francia en el campo de los Bienes de equipo y en años impares. La otra novedad en 2005 será la creación de *Vision Show*, la nueva cita de las tecnologías y soluciones de visión industrial, que reunirá a fabricantes de componentes e integradores.

La visión industrial es una tecnología puntera que ha sabido convertirse en indispensable en numerosos sectores donde los sistemas de producción automatizados son cada vez más sofisticados. ■

UNICEF COMITÉ ESPAÑOL

Cada día mueren 4.000 niños por falta de agua potable y sistemas de saneamiento. Esta emergencia, silenciosa e ignorada por muchos medios de comunicación, condena más vidas que las crisis de Irak y Darfur juntas. Existen soluciones sencillas y de bajo coste para este grave problema, pero en muchos casos falta la voluntad política.

Un informe conjunto de **UNICEF** y la **OMS** ha analizado los progresos realizados en la materia y advierte sobre las dramáticas consecuencias de la inactividad.

En la Cumbre del Milenio de 2000, los Estados Miembros de las **Naciones Unidas** aprobaron ocho Objetivos de Desarrollo para el Milenio (ODM). Las metas referidas al agua y al saneamiento establecen que la proporción de personas en todo el mundo que carecen de acceso al agua potable y a instalaciones de saneamiento adecuadas debe reducirse a la mitad entre 1990 y 2015. El informe "Alcanzar los ODM en materia de agua potable y saneamiento", elaborado por la **Organización Mundial de la Salud** y **UNICEF**, presenta los progresos alcanzados a medio plazo.

Los datos que ofrece dicho informe no son del todo esperanzadores, ya que, si bien se han alcanzado progresos notables en regiones concretas como India o China, las disparidades parecen aumentar en el mundo en su conjunto. Los avances logrados demuestran que el objetivo establecido por las **Naciones Unidas** en materia de agua y saneamiento es alcanzable, pero que lamentablemente la falta de compromiso político y la escasa inversión en proyectos de Desarrollo sostenible en este campo amenazan el éxito de las actividades destinadas al desarrollo.

Más de 2.600 millones de personas (lo que supone más de un 40% de la población mundial) carecen de saneamiento básico y más de 1.000 millones siguen utilizando para beber fuentes de agua no aptas para el consumo. Estas carencias afectan principalmente a las zonas rurales de África

y Asia, aunque se están detectando preocupantes retrocesos en la cobertura de servicios básicos en algunas regiones industrializadas, como es el caso de la ex Unión Soviética.

El progresivo aumento demográfico, unido a la creciente urbanización, están aumentando la disparidad entre las zonas rurales y tugurios urbanos respecto a las ciudades. Sin un compromiso político claro al respecto, la suerte de millones de personas queda abandonada a la precariedad de unas instalaciones que son insuficientes, cuando no inexistentes.

Los niños son los primeros en sufrir las terribles consecuencias de este abandono. La diarrea acaba con la vida de millones de niños cada año y las malas condiciones sanitarias y la falta de agua potable se encuentran entre las causas latentes de los 10 millones de muertes infantiles anuales que hay actualmente en el mundo.



Enfermedades tan graves como el *gusano de Guinea* o la polio se difunden rápidamente en ambientes con servicios básicos precarios. Como mínimo, la amenaza constante de éstas y otras enfermedades priva a los niños y niñas de la vitalidad que necesitan para un desarrollo físico e intelectual adecuado y en demasiados casos se producen graves secuelas como ceguera, parálisis o muerte.

La situación es incluso más grave para las niñas, ya que estas carencias

aumentan su marginación y les causan problemas de salud específicos. Si preguntáramos a cualquier persona qué puede suponer un verdadero avance para la igualdad de la mujer, la respuesta seguramente no sería "una letrina". Sin embargo, es difícil exagerar acerca del impacto negativo que la carencia de algo tan aparentemente irrelevante tiene sobre la dignidad, la salud, la educación y la igualdad de mujeres y niñas.

Por ejemplo, muchas niñas no pueden ir a la escuela porque no hay letrinas para ellas, un problema que supone un desperdicio de su potencial intelectual y económico.

A esto hay que sumar que tradicionalmente son las mujeres y las niñas las encargadas de ir en busca de agua para el consumo de la familia. Se calcula que sólo en África se pierden más de 40.000 millones de horas de trabajo debido a la necesidad de

buscar agua potable. Se estima que, por cada euro invertido en mejoras de los sistemas de agua y de saneamiento, los beneficios económicos podrían llegar hasta los 34 euros, en función del país y de la inversión realizada.

Algunas soluciones sencillas pueden salvar muchas vidas a muy bajo coste. Sólo son un primer paso, que no exime a los gobiernos de su responsabilidad en materia de suministros, pero suponen grandes avances

en la vida de muchas personas. **UNICEF** colabora con las comunidades locales para introducir mejoras significativas y sostenibles:

- Favorece y asiste en la construcción de pozos, fuentes y letrinas para las comunidades, incluyendo las escuelas.
- Educa a las familias para que incluyan hábitos de higiene básicos en el hogar.

- Promueve ante los gobiernos estatales y locales la importancia del agua y el saneamiento para la salud y les ayuda a ampliar el alcance y la efectividad de los servicios básicos.

- Da prioridad a los niños, que son los más vulnerables ante la falta de servicios.

- Trabaja en colaboración con las comunidades, especialmente con las mujeres y niños más desfavorecidos, para planificar, poner en marcha y

mantener sistemas de agua y saneamiento efectivos.

- Desempeña un papel esencial cuando el agua y el saneamiento se ven amenazados por crisis como los desastres naturales o los conflictos armados. La posibilidad de acceder a servicios de agua y saneamiento durante las emergencias puede prevenir muchas muertes y proporciona una base segura para reconstruir sus vidas tras la tragedia. ■



JORNADAS TÉCNICAS SOBRE EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DESALADORAS

Ante la nueva política del agua y las medidas aprobadas por el Gobierno español, que ha derogado el *Plan Hidrológico Nacional* del anterior ejecutivo para potenciar la desalación como nueva alternativa, el **Institute for International Research (IIR)** organizó en Madrid los días 3 y 4 de noviembre las "Primeras Jornadas técnicas sobre construcción, explotación y mantenimiento de plantas de desalación y reutilización de agua".

Fueron dos Jornadas intensivas en las que 16 expertos y siete de las experiencias prácticas más representativas compartieron y debatieron sobre las perspectivas futuras en desalación y reutilización de agua. Se plantearon aspectos como los beneficios, inconvenientes y posibilidades de estas nuevas medidas, como la influencia del emplazamiento y diseño

de desaladoras en función de la captación, uso y distribución del agua o cómo optimizar los costes de instalación y funcionamiento según el proceso utilizado.

También se trató sobre las fórmulas de financiación público-privadas, minimización del impacto medioambiental o cómo evitar los problemas asociados (el vertido de salmueras) además de conocer las posibilidades de combinación de alternativas y usos de depuración.

Las Jornadas finalizaron con el análisis de las fórmulas jurídicas para la construcción de instalaciones de desalación y reutilización; el conocimiento de las garantías de los financiadores en las concesiones de obras públicas y la actuación de las entidades financieras en los proyectos de

infraestructura hidráulica con inversión privada.

A estas Sesiones se añadieron las siete experiencias prácticas, cinco sobre instalaciones desaladoras (Carboneras, Campo de Cartagena, Javea, Curtidores de Lorca y Calafell) y la experiencia canaria, una sobre la macrodepuradora de El Prat de Llobregat y, la última, sobre las alternativas a la sobreexplotación de acuíferos de aguas subterráneas.

Manuel Fariñas, de **Pridesa**, expuso las claves del diseño, mantenimiento y costes de instalación y funcionamiento de una de las principales instalaciones españolas, la desaladora de Carboneras (120.000 m³/día actual y 240.000 m³/día en el futuro). ■

REFORMADA LA DEPURADORA ALICANTINA DE PILAR DE LA HORADADA

La Entidad de Saneamiento de Aguas Residuales (EPSAR), dependiente de la Conselleria de Infraestructuras y Transporte de la Generalitat Valenciana, ha adjudicado las obras de reforma de la depuradora de Pilar de la Horadada (Alicante), actuación en la que se invertirán 14,7 millones de euros. La actuación pretende la remodelación total de la instalación con el fin de aumentar su capacidad e implantar nuevas instalaciones y sistemas de tratamiento. En este sentido, la nueva depuradora dispondrá de tratamiento terciario, mediante el cual se dispondrá de agua depurada de calidad para su posterior reutilización en la Agricultura.

Esta actuación permitirá duplicar la capacidad de la instalación que pasará de 5.500 m³ depurados al día, hasta 8.100, en temporada baja, y de 7.500 en temporada alta, a 18.500.

Estas obras, adjudicadas por EPSAR, forman parte de las actuaciones previstas en el II Plan Director de Saneamiento, cuya inversión entre 2002 y 2008 alcanza los 1.000 millones de euros en la Comunidad Valenciana. Además, la provincia de Alicante ha registrado durante 2004 la inversión más alta en materia de depuración y saneamiento de aguas residuales.

La depuradora de Pilar de la Horadada da servicio a los 13.000 habitantes de un municipio con un aumento progresivo de la población. Actualmente, las aguas residuales procedentes de las diferentes zonas de esta población se bombean hasta la actual instalación, que cuenta con sistema de tratamiento de lagunaje.

La Entidad de Saneamiento proyecta diversas obras para mejorar la llegada de los caudales hasta la depuradora y nuevas instalaciones de desbaste, desarenado y desengrasado. Así, la reforma incluye la incorporación de un sistema de tratamiento

terciario con una desinfección de las aguas tratadas mediante rayos ultravioletas. La nueva depuradora dispondrá también de una línea de tratamiento de fangos en la que se llevará a cabo la deshidratación y secado de los mismos para su mejor almacenamiento y gestión. Además, las obras proyectadas también incluyen la construcción de los respectivos edificios de pretratamiento, tratamiento terciario y de transformación, así como de un edificio de control y la urbanización general de la instalación.

El plan de saneamiento señala también la construcción de seis instalaciones depuradoras en municipios que, como es el caso de la franja cos-

a los municipios que circundan la capital del Turia. Será la ampliación de la estación de Pinedo la que permita poner a disposición de los regantes 95 hm³ de agua al año.

A este volumen reutilizable hay que sumar el agua depurada procedente de una nueva instalación, que se construirá en Paterna, y que tratará unos 32.000 m³ de residuos al día.

Dentro de este plan para el área metropolitana de Valencia, ya se están ejecutando las obras en la depuradora del Carraixet (Alboraya) para ampliar en un 60% su capacidad actual. Parte del agua tratada, por un novedoso sistema de rayos ultravioleta, será apta para su uso en campos de cultivo anexos a la acequia de Rascanya.

Otros 50 hm³ de agua se recuperarán para la Agricultura gracias a las actuaciones previstas en los dos planes de reutilización de la Marina y el Vinalopé y Alacantí. Para ello, Infraestructuras invertirá más de 29 millones de euros en la instalación de un tratamiento terciario y de desalación en las instalaciones de Rincón de León y Benidorm que reduzca el índice

de salinidad del agua.

No es la única intervención prevista en Alicante. El Consell ha diseñado un plan de ampliación de la red de saneamiento del área metropolitana. Infraestructuras destinará más de 125 millones en duplicar la capacidad actual de depuración en los sistemas de Rincón de León y Monte Orgegia. Las aguas depuradas pueden llegar a 233.000 m³ diarios en 2014 para atender la demanda que se concentra en la zona.

Las obras planificadas se estructuran en cuatro fases: construcción de la nueva depuradora Alacantí norte con capacidad para 30.000 m³/día; una segunda Alacantí sur (entre Alicante y San Vicente del Raspeig), que tratará 50.000 m³ diarios y ampliación de las depuradoras actuales. ■



tera entre Benicarló y Vinaròs, padecen un déficit en tratamiento de estos residuos. Se levantarán tres depuradoras (Benicarló, Peñíscola y Vinaròs) en las que se invertirán alrededor de 27 millones de euros.

Junto al objetivo de adecuar las instalaciones para satisfacer las necesidades a corto y medio plazo, las actuaciones en saneamiento incrementarán el volumen de agua reutilizable para riego. Sólo con dos de las seis principales intervenciones que abordará el Consell, se prevé recuperar casi 150 hm³/año para la Agricultura. Estas actuaciones son las que se ejecutarán dentro del Plan de Reutilización de aguas residuales de Alicante y del área metropolitana de Valencia. Este último proyecto prevé mejorar las seis depuradoras que dan servicio

CLAUSURA DEL SIMPOSIO SOBRE LA ELECTRIFICACIÓN EN ESPAÑA

El Secretario General de Industria, **Joan Trullén**, clausuró el 17 de diciembre el *Símpoio sobre la Electrificación en España*, celebrado desde mayo y hasta diciembre de 2004 con motivo del 125 Aniversario (1879-2004) de la electrificación en nuestro país y organizado por el **Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales**.

En el acto de clausura, celebrado en el **Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Catalunya**, también intervinieron **Josep Maria Rañé**, Consejero de Trabajo e Industria de la Generalitat de Catalunya, **Francisco Javier Cobo**, Presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales y **Ángel Llobet**, Decano del Colegio de Ingenieros Industriales de Catalunya.

El acto contó, asimismo, con las intervenciones de destacadas personalidades del mundo de la energía como **Mariano Cabellos**, Director general adjunto de UNESA, **Josep Maria Rovira**, Director general de Ende-

sa Catalunya, **Oriol Boix**, Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UPC, **Francesc Comajoan**, Director de la fábrica Siemens de Cornellá, **Jordi Dolader**, Consejero de la Comisión Nacional de la Energía, **Ignasi Nieto**, Subdirector del Instituto Catalán de la Energía y **Maria Teresa Costa**, Secretaria de Industria y Energía de la Generalitat de Catalunya.

Joan Trullén repasó los hitos más significativos de la Electrificación en nuestro país destacando que las mejoras técnicas en el transporte de electricidad se han traducido en la existencia de una red de transporte y distribución a alta tensión de más de 50.000 km. Afirmó que los objetivos que orientan la política del Gobierno respecto al sector eléctrico son la garantía de la seguridad y de la calidad de suministro, la introducción de condiciones competitivas en los mercados para contribuir a la minimización de los costes en beneficio de los consumidores y la protección del medio ambiente. Estos objetivos, según sus palabras, *"persiguen el desarrollo y la sostenibilidad del sector energé-*

tico en su conjunto y están en línea con los objetivos europeos".

Durante su intervención, apuntó que se ha introducido la posibilidad de aprobar programas de gestión de la demanda, por una cuantía de 10 millones de euros, a través de la tarifa eléctrica para 2004, con objeto de promover la eficiencia en el ahorro de energía eléctrica y el desplazamiento adecuado de la curva de carga del sistema. Su objetivo se centra en reducir el consumo de energía eléctrica tanto en el ámbito doméstico como en el industrial y en el empresarial mediante la elaboración de una Guía sobre el uso eficiente de la energía eléctrica en el entorno doméstico (que se distribuirá junto a la factura eléctrica) y la realización de auditorías energéticas a empresas del sector turístico y del sector industrial de las PYMES. Los ejes de actuación del **Ministerio de Industria, Comercio y Turismo** (garantía de un suministro de calidad, protección del medio ambiente y precios competitivos) estarán presentes en el *Libro Blanco* que se está preparando.



Ángel Llobet, Josep M.ª Rañé, Joan Trullén, Francisco Javier Cobo

Josep Maria Rañé destacó los grandes ejes de actuación del departamento de Trabajo e Industria que se resumen en garantizar el suministro en cantidad y en calidad, fomentar la eficiencia en el consumo y el ahorro energético e impulsar las energías renovables, especialmente la eólica. Los fines del nuevo Plan de la Energía para el periodo 2005-2015 se basan en asegurar con calidad, coste y respeto al medio ambiente, fomentar el ahorro y la eficiencia energética, impulsar las fuentes de energía renovables, apoyar las actividades de I+D y la innovación tecnológica en el ámbito energético y aumentar la concienciación social con respecto a la problemática energética y la sostenibilidad.

Los recursos económicos para 2005 son 9,8 millones de euros (110% más que en 2004) de los que 4 millones están destinados a la mejora de la capacidad y calidad de la red eléctrica; 3,1 millones a actuaciones de mejora de la eficiencia energética y 1,2 millones a la implantación de parques eólicos y techos solares.

En definitiva, incidió en que la energía eléctrica afronta el reto de respetar el medio ambiente y ser un producto comercial y un motor económico, pero, al mismo tiempo, un servicio que llegue a todos los ciudadanos. Recordó un dato significativo: el 20% de la población mundial consume el 80% de la energía comercial que se produce.

Actos del Simposio

A lo largo del año conmemorativo se han desarrollado una serie de actos en Madrid, Zaragoza, Pamplona, Sevilla, Barcelona, Vitoria, Terrassa, Girona, Santander, Tarragona, Oviedo, Valencia y La Coruña. Los eventos conmemorativos más significativos han sido Jornadas, mesas redondas, visitas técnicas y Exposiciones. Asimismo, el **Colegio de Ingenieros Industriales de la Región de Murcia** elaboró un *spot* con motivo del 125 aniversario de la Electrificación que se ha proyectado en alguno de los actos.

El evento ha agrupado a profesionales de la Ingeniería, de la Ciencia, de la Historia, de la Economía, representantes de las empresas, de Instituciones y de los usuarios y se han analizado todos los vínculos entre Ciencia, Tecnología, Industria y Sociedad que han hecho posible el uso de la electricidad.

CONCLUSIONES

Desde su implantación en el mundo, como una forma de energía, a finales del siglo XIX, la electricidad ha ido adquiriendo su espacio de referencia y se ha vinculado con un servicio, el del suministro eléctrico, del que difícilmente podemos prescindir.

Los materiales eléctricos, las aplicaciones de la electricidad y los sistemas de producción y distribución se han ido configurando, a lo largo de los años, con distintos planteamientos cada vez más tecnificados, que han ido avanzando hacia la situación actual.

A finales del siglo XIX, diferentes empresas españolas empezaron a dedicarse a la producción y distribución de electricidad así como a la fabricación de material eléctrico. Detrás de estas empresas había Ingenieros Industriales cuyos nombres han dejado una huella imborrable: **Narcís Xifra, Francisco de Paula Rojas, Lluís Muntadas, Francisco Planell**, por citar algunos. Fueron pioneros en el desarrollo de esta nueva forma de energía.

La Innovación en el campo de la Electricidad y de la Electrónica comenzó en el mismo momento en que se efectuaban las primeras pruebas y ensayos de funcionamiento de la iluminación eléctrica, hace 125 años, y, durante este tiempo, esta necesidad de Innovación no ha dejado de motivar y empujar la tecnología eléctrica que nos ha llevado, en los albores del siglo XXI, a considerar que el dominio de la estructura eléctrica de la materia parece no tener fin.

En este campo, la Ingeniería Industrial ha intervenido activamente impulsando, con rigor y creatividad, el desarrollo de esta ciencia y tecnología, la eléctrica, que ha ido condicionando, cada vez más, nuestra civilización, que es una pieza fundamental de nuestra vida, y nos permite conseguir mayor igualdad en el mundo.

Establecer el presente, analizar el pasado y proyectar el futuro es tarea propia de la Ingeniería Industrial. Con este Simposio, el colectivo de Ingenieros Industriales de España ha querido dejar constancia de los pasos realizados para la implantación de la electricidad en este país, de la evolución de su tecnología durante este período, y del recuerdo de los hombres y las Instituciones que la han hecho progresar.

Se pueden destacar tres aspectos de lo constatado en las distintas Jornadas:

- Las empresas constructoras de tecnología eléctrica están adecuando la fiabilidad de sus materiales y productos a las cada vez mayores exigencias de calidad.

- El transporte mediante el concurso del motor eléctrico es un sistema que ha tenido un progreso continuado y que las nuevas tecnologías se prevé seguirán utilizando.

- El sistema eléctrico nacional se ha desarrollado mediante la suma de distintas estructuras técnicas. Hoy el dominio de este sistema y su capacidad de respuesta se basa en un proceso de mejora continua de la calidad suministrada.

Pasado este Simposio, dejaremos transcurrir unos años para establecer otra referencia del progreso tecnológico que la Electricidad nos haya impuesto. Lo esperamos con interés y con el propósito de confirmar que la Electricidad ha sido, es, y seguirá siendo, el motor de nuestra Sociedad. ■

DECLARACIÓN DEL AÑO INTERNACIONAL DE LA FÍSICA 2005

La Asamblea Nacional de las Naciones Unidas,

Reconociendo que la Física proporciona una base importante para el avance en la comprensión de la Naturaleza,

Observando que la Física y sus aplicaciones son la base de gran parte de los avances tecnológicos actuales,

Convencidos de que una educación en Física proporciona al hombre las herramientas para construir la infraestructura científica esencial para el Desarrollo,

Siendo conscientes de que el año 2005 es el Centenario de varios descubrimientos científicos decisivos por Albert Einstein, que son la base de la Física moderna,

1. Acoge la proclamación de la Organización Educativa, Científica y Cultural de Naciones Unidas (UNESCO) de 2005 como el Año Internacional de la Física;

2. Invita a la UNESCO a organizar actividades celebrando 2005 como el Año Internacional de la Física, colaborando con las Sociedades y Grupos de Física a lo largo del mundo, incluyendo los países en desarrollo.

3. Declara al año 2005 como Año Internacional de la Física.

(Documento original con la declaración de la ONU)

Antecedentes

2000: En el **Congreso Mundial de Sociedades de Física** (Berlín, diciembre de 2000), más de 40 asociados de Física a lo largo del mundo aprueban la propuesta de declarar a 2005 como el Año Mundial de la Física.

2001: La **Sociedad Europea de Física** (EPS) apoya la iniciativa en Europa.

2001: Resolución de la **Unión Internacional de Física Pura y Aplicada** (IUPAP) apoyando la iniciativa.

2003: Resolución de la **Conferencia General de la UNESCO** apoyando la iniciativa.

2004: Declaración de la **Asamblea General de las Naciones Unidas** (1 de junio de 2004).

MEJORAS EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO DE SANTANDER

El Gobierno de Cantabria y el Ayuntamiento de Santander han firmado un acuerdo para la ejecución de cinco proyectos de abastecimiento y saneamiento de agua por importe total de 8,5 millones de euros. De esta cantidad, el Municipio aporta 1,2 millones y el resto la Comunidad Autónoma.

Las obras, que se ejecutarán en un plazo de tres años, se refieren a la construcción de una tubería para renovar la arteria principal de abastecimiento de agua a Santander, la red de alcantarillado en la Reyerta, obras complementarias del saneamiento de la bahía, nueva red de saneamiento en el Barrio Pesquero y Castilla-Hermida y, finalmente, el saneamiento del parque Mataleñas.

La renovación de la arteria municipal tiene un presupuesto de 2,4 millones de euros y a esta obra irá destinada la aportación económica del Ayuntamiento de Santander. La nueva tubería discurrirá entre el depósito de cabecera, en la estación de tratamiento de agua de El Tojo, y la cámara de Llaves. Se garantizarán las necesidades de abastecimiento de agua, actuales y futuras, mejorará la presión disponible y se eliminarán las molestias que ocasionan a los vecinos las frecuentes roturas que sufren las tuberías actuales por su antigüedad.

Las obras complementarias al saneamiento de la bahía, por importe de 2,3 millones de euros, son la canalización del regato de San Miguel a la Torre, el colector aliviadero en el Barrio La Torre, el de Somonte suroeste y en la Torre de Monte.

La nueva red de saneamiento del Barrio Pesquero y Castilla Hermida tiene un presupuesto de 2 millones de euros y el saneamiento de La Reyerta (que será el primer proyecto a ejecutar) supondrá la eliminación de vertidos de aguas residuales con un

coste de 1,1 millones de euros. Se invertirán 600.000 euros en el saneamiento del parque de Mataleñas mediante una nueva red de alcantarillado que incluye el saneamiento del estanque.

Aprovechamiento de las aguas residuales

La Confederación Hidrográfica del Norte (CHN), dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, ha autorizado la redacción del proyecto de reutilización de aguas residuales de Santander, para lo cual destinará 400.000 euros.

El Gobierno central prevé invertir un total de 12 millones en la infraestructura necesaria para reutilizar las aguas residuales depuradas del Saneamiento de la Bahía de Santander, procedentes de la estación depuradora que se encuentra en San Román de la Llanilla. Estas aguas pueden ser aprovechadas por la industria y en una serie de actividades como el riego de zonas verdes y el uso recreativo en estanques y jardines.

Medio Ambiente espera liberar para el consumo humano el agua que actualmente utiliza la industria y que tiene unos niveles de calidad más alto de los que necesita. En total, serán 550 m³/h, un volumen de agua que hoy día se extrae de los ríos Miera y Cubón. Cuando esté en marcha la reutilización, se rescatará la concesión de uso industrial de dicho caudal. Las industrias tendrán como contrapartida el uso del agua depurada por la EDAR de San Román, instalación que recoge las aguas residuales del sistema de colectores del saneamiento integral de la Bahía.

Se ha anunciado también el inicio de las obras de abastecimiento de agua a Santander, el denominado bitrasvase del Ebro-Pas-Besaya, un proyecto que la Sociedad estatal Aguas de la Cuenca del Norte adjudicó a la empresa FFC en 52.103.481 euros y un plazo de ejecución de 28 meses.

El bitrasvase es una actuación de Interés General del Estado que está promovida por el Ministerio de Medio Ambiente en colaboración con el Gobierno de Cantabria. Así, Aguas de la Cuenca del Norte asume el 75% de la financiación (del que el 65% procede de la ayuda del Fondo de Cohesión de la Unión Europea y el 10% de los fondos propios de Sociedad Estatal), mientras que el 25% restante le corresponde al Gobierno de Cantabria.

El objetivo es asegurar el suministro de agua a las comarcas que, durante la época estival, presentan un déficit importante. De esta forma, se consigue optimizar la gestión de los recursos hidráulicos existentes y recuperar el caudal natural de estiaje de los ríos Pas y Besaya.

La obra permitirá garantizar el abastecimiento con agua de calidad a 300.000 habitantes de población fija más la población estacional. Las obras proyectadas permitirán durante los meses de invierno (cuando los ríos Pas y Besaya son más caudalosos) enviar agua desde la Cuenca Norte hasta el embalse del Ebro donde se almacenará hasta el momento de su devolución.

Posteriormente, en época de estiaje, el volumen embalsado se transportará por una red de tuberías, de unos 50 km y con capacidad para un caudal máximo de 1.750 l/s, hasta los actuales puntos de captación de los sistemas de abastecimiento de Santander y Torrelavega. ■

PANORAMA DE LOS PROGRESOS EN MATERIA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Progresos hacia la meta del agua potable

El mundo parece estar preparado para cumplir dentro del plazo previsto el Objetivo de Desarrollo para el Milenio relacionado con el agua potable, que consiste en reducir a 800 millones en 2015 el número de personas sin acceso a una fuente mejorada de agua potable. Según cálculos de la OMS y el UNICEF, 1.100 millones de personas más han obtenido acceso a una fuente mejorada de agua potable durante los últimos 12 años, lo que ha aumentado las tasas de cobertura de un 77% en 1990 a un 83%.

En Asia meridional se han logrado los mayores avances en la cobertura de agua potable, al aumentarla de un 71% a un 84%. En India y China se han logrado grandes progresos pero en Asia todavía viven dos terceras partes (675 millones) de todos los habitantes del planeta cuya agua para beber todavía procede de fuentes no aptas para el consumo (ríos, lagos y vendedores ambulantes).

En África subsahariana, el progreso ha sido más irregular. Mientras que en países como Angola, Chad, Malawi, República Centroafricana y Tanzania ha aumentado la cobertura de agua potable en más de un 50%, la cobertura de agua potable en la región ha aumentado desde 1990 solamente en un 9% -a un 58%- con lo que 288 millones de personas todavía no tienen otra opción que depender de fuentes de agua que les podrían

causar enfermedades o incluso la muerte.

Además de los progresos alentadores que se han alcanzado en determinados países, gran parte de la nueva cobertura en los países en desarrollo procede de la instalación de agua canalizada directamente a los hogares. Casi la mitad de la población del mundo bebe en la actualidad agua corriente transportada por tubería. La OMS y el UNICEF señalan que este aumento generará beneficios económicos considerables¹: el agua transportada a los hogares por tubería está relacionada con una mejora considerable en la salud del hogar y libera a las mujeres y a las niñas de la carga que supone transportar agua, con lo que tienen más tiempo para trabajar y acudir a la escuela.

Progresos hacia la meta del saneamiento

Aunque más de 1.000 millones de personas han obtenido acceso a los servicios básicos de saneamiento, el crecimiento demográfico ha anulado todas estas medidas, traduciendo los avances numéricos en avances mucho menores en términos proporcionales. En 1990, un 49% del mundo tenía acceso a instalaciones básicas de saneamiento. Hoy en día, esta cifra ha aumentado solamente en un 9%, lo que nos deja con un considerable retraso con respecto al objetivo de 2015 (un 75% de cobertura). Si esta tendencia continúa, el mundo no logrará alcanzar el compromiso en

materia de saneamiento, dejando sin este servicio a 500 millones de personas que, de cumplirse el plazo, lo estarían disfrutando.

En Asia oriental se ha producido el mayor aumento en la cobertura, de un 24% a un 45%, una cifra impulsada sobre todo por los avances en China. Pero en Asia todavía viven tres de cada cuatro personas de todo el mundo que no tienen acceso ni siquiera a una simple letrina mejorada. Más de la mitad de todos los habitantes del planeta que viven sin un saneamiento mejorado se encuentran en India (735 millones) y en China (725 millones).

Entretanto, en África subsahariana se da el porcentaje más reducido de personas con acceso a instalaciones básicas de saneamiento: un 36%, que significa un aumento de solamente un 4% desde 1990. En el mundo en desarrollo en general, solamente un 49% de la población tiene acceso a instalaciones adecuadas de saneamiento, mientras que en las regiones desarrolladas del mundo, esta cifra alcanza el 98%.

En todo el mundo, Benin, India, Madagascar y Myanmar alcanzaron un progreso especialmente rápido hacia la meta de saneamiento. Pero solamente dos de las nueve regiones en desarrollo del mundo (Asia oriental y Asia sudoriental) se encuentran en el camino para lograr la meta de saneamiento, seguidas de cerca por África del norte y América Latina. ■

2 "Evaluation of the Costs and Benefits of Water and Sanitation Improvements at the Global Level", un informe encargado en 2004 por la OMS al Instituto Tropical de Suiza, calculó que por cada dólar de EEUU invertido en mejoras de agua y saneamiento, los beneficios económicos alcanzarían de 3 a 34 dólares, según el tipo de sistema de agua y la región donde se produce la inversión.

SEMINARIO SOBRE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA CUENCA DE LOS RÍOS

El Instituto Aragonés del Agua convocó en Bruselas un primer encuentro preparatorio del *Seminario Europeo sobre Gestión Integral de Ríos*, que albergará Zaragoza en el segundo semestre de 2005. Al encuentro, que tuvo lugar en la Oficina de Aragón en la capital belga, acudieron los representantes técnicos de las cinco comunidades socias del proyecto liderado por Aragón, Cataluña, las regiones italianas de Toscana y Emilia-Romagna y el *land* alemán de Renania del Norte-Westfalia.

Temática

Según el Plan de actuación de **Encore** 2004-2006, las labores del Grupo de trabajo culminarán con la organización de un Seminario europeo, que tendrá lugar en Aragón en el segundo semestre de 2005. El proyecto se ha denominado: "*Seminario sobre la gestión integral de las cuencas de los ríos*" y el objetivo que persigue es el estudio de los ríos como un sistema, integrando su dimensión física, los aspectos ecológicos y las actividades económicas y de desarrollo, conside-

preocupación por todo lo relativo a la gestión eficiente del agua y la calidad ambiental de los ríos como elementos fundamentales para el futuro y se está convirtiendo por méritos propios en un referente internacional en materia de agua. El **Departamento de Medio Ambiente** está desarrollando importantes proyectos en este campo como el *Plan Especial de Depuración o el Plan Medioambiental del Ebro* así como las restituciones ambientales o las inversiones que ejecuta el **Instituto Aragonés del Agua**.



La documentación aportada por el **Gobierno de Aragón** señala que "*las regiones europeas deben establecer métodos de trabajo y líneas de actuación definidas, para que puedan participar activamente en la planificación de las políticas de la Unión Europea en materia de agua, con el fin de fomentar la planificación coordinada, el ahorro, la gestión eficiente y la reutilización de los recursos hídricos, para garantizar la conservación de la biodiversidad, la calidad ambiental y la integridad de las cuencas hídricas*".

La primera *Conferencia de Ministros Regionales de Medio Ambiente*, financiada por la **Comisión Europea**, tuvo lugar en diciembre de 2003, en Valonia (Bélgica), y dio como resultado la llamada *Resolución de Bruselas sobre política medioambiental europea*.

La segunda Conferencia se celebró en Valencia, en 1995. La *Carta de Valencia* demostró el compromiso de las regiones europeas por el desarrollo sostenible. Más de 90 regiones la han suscrito, entre las que figuran Aragón, Goteborg, Wexfor (Irlanda) y Vilalch (Austria) han sido las otras ciudades que han acogido este evento. ■

El Seminario se enmarca dentro del programa de trabajo del **Encore** (la Conferencia de Regiones Europeas sobre Medio Ambiente). La organización de este grupo de trabajo fue propuesta por Aragón en el último pleno del **Encore**, celebrado en Florencia. De esta manera, Aragón demostraba su interés por la gestión integral de los ríos, tanto desde el punto de vista ambiental como territorial. De esta forma, se abrirá un año de trabajo con la definición de foros de debate para toda Europa.

rando los puntos de vista de todas las partes implicadas. Los trabajos incluirán el intercambio de buenas prácticas, líneas comunes de actuación y análisis de experiencias pioneras.

Al reto de la conservación de la calidad de las aguas se suma la preocupación por los efectos que pueda causar el cambio climático en la disminución de los caudales de las masas de agua continentales. Aragón viene demostrando un gran interés y



MEDIDOR DE VIBRACIONES

SKF ha desarrollado una nueva generación de instrumentos de medición, el *Micro Vibe*, que funciona con una plataforma de Agencia Personal de Datos (PDA) con el sistema operativo portátil de *Windows CE Pocket PC*.

Los técnicos de cualquier sector comercial o industrial pueden analizar sus equipos rotativos de forma sofisticada con el uso de una PDA que tenga una ranura CF de tipo II para la tarjeta *Compact flash* y el nuevo instrumento de medición *SKF Micro Vibe P* de **SKF Reliability Systems**. Al igual que la versión anterior, este nuevo medidor utiliza una tarjeta para acoplarse a la ranura de expansión y es compatible con una amplia gama de PDA's, como, por ejemplo, el *iPAQ h2215* de **HP** y la serie 800e de **Toshiba**.

Este aparato, económico, compacto y ligero, ofrece una amplia gama de capacidades de análisis de vibraciones, forma de onda de tiempo y espectros FFT en unidades métricas o en pulgadas. Proporciona criterios de evaluación para los técnicos según las normas ISO, permitiendo evaluar inmediatamente el estado de una máquina. Además, ofrece un espectro FFT, que permite identificar los problemas en los rodamientos con el uso de una envolvente de aceleración, un método de diagnóstico sólo disponible con los productos de *hardware* y *software* de monitorización de estado más sofisticados de **SKF**. Esta capacidad del nuevo aparato ofrece un alto valor añadido para los usuarios especialmente para la prevención de problemas en una máquina antes de que éstos afecten a la producción.



De uso fácil y versátil, es compatible con los datos recopilados por acelerómetros y sensores de velocidad electrodinámicos. Los usuarios pueden recopilar los datos como parte de una monitorización rutinaria o de una comprobación específica de la maquinaria según las necesidades.

Dado que este vibrómetro se utiliza con PDA's portátiles normales, ofrece un gran ahorro económico en comparación con otros sistemas y se puede seguir utilizando una PDA totalmente funcional para otras aplicaciones. Por ejemplo, un usuario puede utilizar un *software* de gestión de datos que le permitirá descargar y guardar la información recopilada sobre la vibración en un ordenador de mesa para su posterior visualización y análisis.

Esta aplicación portátil de última generación es un complemento excelente para cualquier programa existente de mantenimiento predictivo o puede ser el primer paso hacia la implementación de un programa similar.

Requerimientos PDA recomendados:

Sistema operativo: *Microsoft Pocket PC 20003 (Windows CE3.0)*

Interfaz: Ranura *Compact Flash* Type II 3.3V

Procesador: 400 MHz o superior

Memoria: 64 MB RAM o superior

La envolvente de aceleración es una técnica de medición de **SKF** para la detección previa del deterioro de los rodamientos. ■

MATHEMATICA 5.1

Mathematica, el único medio totalmente integrado para el cálculo técnico, fue lanzado en 1988 y su repercusión ha sido decisiva en el modo de emplear los ordenadores en aplicaciones en campos técnicos y otros.

Puede decirse que su lanzamiento marcó el principio del cálculo técnico moderno y, aunque desde principios de los 60, ya existían paquetes individuales para trabajos numéricos, algebraicos y gráficos específicos, la gran visión conceptual de *Mathematica* fue crear, de forma concluyente, un sistema sencillo capaz de abarcar todos los aspectos de un cálculo técnico de forma coherente y unificada.

El desarrollo intelectual clave capaz de hacer esto posible fue la creación de un nuevo tipo de lenguaje simbólico para ordenador, que pudiera, por primera vez, cubrir el amplio campo de objetos involucrados en un cálculo técnico utilizando solamente un reducido número de principios básicos.

Ya desde un principio, su impacto fue notable, especialmente en Ciencias Físicas, Ingeniería y Matemáticas pero, con el transcurso del tiempo, se ha ido multiplicando el campo de sus aplicaciones.

Su continuo desarrollo posterior ha sido realizado por **Wolfram Research** a través de un destacado equipo dirigido por **Stephen Wolfram**, y actualmente se dispone ya de un centenar de paquetes especializados y más de 300 libros dedicados al sistema y sus múltiples posibilidades.

Muy lejos de ser utilizado exclusivamente por matemáticos, *Mathematica* se extiende a cualquier entorno de la técnica (científicos, analistas, ingenieros, educadores,...)

En esta nueva versión se ha incorporado un nuevo software más avanzado con mayores facilidades para el cálculo numérico y simbólico (muchas de ellas establecidas por primera vez en la historia del cálculo) mediante la introducción de algoritmos innovadores que aportan posibilidades jamás alcanzadas en cualquier

etapa de un procesamiento de datos (importación análisis, manipulación o trazados)

NOVEDADES MÁS IMPORTANTES

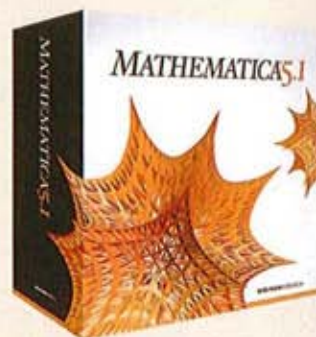
Entre las más de 50 funciones nuevas incorporadas a la versión 5.1 destacan las siguientes:

- Manipulación y control de aplicaciones industriales

Se han conseguido grandes posibilidades para el control, la adecuación y la investigación en procesos industriales constituyendo un sistema de alto nivel. La adecuación y comparación de modelos son la piedra angular del lenguaje en *Mathematica* junto con su sencillez y versatilidad para el manejo de expresiones generales. Ya es posible manejar datos de forma similar con resultados satisfactorios incluso en secuencias de gigabites.

Esta característica, combinada con la amplitud de su lenguaje simbólico y las posibilidades de cálculo, hacen de *Mathematica* la única herramienta apta para aplicaciones de texto intensivas tales como la manipulación de sitios de Web, bases de datos y procesamiento de DNA.

Aunque los lenguajes de escritura (tanto los existentes como los que se avecinan) tales como *Perl*, *Pitón*, *Ruby* o *REXX* ofrecen medios potentes para la adecuación y comparación de modelos, ninguno de ellos ha llegado a constituir una herramienta de análisis comparable a las que ofrece *Mathematica*. Ahora, empleando la



nueva versión, los investigadores ya pueden establecer análisis detallados de datos de texto en tan sólo un paso.

- Conectividad entre varias bases de datos

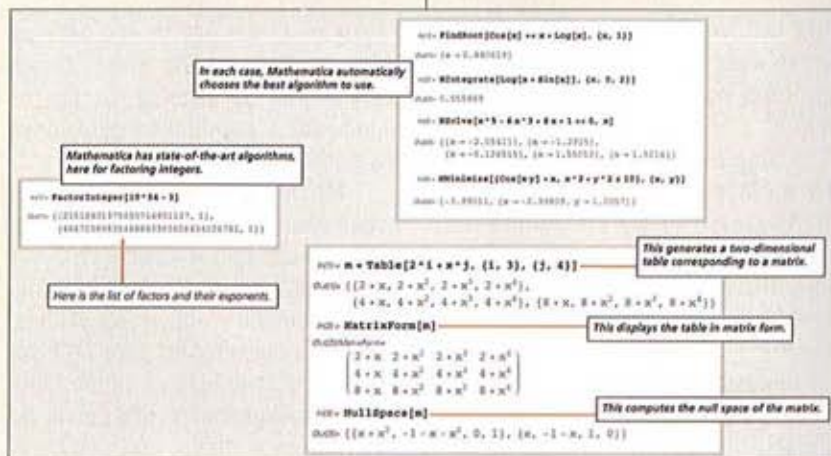
Los ejecutivos, analistas de negocios y financieros e ingenieros están más obligados que nunca a tomar decisiones rápidas, por lo que necesitan disponer de los medios adecuados en los que basar sus decisiones.

- Optimización de entradas y salidas de datos binarios

Mathematica 5 introdujo ya una gran potencia de cálculo para el análisis de grandes cantidades de datos. La nueva versión añade la facultad de leer y escribir enormes conjuntos de datos binarios en tiempo real al haberse multiplicado su potencia por 70.

- Formatos adicionales de importación / exportación

El número de formatos supera los 70 incluyéndose *Excel* (.xls), *MATLAB* (.mat), *HDF5*, *TEX*, *Dif*, *Movie* (.avi). Estas nuevas posibilidades de importación / exportación permiten actuar como puente entre documentos anteriores y la nueva serie de documentos técnicos y formatos elec-



trónicos soportados por la tecnología de **Wolfram Research**.

- Soporte integrado de servicios Web

Los servicios Web son una colección de estándares basados en XML que permiten intercambiar datos sobre la *World Wide Web* haciendo de ellos una parte importante hacia las SOA (*Service-Oriented Architectures*) así como una componente integral de nuevas tecnologías de *software* para aplicaciones empresariales.

- Visualizaciones 2D y 3D automatizadas

Los gráficos se emplean para establecer relaciones entre ítems y hacer más visible su evolución relativa. Su utilidad dependerá de la estética y configuración que ofrezca el gráfico. La nueva versión 5.1 ha mejorado los algoritmos de tal forma que, a diferencia de otros programas informáticos existentes en el mercado, permite visualizar los datos con centenares de miles de nodos en pocos segundos.

- Visualización de alto rendimiento

La nueva función *ArrayPlot* se ha añadido para poder disponer de una vía flexible y completa que permita visualizar conjuntos, esquemas y matrices. Dado que cada sistema de ecuaciones lineales puede representarse y resolverse en forma de matrices, éstas pueden aplicarse en gran número de campos técnicos desde Ingeniería Mecánica hasta la simulación de situaciones financieras. Esta nueva función permite identificar la estructura de las matrices y seleccionar la más apropiada para ahorrar tiempo de cálculo.

- Ampliación de las posibilidades en Álgebra lineal

Mathematica 5.1 ofrece un nivel de resultados superior al alcanzable con otros sistemas numéricos manteniendo las mismas amplitud y utilidad.

- Funciones *Piecewise*

Mathematica 5.1 introduce la capacidad de trabajar con funciones

piecewise (es decir, funciones con diferentes definiciones según las regiones que se consideren). Se han añadido más de 100 manipulaciones para la solución y el cálculo con manejo automático de este tipo de funciones. Su importancia es elevada en diversos campos como, por ejemplo, Ingeniería (especialmente en Sistemas híbridos) y Educación.

- Integración en regiones definidas

Las regiones definidas por desigualdades o funciones *piecewise* pueden integrarse simbólica o numéricamente gracias a esta nueva herramienta.

Las funciones *Integrate* y *NIntegrate* establecen automáticamente estas regiones definidas de una forma implícita reduciéndolas internamente a integrales explícitas.

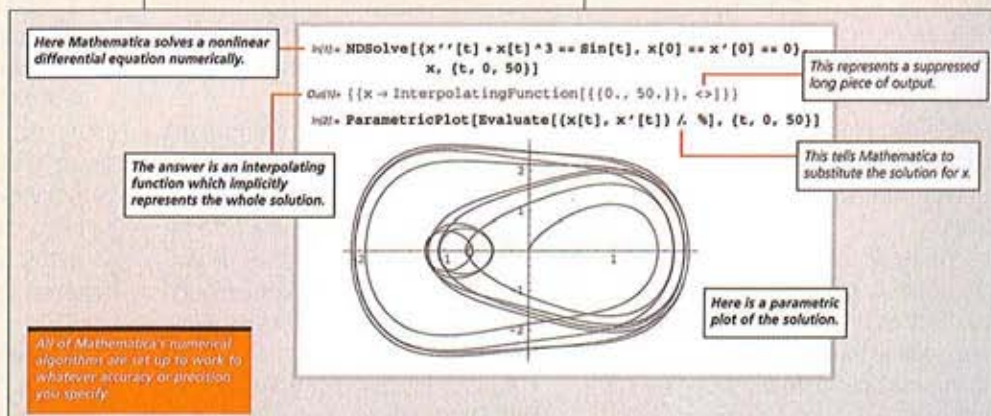
variable, una transmisión automática, un calefactor eléctrico,...) sin una codificación engorrosa o dificultosa.

- Nuevos algoritmos para ecuaciones diferenciales

La función *DSolve* ha sido actualizada con una amplia variedad de métodos adicionales. Resolver ecuaciones diferenciales simbólicamente es un campo en el que la elección automática de un algoritmo es esencial ya que, conocido el rango de los algoritmos disponibles, la mayoría de los usuarios serían incapaces de encontrar el óptimo.

- Nuevas posibilidades para el análisis de grupos (*Clusters*)

Los investigadores suelen enfrentarse a situaciones en las que deben organizar los datos observados en estructuras o grupos significativos. Su análisis requiere disponer de los



Se incluyen los siguientes casos:

- Regiones definidas por desigualdades polinómicas de varias variables.

- Problemas sobre regiones trascendentales (Casos solucionables)

- Regiones integrables que incluyan campos infinitos.

En los casos que se den parámetros no definidos en la especificación de la región, se generan campos de soluciones y parámetros para todos los valores posibles.

- Manejo de acontecimientos en ecuaciones diferenciales numéricas

Se ha añadido la función *NDSolve* que permite reiniciar un modelo diferente, detenerlo y obtener los resultados. Es muy práctico para resolver problemas de la vida real (por ejemplo, el movimiento de una pelota rebotando en el suelo, una pendiente

recursos adecuados. La clasificación de datos en colectivos o grupos es una operación muy normal en la vida diaria.

- Exploración interactiva de ecuaciones diferenciales

"*Tener olfato*" ante una ecuación diferencial, intuir su comportamiento al variar algunas condiciones iniciales o parámetros son unas de las principales facetas a las que se enfrenta la intuición de un científico, analizador o ingeniero. "*Equation Trekker*" acelera el proceso de aprendizaje.

- *MathematicaMark*

Los resultados que muchos usuarios exigen al emplear *Mathematica* en sus cálculos más amplios y complejos pueden forzarles a apurar las posibilidades de su equipo informático. *MathematicaMark* crea sus propios informes que muestran el com-



portamiento de su ordenador frente a otras máquinas, siguiendo criterios estrictamente enfocados al rendimiento, sin preferencias por otras plataformas o sistemas.

- Interface GUIKit y su aplicación

Facilita a los desarrolladores de aplicaciones y usuarios la creación de interfaces gráficas (GUIs). Se emplea Java y proporciona una sintaxis de expresión de alto nivel.

- Nuevas herramientas

Aparte de las destacadas funciones ya señaladas, Mathematica 5.1

aporta otra serie de mejoras y funciones. Lo que hace que Mathematica sea lo que es es la gran tecnología innovadora aportada año tras año y que le ha llevado a liderar el cálculo técnico en Ingeniería y otros campos como la Física y las Matemáticas (Ver gráfico adjunto)

Mathematica soporta Windows, Mac OS X, Linux x86 / x86 - 64bit / Itanium, Sun Solaris, HPTru64 Unix, Hp HP-UX, IBM AIX, SGI IRIX.

USUARIOS

Recogemos a continuación un resumen (Ver gráfico) de los usuarios más representativos del programa.

- La amplia mayoría de las Corporaciones de Fortune, incluidas Boeing, General Electric, e Intel Corporate.

- Más de una docena de Agencias gubernamentales incluidas la NASA, CDC y la Oficina de Patentes de los EE.UU.

- Los laboratorios nacionales e internacionales más importantes como SLAC, INRIA y el Instituto Fraunhofer de Alemania.

- Virtualmente, las 50 primeras universidades incluidas en el U.S. News and World Report.

- Cerca de 700 universidades en EE.UU., Canadá y varios miles en el mundo.

- Numerosos complejos universitarios estatales en EE.UU. (Universidad del Estado de California, Universidad del Estado de Pennsylvania, Universidad de la Ciudad de Nueva York,...) y en el mundo como el Consorcio israelí MACHBA.

Los interesados en información adicional, pueden dirigirse a Catherine Kimmer, del Departamento de Relaciones Públicas en press@wolfram.co.uk. ■

LUCHA CONTRA LA CORROSIÓN MARINA

En los últimos 20 años se ha observado una nueva forma de corrosión agresiva y localizada en las estructuras de acero sin proteger, expuestas a los efectos del mar.

Afecta a las estructuras situadas en aguas poco profundas y sus alrededores y se la conoce como Corrosión acelerada en aguas bajas (*accelerated low water corrosion* o ALWC), Corrosión por marea baja (*lowest astronomical tide corrosion* o LAT) o Corrosión concentrada. Si a esta corrosión no se le ataca, produce una perforación prematura del acero que requerirá reparaciones caras e imprevisibles, capaces de generar fallos catastróficos en muelles u otras estruc-

turas. Hasta ahora, nada se había publicado sobre el tema.

La *Construction industry research and information association* (Ciria) británica, a través de sus laboratorios de investigación, ha emprendido el proyecto titulado *Management of accelerated low water corrosion in steel marine structures* el fin de publicar un documento de orientación que llene el vacío de información existente y ofrecer a los ingenieros orientaciones definitivas sobre nuevos proyectos y reparación de antiguas estructuras de acero sometidas a la ALWC.

La publicación de este informe será una noticia excelente para

quienes proyectan y construyen estructuras de acero sometidas al ambiente marino y conducirá al conocimiento mucho más profundo del problema y de sus circunstancias.

Los proyectistas, propietarios y usuarios de estructuras de acero instaladas cerca del mar dispondrán de detalles para identificar la corrosión acelerada y, al mismo tiempo, se les invita a que aporten sus conocimientos para la redacción definitiva del informe, que será muy valioso para todos ellos.

El proyecto está financiado por el Ministerio de Comercio e Industria y por varias empresas. ■

La evolución del CTIN

El desarrollo y diversificación del CTIN de Incoesa ha dado lugar al diseño de los modelos adaptados a las necesidades concretas de cada aplicación.



El gran trabajo de I+D+i de Incoesa permitió que en 1998 se desarrollase un nuevo concepto de Centro de Transformación, el CTIN, un Centro de transformación integrado que incorpora bajo la misma envolvente metálica el transformador y todos los componentes eléctricos de un centro de transformación convencional. Basado en los principios del ecodiseño, utiliza un dieléctrico no tóxico y biodegradable y evita así el uso del SF₆, lo que le permite cumplir las recomendaciones descritas en el *Protocolo de Kyoto*.

Los reconocimientos no han tardado en llegar y ya son varios los premios que le han sido otorgados a Incoesa Trafodis gracias al desarrollo del CTIN. Así, en 2003 recibió el *Premio Garrigues Expansión de Medio Ambiente* en la categoría de "Mejor iniciativa empresarial I+D+i, aplicación de las mejores tecnologías" y ya en el 2004 le ha sido otorgado el *Premio Europeo de Medio Ambiente*, tanto en la Sección Vasca como en la Española, en las categorías de "Producto más innovador en relación a los aspectos de Salud y Medio Am-



biente" y "Categoría de producto para el Desarrollo sostenible, Premio a la mejora más destacable".

En los últimos años, el concepto del CTIN ha evolucionado y han surgido varios modelos basados en el ecodiseño. Cada modelo está diseñado para una función específica y pretende cubrir las necesidades concretas de cada aplicación. Actualmente Incoesa dispone de cuatro modelos que se especifican a continuación:

El CTIN C, modelo para Compañía eléctrica está concebido para la distribución eléctrica de alimentación en

anillo, con dos posiciones de línea, posición de protección con fusibles en A.T. y cuadro de distribución eléctrica protegido con fusibles en el lado de B.T. Es el equivalente a un centro de transformación convencional con 2L+1P.

El CTIN A, modelo para abonado, está diseñado para una distribución eléctrica de alimentación de fin de línea con medida en A.T.

El CTIN CS consiste en un centro de seccionamiento. En el interior de una misma envolvente se encuentra la apartament de A.T., compuesta por dos interruptores de línea y uno de paso, todo ello sumergido en un fluido dieléctrico común. Se puede suministrar con o sin fusibles.

El CTIN E está diseñado para una distribución eléctrica de alimentación con carácter temporal o provisional, estando especialmente diseñado para una rápida puesta en servicio. Disponible en modelo de intemperie, está adaptado para permitir la acometida de cables en cualquier situación. Está concebido para su instalación en obras, espectáculos, suministro eléctrico de emergencia y otras aplicaciones con carácter temporal que requieran una rápida puesta en servicio. ■



PDF CONVERTER PROFESSIONAL 2

La empresa **Scansoft** ha desarrollado el único producto capaz de combinar la creación y la conversión de archivos PDF (*Portable Document File*) en un paquete único.

El visor de PDF integrado permite convertir páginas específicas de un archivo PDF sin necesidad de tener instalado *Acrobat Reader* en el sistema.

La tecnología de reconocimiento lógico de formularios (LFR) permite convertir formularios PDF en formularios de Word, que pueden ser modificados o completados.

El programa comprende las dos herramientas siguientes:

• PDF CONVERTER 2

Ya no es necesario iniciar la apertura a través de Microsoft Word para poder utilizar un programa propio de la aplicación dado que esta nueva herramienta dispone de sus propios menús y paneles de configuración para que resulte muy sencillo realizar las conversiones de un formato a otro, modificar o incluir el texto necesario para volver a crear el fichero posteriormente.

Antes de iniciar el proceso, permite seleccionar el tipo de documento y elegirlo seleccionando opciones tan importantes como añadir las imágenes del documento original o suprimirlas, mantener los encabezamientos y pies de páginas, hipertextos, imágenes, colores de fondo, permitiendo tener un duplicado exacto del original pero ya totalmente editable.

Se distinguen los archivos clasificados como "Documentos" de los considerados "Formularios" mediante el empleo de algoritmos diferentes que permiten establecer esta clasificación al iniciar el proceso de conversión.

Requisitos mínimos:

- Pentium II
- 128 MB de memoria
- 80 MB de espacio en el disco duro
- Sistema operativo Windows 98/Me/2000/XP
- Tarjeta de vídeo de 16 bits
- Office 2000, 2002 (XP) ó 2003

Los archivos pueden protegerse mediante contraseñas e incluso marcas de agua. La configuración de fuentes y compresión permite controlar la apariencia y el tamaño del archivo PDF. Para abrir los archivos PDF cifrados basta con introducir la contraseña correspondiente.

Si Scansoft *OmniPage Pro* está instalado en el sistema, *PDF Converter* puede redireccionarse para ofrecer o analizar sus servicios.

Idiomas

El programa puede convertir documentos en varios idiomas. En la Ayuda en pantalla se encontrará una lista exhaustiva de todos los idiomas compatibles.

Al convertir un archivo PDF clasificado como "Formulario", se recono-



latino (entre ellos, los anteriores) y, por ejemplo, catalán, checo, húngaro, indonesio, polaco, quechua, rumano, swahili y turco.

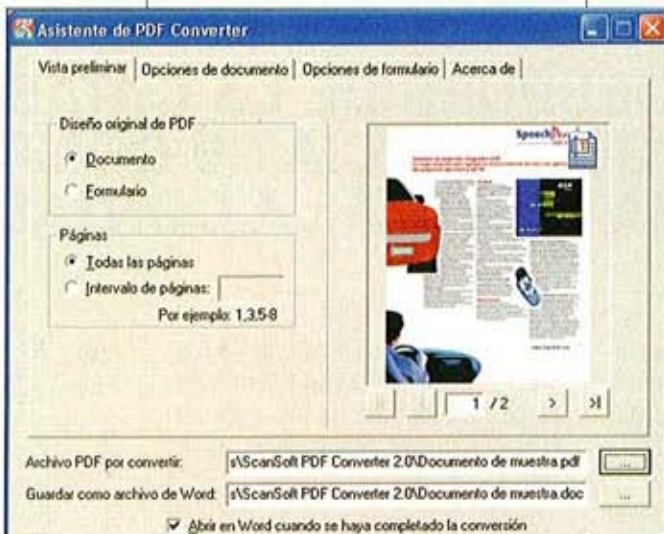
• SCANSOFT PDF CREATE! 2

Esta herramienta permite seleccionar un fichero y convertirlo a PDF sin esfuerzo. Además, es posible seleccionar varios ficheros y convertirlos sucesivamente de forma automática sin tener que intervenir directamente en el proceso.

Si se está trabajando con Microsoft Word, Excel o PowerPoint, se pueden utilizar los servicios del programa para crear directamente archivos PDF desde el documento actual. Si se está convirtiendo un documento desde Microsoft Word, los hipervínculos y comentarios pueden transformarse y crear marcadores que se generen a partir de la estructura del documento de Word.

Esta nueva versión del programa ofrece estas y otras importantes ventajas sobre la anterior. La posibilidad de la conversión en el doble sentido constituye una verdadera versatilidad y su sencillez de manejo es una de sus características principales.

El precio de esta versión es de 80 €.



cen los idiomas siguientes: alemán, danés, español, finlandés, francés, holandés, italiano, noruego, portugués y sueco.

Si el archivo está clasificado como "Documento", se admiten más de 100 idiomas que utilicen el alfabeto

PRIDESA SE ADJUDICA UNA DESALADORA EN EE.UU. POR 20 AÑOS

La Agencia pública de aguas del estado de Florida, **Tampa Bay Water**, ha adjudicado al **Consorcio Pridesa-American Water** la reparación de la instalación desaladora de agua de mar de la Bahía de Tampa, así como el funcionamiento y mantenimiento durante 20 años. Esta desaladora es la instalación más importante y de mayor capacidad de EE.UU., con una capacidad productiva de 107.900 m³ diarios.

La historia de esta instalación ha sido complicada marcada por las quiebras de dos de las Compañías norteamericanas que inicialmente estuvieron involucradas en su diseño y construcción: **Stone & Webster** y **Covanta Energy**. En agosto de 2001 se inició su construcción, que nunca llegó a ser recepcionada por el cliente por defectos en la producción de agua desalada. La imperiosa necesidad de agua potable que tiene la región de Tampa ha impulsado a **Tampa Bay Water** a llevar a cabo un Concurso internacional, abierto a todas las empresas del sector para reparar las deficiencias que presenta la

También en Vizcaya

Pridesa, en UTE con **Amenabar**, ha logrado también la adjudicación del proyecto de construcción de la EDAR de Ondarroa por un presupuesto de 9 millones de euros y un plazo de ejecución de 24 meses. Esta instalación vizcaína a tendrá una capacidad de tratamiento de 5.900 m³/día gracias a sus dos líneas de entrada diferenciadas.

En la primera línea se tratarán los caudales de Berriatua, el polígono industrial de Gordotza y el barrio Kamiñazpi de Ondarroa. En la línea 2 se tratarán las aguas del resto de este municipio. Tras el planteamiento, ambas líneas se unirán para la realización del tratamiento biológico, decantación secundaria y desinfección ultravioleta.

instalación y sustituir a **Covanta** en la operación, gestión y mantenimiento durante 20 años.

Antes de la elección, se han llevado a cabo pruebas de las soluciones propuestas por los competidores mediante la instalación de instalaciones piloto.

La solución técnica elaborada por **Pridesa** para la reparación recibió las mejores calificaciones, en los apartados técnico y económico. Ahora, la empresa del grupo **RWE-Thames Water** dispondrá de 18 meses para implantar la solución propuesta para la corrección de las deficiencias de la desaladora, con un presupuesto aproximado de 30 millones de dólares. Este contrato de construcción incluirá también la operación, gestión y mantenimiento de la instalación durante ese período, con un valor de 7 millones de dólares adicionales.

Una vez recepcionada la instalación, el Consorcio la explotará por un período de 20 años. El valor del total del contrato de servicio, gestión y mantenimiento para los citados 20 años será de 142,25 millones de dólares. ■

DOS AÑOS DESPUÉS DE LA CATÁSTROFE DEL PRESTIGE, FRANCIA SE COMPROMETE EN LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN MARINA

El armador francés **Socotra**, sensible a la necesidad de proteger el medio ambiente y preservar el universo marino, decide equipar toda su nueva flota con el sistema JLMD.

Ya instalado en el *Nizon* -fletado por **Total**- este sistema ya está previsto en otros dos barcos: el *Kerlaz* y el *Kermaria* pero la acción va más allá y también se plantea instalar el sistema en todos sus barcos en fase de explotación.

El citado sistema permite recuperar rápidamente el cargamento conte-

nido en los barcos en caso de naufragio o de encalladura y puede instalarse en todo tipo de barcos cisterna. Funciona independientemente de las condiciones meteorológicas.

Ya son unos 50 los petroleros en espera de pedidos. Muy exigente en términos de seguridad marítima, al **JLMD Ecologic Group** en la lucha contra la contaminación marítima y, gracias a la aportación de su pericia, estas empresas permiten instaurar nuevas normas como **Groupama Transport**, el segundo asegurador eu-

ropeo del medio marítimo, que pondrá ventajas a los armadores que quieran equipar su flota con el nuevo sistema.

El **JLMD Ecologic Group** se convierte en un actor ineludible del mundo marítimo ya que viene acompañado por el **Instituto francés del mar**, la **Sociedad nacional de rescate en el mar**, los **Armadores de Francia** y **BRS**, así como por socios extranjeros como **Tamoil**, **SMIT Salvage**, **MTI Network** y **UK P&I Club**. ■

Congreso **PROINLAND** 2005

Miércoles 23 y Jueves 24 de febrero de 2005. Bilbao.
Por la mañana, ponencias: Museo Guggenheim, Auditorio.
Por la tarde, mesas de trabajo: Hotel Domine, Salones.

PROGRAMA

23/2/2005

PONENCIAS

1) "Desarrollo de infraestructuras industriales como política pública de promoción"

Ponente: **Jon Azua**. Presidente de e-innovating-lab

2) "Planificación y Ordenación del Territorio: Objetivo e influencias en el desarrollo de infraestructuras industriales"

Ponente: **Alfonso Vegara**. Arquitecto. Director de Taller de Ideas.

3) "Condicionantes del desarrollo de infraestructuras industriales en Euskadi"

Ponente: **Marisol Esteban**. Catedrática de Economía Aplicada, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la UPV.

4) "Experiencia internacional en gestión y promoción de infraestructuras industriales"

Ponentes: **Funcionario de la Unión Europea**.

MESAS REDONDAS

1) "Experiencias diversas sobre modelos de gestión de suelo"

Moderador: **Aitor Cobanera**. Presidente de SPRILUR.

Participantes propuestos: Nº 1: INSTITUT CATALÀ DEL SOL / Nº 2: INBISA

2) "Colaboración interinstitucional en la política de gestión de suelos: políticas globales y sectoriales"

Moderador: **Abel Muniategi**. Viceconsejero de Ordenación del Territorio y Biodiversidad.

Participantes: **Alfonso Vegara, Jon Azua**.

PONENCIAS

1) "Nuevos modelos de gestión del suelo: Uso o consumo"

Ponente: **Registrador de la Propiedad**.

2) "Suelo industrial: categorización de espacios"

Ponente: **Alejandro Zaera Polo**. Arquitecto, forma parte de United Architects.

3) "¿Es satisfactoria la política pública en materia de infraestructuras inmobiliarias industriales para el empresario?"

Ponente: **Ricardo Benedí**. Presidente del Grupo Elecqui.

4) "Desarrollo sostenible en la gestión de infraestructuras inmobiliarias para actividades económicas"

Ponente: **Joseph Stiglitz**. Premio Nobel de Economía 2001.

MESAS REDONDAS

1) "Factores condicionantes y realidades del desarrollo de las infraestructuras industriales"

Moderadora: **Carmen Muñoz**. Decana de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la UPV.

Participantes: **Alejandro Zaera Polo, Marisol Esteban y Joseph Stiglitz**.

2) "Experiencias empresariales, factores favorables y desfavorables que encuentran los empresarios en la gestión pública de suelo"

Moderador: **Iñigo Ocariz**. Presidente del Colegio Vasco de Economistas.

Participantes: **José Martín Echeverría**, Presidente de Adegi y **Ricardo Benedí**, Presidente del Grupo Elecqui.



I Encuentro de Promoción y Gestión de Suelo Industrial
1st symposium on Land Development and Management
Lurzoruaaren Sustapen eta Kudeaketaren I. topaketa

Organiza:



SPRILUR

Eusko Jaurlaritzaren Herri Baltzua
Sociedad Pública del Gobierno Vasco

Inscripciones en:

**Secretaría
Técnica**

Tel: 94 424 02 99

Fax: 94 425 54 21

E-mail: secretariatecnica@proinland.org

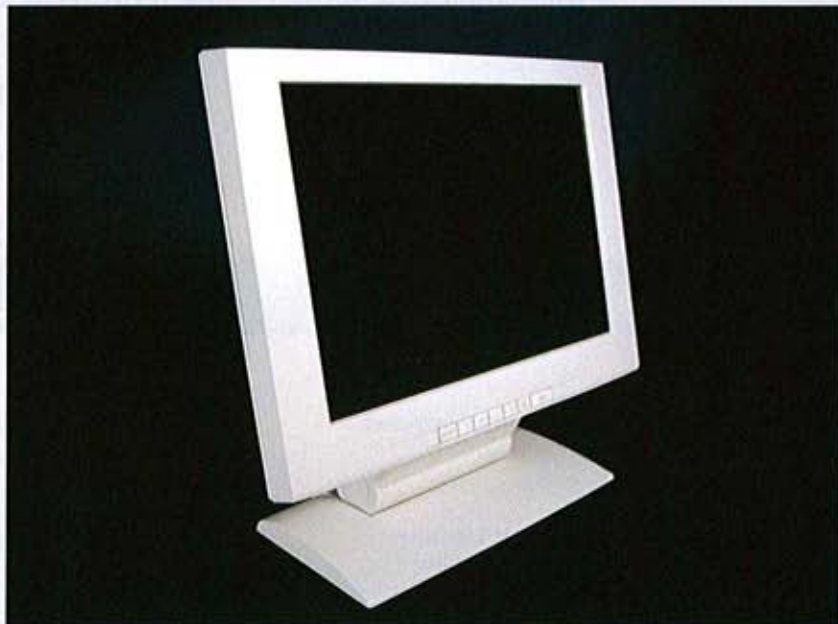
LAS PANTALLAS TFT

Destacan en nuestros equipos informáticos, las manejamos constantemente y forman ya parte del escenario que vivimos día tras día. Pero ¿sabemos qué son y cómo funcionan?

Una pantalla de este tipo debe cumplir requisitos muy exigentes: ser lo más brillante posible y, al mismo tiempo, ofrecer una respuesta rápida con buen contraste. Además, debe consumir poca energía y ser muy ligera. Y, cuanto más plana sea, mucho mejor.

Para satisfacer estos requisitos, las pantallas en color **Toshiba** están diseñadas con la tecnología ultramoderna TFT (*Thin Film Transistor*), que satisface con creces todas las expectativas en cualquier ámbito relacionado con la calidad.

Para que la imagen sea lo más radiante y nítida posible se necesitan gran cantidad de píxeles. En la tecnología TFT cada píxel está controlado de forma independiente por tres transistores, cada uno para los colores rojo, verde y azul. Esto significa que en la pantalla hay varios millones de



estos "interruptores de luz", que ofrecen una excelente calidad de imagen. Así, por ejemplo, una pantalla con una resolución de 1024 x 768 contiene más de 2,3 millones de transistores, que hacen posible un tiempo de respuesta ultrarrápido (< 50 ms), evitando la aparición de las molestas imágenes fantasmas que pueden ver-

se cuando la imagen cambia rápidamente.

Las pantallas con esta tecnología cumplen con requisitos técnicos y de muy alta calidad. El proceso de fabricación está sometido a un riguroso control de calidad, respetando estrictamente el número máximo de errores de píxeles permitido previstos en la Norma ISO 13406-2 (que establece unos estándares realmente exigentes en materia de fabricación de pantallas). Tanto es así, que cada pantalla cumple con la norma ISO de alta calidad, Clase 2, obligatoria para el material informático de oficina en lo que a errores de píxeles se refiere. Dicha norma fija el número máximo permitido de píxeles defectuosos en el momento de la entrega (Ver tabla) para obtener más detalles. Si, en contra de todas las previsiones, la pantalla presenta un número alto de píxeles defectuosos, Toshiba evaluará inmediatamente la situación y, en su caso, se encargará de facilitar una pantalla nueva.

En comparación con los monitores CRT convencionales, las pantallas con tecnología TFT emiten unos niveles de radiación muy bajos, lo que reduce los riesgos de salud que conlleva la contaminación electromagnética. ■

Error de píxel

La norma ISO divide los píxeles defectuosos en tres tipos:

- El tipo I incluye los píxeles que se iluminan completamente (un máximo de dos errores por millón) y que son de color blanco.
- El tipo II se refiere a los píxeles que no se encienden (un máximo de dos errores por millón) y que aparecen en color negro.
- El tipo III abarca los subpíxeles defectuosos que se mantienen permanentemente encendidos, o parpadeando en el color que controlan (un máximo de cinco errores por millón).

	Tipo I (2 ppm)	Tipo II (2 ppm)	Tipo III (5 ppm)
240 x 320			
Píxeles defectuosos por 230.240 transistores	1	1	1
XGA (1.024 x 768)			
Píxeles defectuosos por 2.359.296 transistores	2	2	4
SXGA (1.280 x 1.024)			
Píxeles defectuosos por 3.932.160 transistores	3	3	7
UXGA (1.600 x 1.200)			
Píxeles defectuosos por 5.760.000 transistores	4	4	10

INFORME SOBRE EL LENGUAJE (IX)

Flanqueado

"...al salir de la reunión flanqueado por ambos ministros del..."

Flanquear es estar colocado al flanco o al lado de una cosa. Las otras acepciones del verbo son militares y se refieren a la protección o al ataque de los flancos de un ejército. Por eso, el adjetivo flanqueado no se atribuye, en principio a las personas, sino a las cosas ya que califica al "objeto que tiene a sus flancos o costados otras cosas que le acompañan o completan". Sólo en caso de estar "defendido o protegido por los flancos" puede emplearse con seres humanos.

Es muy frecuente usar el verbo y el adjetivo sin tener en cuenta este matiz, sobre todo en la información gráfica de alguna reunión de personalidades. A la hora de explicar la fotografía, siempre sale el protagonista "flanqueado" por otras celebridades. Debería decirse acompañado porque flanqueado, lo que se dice flanqueado, sólo puede estar el que lleva pegado a sus ijares a dos enormes guardaespaldas.

Favorito a priori

"Y en estos comicios es el que parte como favorito a priori."

La locución latina "*a priori*" quiere decir "antes de examinar el asunto de que se trata". Puede interpretarse en el sentido de "antes de la experiencia" y así se usa la mayoría de las veces. En esta segunda acepción ha influido mucho el "*a priori*" kantiano, entendido como "independiente de la experiencia".

En vísperas de cualquier competición -deportiva, política, artística...- suele hablarse de la persona considerada como favorita, del competidor que parte con más probabilidades de ganar por ser el "estimado o apreciado con preferencia": éste es el auténtico significado del adjetivo, que se acostumbra usar sustantivado: el favorito.

Con frecuencia se oye y se ve escrito que fulano es el favorito *a priori*; o que "*a priori*, las encuestas señalan como favorito a...". Es una redundancia. El favorito siempre se elige, se apunta, antes de los comicios, del certamen literario, de la prueba deportiva. ¡Vaya un listo el que escoja un favorito "*a posteriori*"! Y el manido máximo favorito es simplemente, el favorito.

Funcionar

"...últimamente hemos podido comprobar que la mayor parte de los planes de reforma no han funcionado..."

Funcionar significa "ejecutar una persona, máquina, etc., las funciones que le son propias".

Después de esta definición, si volvemos a leer la frase del ejemplo, empezaremos a ver que algo no va bien o no funciona en el léxico utilizado por quien la pronunció.

Quizás en un primer momento no nos resultase chocante y ello es debido a que está de moda emplear el verbo funcionar con significado metafórico que hasta ahora no tenía en español. Volviendo al ejemplo, lo que ahí se quiso decir era que los planes de reforma no habían tenido éxito, no habían salido bien, no habían llegado a feliz término o no habían cumplido los objetivos para los que habían sido diseñados.

También se aplica erróneamente lo de funcionar cuando se trata de personas: "funcionó muy bien en el equipo", en lugar de se acopló o se integró en el equipo; o para decir mentirijillas concupiscentes como: "todavía funciono como si tuviera 20 años".

Galo

"...desde que la policía gala detuvo al responsable de finanzas de..."

No es propio identificar galo y francés como si fueran adjetivos y gentilicios equivalentes. La Galia no era sólo Francia; la Cisalpina correspondía al norte de Italia, desde los Apeninos a los Alpes; y la Transalpina –la Galia propiamente dicha–, además de la actual Francia, abarca Luxemburgo, Bélgica, el sur de Holanda, el este de Alemania desde el Rhin- y casi toda Suiza.

Llamar galos a los franceses es un anacronismo. Resulta tan inadecuado como hablar de policía ibera, de aviación andalusí o de ejecutivos hispano-visigodos; y algo tan chocante como denominar "cónsul de la Tarraconense" al presidente de la Generalidad de Cataluña.

En nombre de la precisión histórica y geográfica –y, en definitiva, lingüística– dejemos a los galos en los escritos de Julio César, su gobernador en historiador, y en los tebeos de Astérix.

Hemisferio

"...las decisiones tomadas en la cumbre hemisférica son trascendentales para el desarrollo del comercio entre España y América..."

Para los que hablamos es español hemisferio es la "mitad de la superficie de la esfera terrestre, dividida por un círculo máximo, de preferencia el Ecuador o un meridiano".

Sin embargo, se está usando esa palabra con el significado de "continente americano" o, simplemente, "América". Así vemos que se habla de "los países del hemisferio" o de "los países hemisféricos" cuando de lo que se trata es de los países de América o de los americanos. Y no se tiene ningún recato al llamar "Cumbre hemisférica" a la que reunió en Miami a todos los países de América (excepto Cuba) en diciembre de 1994, y cuyo nombre oficial era Cumbre de las Américas, aunque quizás habría quedado mejor Cumbre panamericana.

¿Quién ha decidido cambiar el significado y el tamaño de los hemisferios?

Hispanoparlante

"...las relaciones con los países hispanoparlantes..."

Es curioso observar cómo muchos hispanohablantes se llaman a sí mismos hispanoparlantes, esto es: parlanchines de mucha labia y charla insustancial; deslenguados que van con chismes y habladurías; chismosos que cuentan cosas que deberían callar. De estos dice Covarrubias que son cezañeros que siembran discordias y les llama *ministros de Satanás*.

Parlar es además, "hacer algunas aves sonidos que se asemejan a la locución humana" con lo que hispanoparlante equivaldría en este caso a loro cacatúa que cotorrea en español. Y hay también máquinas parlantes, como las instaladas en los bares y cafeterías que dan las gracias al recoger el tabaco y el que, al hacerlo en español, podrían adjetivarse hispanoparlantes con toda propiedad.

Este vocablo que se nos ha colocado por influencia del francés y del catalán en muy corriente en el español de América pero pone en entredicho nuestra competencia como hispanohablantes.

Como dice el refranero: *"Galán parlero, mal galán y peor caballero."*

Oviedo, 29 de noviembre de 2004

José Miguel Marañón Antolín
Director
Revista DYNA
Bilbao

Estimado Sr. Director de la Revista DYNA de la que soy asiduo lector:

Deseo mediante este escrito manifestar mi desacuerdo con el Editorial del mes de Noviembre de 2004 relativo a la evaluación de los Ingenieros Industriales.

La situación de nuestras Escuelas y la de otras muchas de otras titulaciones es consecuencia de una trayectoria que desde hace muchos años se esta siguiendo en España. Es políticamente rentable y favorable para la Universidad y para los docentes el que, en cada provincia y pueblo, se cree una Escuela de Ingeniería, Arquitectura, Medicina, etc. ya que supone más votos, más puestos de trabajo para docentes, más oportunidades y facilidades de formación para los hijos de los habitantes de cada localidad y, en resumen, todos contentos. Deben tenerse en cuenta, sin embargo, antes de crear una sola Escuela, una serie de premisas entre las que, de forma no exhaustiva, podemos destacar las siguientes:

- Necesidad de nuevas titulaciones en España y en esa localidad de la titulación a crear.
- Medios económicos necesarios no sólo para inaugurar la Escuela sino para su sostenimiento a lo largo de los años.
- Personal docente cualificado para impartir todas las materias de la carrera.
- Sistema permanente de control de la calidad de la enseñanza impartida.
- Etc.

Cumplidos los requisitos anteriores, no es preciso (como se indica en el Editorial) evaluar a los alumnos para estimular la competitividad y evaluar el nivel de docencia o plantear nuevas estrategias. Respecto a las Escuelas que no cumplan unos determinados requisitos, lo que hay que hacer es cerrarlas. No debemos permitir que existan, como en el fútbol, ingenieros de la, 2ª y 3ª división. Si en España no se necesitan profesionales de una determinada titulación, el crear una nueva Escuela es formar parados y frustrados. Si no se va a disponer de fondos para dotar y equipar a la Escuela a lo largo de los años de los medios necesarios (que son elevadísimos), lo mejor es olvidarse de ella. El personal docente es otro aspecto del que en muchas ocasiones nadie se ha ocupado.

Crear una Escuela no es dotarla de medios materiales y luego permitir que se imparta la enseñanza sin un mínimo de catedráticos, con unos aficionados a la enseñanza sin la preparación, conocimiento y experiencia necesarios. En la actualidad, en muchas de nuestras Escuelas tenemos ejemplos de estos casos en unos porcentajes escandalosos. Y, a propósito de los docentes, la dedicación exclusiva de docentes en una carrera como la de Ingeniero Industrial, eminentemente práctica, está favoreciendo la existencia de unos "teóricos de la enseñanza" que pasan directamente de la obtención del título a la docencia sin ninguna experiencia, laboral, industrial y empresarial alejados de la realidad y del mundo en que desarrollarán su actividad sus alumnos y esa carencia es muy perjudicial y se está detectando de forma cotidiana en los alumnos. Si la dedicación exclusiva es necesaria para la docencia, debe comprobarse que el docente ha tenido una experiencia industrial y laboral y exigirse un reciclado y una actualización periódica.

Si se establece además un control periódico de las Escuelas y sus docentes mediante adecuados sistemas de evaluación, podremos garantizar la formación de los alumnos. Una evaluación de alumnos, tal como se propugna en su Editorial, detectaría deficiencias *a posteriori* y podría establecerse como un complemento pero el origen que son los medios materiales y humanos de las Escuelas son, en mi opinión, el foco principal de atención y análisis. Respecto a los parámetros de evaluación, sería necesario, a su vez, un análisis profundo. En la actualidad se están manejando algunos como "el número de suspensos" o "el número de años que tardan los alumnos en finalizar una carrera" como elementos de evaluación, pero manejándolos erróneamente.

Si a un docente se le valora negativamente porque suspende un porcentaje elevado de alumnos sin ningún tipo de análisis de este dato, se está cometiendo un error. ¿El profesor suspende porque es un mal docente o porque sus alumnos no estudian? ¿Qué debe hacer un docente cuando la preparación de sus alumnos no es la adecuada para recibir los conocimientos de su asignatura? ¿Bajar el nivel de enseñanza o suspender? Para estos interrogantes en mi opinión no hay más que una respuesta: si no estudian se les suspende y si no tienen los conocimientos necesarios, también. Lo contrario sería atentar contra la calidad de tal enseñanza, la formación y la preparación de los alumnos.

(sigue...)

CARTAS AL DIRECTOR

Cuando una carrera de cuatro o cinco años los alumnos tardan en hacerla "como media" ocho o nueve, ¿es que la carrera está mal diseñada? ¿Hay que modificarla? En mi opinión, antes de pronunciarse sobre este dato hay que analizarlo.

El planteamiento actual de muchos alumnos (y en ocasiones también de sus padres) es matricularse al comienzo del Curso sólo de unas pocas asignaturas y no de un Curso completo con objeto de conseguir un año de estudios mucho más relajado y con menor esfuerzo. Eso, unido a la posibilidad de examinarse en varias convocatorias y a la posibilidad de llegar al último Curso con asignaturas pendientes de aprobar del primer Curso, hace que efectivamente las carreras para muchos alumnos sean interminables y en ocasiones costosas y preocupante para sus padres, que tienen que seguir ocupándose de las necesidades económicas del "eterno estudiante". Hay que indicar a los alumnos y mentalizarles de que, en muchos casos, su "ligereza" a la hora de estudiar les supone a sus padres más años de sacrificio, preocupaciones y privaciones económicas y personales y que tienen una responsabilidad ante la Sociedad que es la que costea en gran medida sus carísimos estudios.

Las carreras superiores de Ingeniería y Arquitectura han gozado de un gran prestigio desde hace muchos años no sólo en España sino fuera de nuestras fronteras y se está siguiendo actualmente una trayectoria de deterioro en la calidad de la enseñanza y unas amenazas a través de los acuerdos de Bolonia que pueden perjudicar seriamente su futuro. Evaluación de los alumnos, sí, pero siempre si se han tenido en cuenta y corregido las deficiencias antes indicadas y otras muchas que con toda seguridad he olvidado.

En cualquier caso, debería tratarse de una evaluación aleatoria que complementara al resto de actuaciones para el análisis de la calidad de la enseñanza de una Escuela, pero en ningún caso de un examen más a añadir a los cientos de exámenes que deben superar los alumnos en su carrera ya que, de lo contrario, se convertiría en el examen de los ya examinados permanentemente lo que parece un auténtico disparate.

Rodolfo Valdor Peña
Ingeniero Industrial

Hola, José Miguel:

Gracias por la publicación en DYNA de noviembre de mi artículo "*Beneficios en el mundo empresarial*". Me ha hecho mucha ilusión verlo publicado.

Debo felicitarte por la ubicación de dicho artículo en la publicación de noviembre pues está en sintonía con la temática tratada en otros artículos publicados.

Quiero resaltar dos artículos publicados en esa misma edición: "*El ingeniero industrial y la Ética en los negocios. la importancia de contemplar la business ethics*" y "*Hacia una empresa más ¿humana?, ¿ciudadana?*", ambos en consonancia con el mío (o el mío con ellos) al mostrar cómo el objetivo único no puede ser sólo los beneficios sino que hay otros como la Ética o la responsabilidad social. Esta coherencia con mi artículo me ha gratificado. Sin embargo, he pretendido ir más allá al establecer otros objetivos más refinados y otro inferior: la supervivencia.

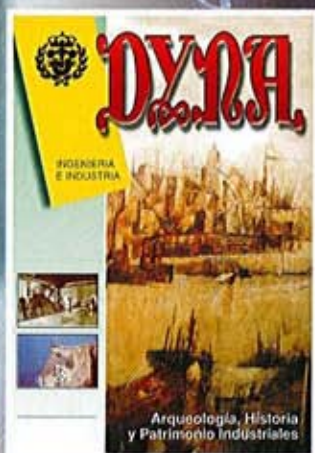
Este artículo lo había escrito hace unos cinco años por lo que, si no te lo hubiese enviado o no hubiera sido publicado, me tiraría de los pelos al ver, al leer la revista, cómo otros se adelantaban en las ideas. Y seguramente este artículo habría sido mucho más novedoso de haber sido publicado hace cinco años.

Dispongo de otros artículos, escritos desde hace ya tiempo, que desempolvaré, revisaré y os remitiré en un futuro próximo. Para mí sería muy penoso quedarme con ellos en un cajón y comprobar posteriormente que tenían validez y otros autores se adelantaran.

Gracias.

Jesús Fernández Alonso

DYNA



PROGRAMA DE MONOGRÁFICOS 2005

2.- TRANSPORTES (Abril)

- Movilidad sostenible
- Centros Logísticos
- El FFCC y su impacto ambiental
- Nuevos sistemas de Tracción
- La alta velocidad en FFCC
- Metros
- Hidrógeno
- Consumo energético

3.- EVOLUCIÓN INDUSTRIAL (Julio/Ag/Set)

- Competitividad de los Sectores Industriales
- La Industria y el *Protocolo de Kioto*
- Industria y empleo

- Nuevas aplicaciones de la tecnología láser
- La deslocalización industrial
- Automatización de procesos
- La miniaturización
- Las nanotecnologías
- Contaminación acústica
- Seguridad industrial
- Prevención y Salud Laboral

4.- INFORMÁTICA EN INGENIERÍA (Octubre)

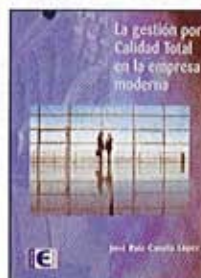
- Los sistemas operativos
- Simulación de procesos
- Optimización de procesos
- Aplicaciones informáticas y la reducción de costes
- La Informática como instrumento de Formación

- Informatización de los Cálculos convencionales (Cross, Moore,...)

5.- ENERGÍA (Diciembre)

- Eficiencia energética
- Energías renovables: Estado actual y perspectivas
- La Energía factor clave del Desarrollo Sostenible
- Alternativas a los combustibles fósiles
- La Edificación y el ahorro energético
- Estado actual de la energía nuclear: Nuevos reactores
- Perspectivas del proyecto ITER
- Cogeneración

Nota.- Los temas de cada monográfico sugieren posibles contenidos a incorporar al número correspondiente y no pretenden ser exhaustivos.



CDU: 334.338.518:658.811 = 134.2

LA GESTIÓN POR CALIDAD TOTAL EN LA EMPRESA MODERNA. Autor: José Ruiz-Canela López. 488 p.p. de 170 x 240 mm. RA-MA Editorial. 2004. Precio: 27,90 € IVA incluido.

Índice de Capítulos: La Calidad Total en la empresa del siglo XXI.- Fundamentos de la Calidad Total.- Sistema de la Calidad Total (SCT).- Planificación.- Implantación.- Seguimiento.- Mejora.- La Calidad Total y la gestión por procesos.- La

Calidad Total y modelos de gestión empresarial.- Herramientas de progreso para la gestión por Calidad Total.- Bibliografía.

Se trata de un manual de referencia, tanto en el ámbito académico como para directivos de empresa dado que reúne de forma estructurada el conocimiento necesario para aplicar la Calidad en las distintas funciones del negocio. La Calidad es también una forma de integrar una gestión que logre exceder la satisfacción de los clientes con criterios de rentabilidad empresarial. Se introduce un concepto innovador: la relación entre Calidad Total y e-Business estudiando las razones principales de la ineficiencia de ciertos programas de Calidad y errores más frecuentes. L.B.

CDU: 316.47:334 = 134.2

LAS COMUNICACIONES EN LA EMPRESA. NORMAS, REDES Y SERVICIOS. 2ª Edición ampliada y actualizada. Autor: Perfecto Mariño. 560 p.p. de 170 x 240 mm. RA-MA. 2003. Precio: 29,95 € IVA incluido.

Índice de Capítulos: Comunicaciones y empresa.- La conectividad de la red global.- Normalización de las conexiones locales.- Normalización de la jerarquía de redes: redes locales.- Redes de larga distancia.- Servicios de comunicación en la empresa.- Servicios y normas en redes IP.- Las redes de acceso.- Índice alfabético.

El espectacular desarrollo de las redes de comunicación ha contribuido al crecimiento de sus actividades en todos los ámbitos llegando a constituir una gigantesca oferta de servicios y aplicaciones en todos los niveles de complejidad. Esta obra presenta de forma clara, ordenada y completa una visión general de los conceptos de las comunicaciones, tipos de redes, características de los servicios y normas internacionales. Esta edición incorpora dos nuevos capítulos: las redes IP y la oferta de redes de acceso. Es una obra de referencia para cualquier nivel. L.B.



CDU: 519 = 134.2

INTRODUCCIÓN A LA ESTADÍSTICA ECONÓMICA Y EMPRESARIAL. TEORÍA Y PRÁCTICA. 3ª Edición. Autor: Francisco Javier Martín-Piñero López. 600 p.p. de 170 x 240 mm. Thomson. 2004.

Índice de Secciones: Introducción.- Análisis estadístico de una variable.- Desigualdad.- Análisis estadístico de dos o más variables.- Números índices.- Series temporales.- Tasas de variación.- Análisis estadístico de datos ordinales y categóricos.- Ejercicios.- Bibliografía.

La Estadística no puede entenderse, simplemente, como un conjunto de valores numéricos ya que actualmente, es una ciencia que facilita no sólo los medios precisos para obtener la información numérica de base, sino que, además, proporciona métodos objetivos de análisis de la información recogida. Esta tercera edición es una versión corregida y actualizada, con los ejemplos en euros y tiene la pretensión de servir de soporte a las explicaciones que puedan impartirse en las aulas. L.B.



MANUAL DE DERECHOS, OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Ángel Rubio Ruiz

CDU: 618.4 = 134.2

MANUAL DE DERECHOS, OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES EN LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES. Autor: Ángel Rubio Ruiz. 794 p.p. de 160 x 230 mm. FC Editorial. 2002.

Índice de Capítulos: La normativa de prevención de los riesgos laborales en España: su fundamento y principios.- La política de prevención de los riesgos laborales como función de las administraciones públicas.- El deber general de prevención del empresario y obligaciones específicas derivadas del mismo.- Obligaciones del empresario relacionadas con las condiciones de trabajo establecidas en la LPRL.- Otras obligaciones específicas del empresario relacionadas con las condiciones de trabajo.- Obligaciones del empresario cuyo contenido está referido a los trabajadores.- Obligaciones de organizar el sistema de prevención en los supuestos de concurrencia de varios empresarios.- Obligaciones de sujetos distintos al empresario.- Derechos y obligaciones de los trabajadores.- Control del cumplimiento de la Normativa de prevención.- Responsabilidades de los incumplimientos.- Bibliografía. El objetivo de esta obra es proporcionar un instrumento eficaz para comprender y valorar el alcance de los derechos y obligaciones establecidos por la Normativa. L.B.

CDU: 614.8 = 134.2

CÓMO IMPLANTAR LA CULTURA PREVENTIVA EN LA EMPRESA. Autor: Alejandro Mendoza Plaza. 424 p.p. de 160 x 230 mm. FC Editorial. 2004.

Índice de Capítulos: Visión general del sistema y de los trabajos para su (auto) implantación en la empresa.- La cultura preventiva del sistema. El decálogo de sus principios y conceptos.- La gestión preventiva. Los ámbitos de actuación del sistema.- La medición del funcionamiento del sistema. La documentación. Gestión de la prevención convencional.- Validación.- Glosario de abreviaturas y siglas.- Glosario de términos.- Apéndice.

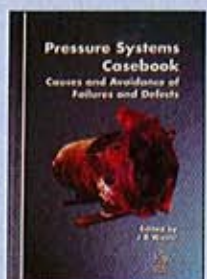
El propósito de esta obra es transmitir dos mensajes sencillos y directos: la Cultura preventiva incluye la forma de trabajar que evita los accidentes laborales y es posible y económico gestionar el cambio cultural hacia esa nueva cultura. Se presenta un método probado y efectivo para empresas de cualquier actividad: construcción, industrial, agrícola, comercial, bancaria, hospitalaria, transportes, etc. Se exponen las partes fundamentales del método AmeP Safe-Pro. L.B.



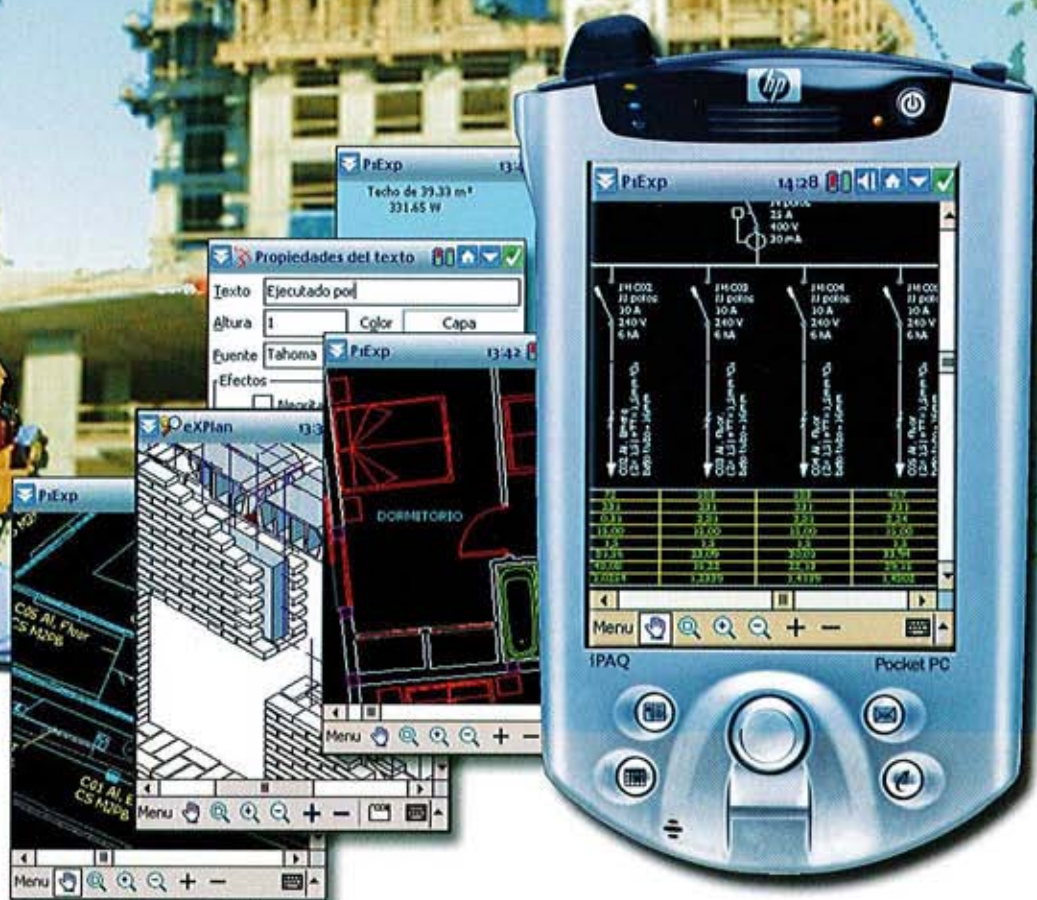
CDU: 532/533 : 621 = 111

PRESSURE SYSTEMS CASEBOOK. CAUSES AND AVOIDANCE OF FAILURES AND DEFECTS. Editor: J.B. Wintle. 144 p.p. de 160 x 240 mm. Professional Engineering Publishing. 2004. Precio: £ 77.00.

Índice de Capítulos: Lessons from failures of gas cylinders used for dispersing beverages.- Experience for health and safety laboratory investigations.- Insurance aspects of pressure systems failures.- Failure investigation for commercial purposes-system failures leading to the collapse of storage vessels under partial vacuum.- Reliable technical failure investigation.- Failure design procedures in the new European pressure vessel standard EN 13445.- Causes of vibration fatigue in process pipework-a new methodology to assess the risk.- Avoiding vibration-induced fatigue failures in process pipework. Lessons learned from pressure system failures. Los sistemas a presión contienen energía almacenada y siempre es posible el accidente motivado por un fallo. Estos fallos se siguen produciendo y son de alto coste para el perjudicado sin que todavía sean bien conocidas las razones que los provocan. Esta obra va dirigida al conocimiento y precauciones a tomar en todos los elementos que pueden desencadenar tan fatales fallos. Los autores son verdaderos especialistas en esta materia. L.B.



Control de obras en sólo 42 cm²



TITULOS PROGRAMADOS:
Visor de planos eXPlan
Prontuario de acero
Prontuario de hormigón
Control de obra ejecutada
Visor de normativas ITser
Control de seguridad y salud
Control de probetas
Control de acero

arquipocket

"la informática desde su bolsillo"
en arqui.com



**CONSULTE
OFERTAS PDA HP IPAQ
+ SUSCRIPCIÓN**

Aplicaciones PDA para profesionales del sector de la arquitectura e ingeniería.

La colección arquipocket controla desde su bolsillo distintos procesos informáticos a pie de obra: visualizar planos importados de CAD, levantamiento de croquis, control del hormigón y acero, seguimiento de visitas a obra...

Funcionan con agendas de mano o pdas con windows pocket pc.

Subscribiéndose a esta colección recibirá 2 aplicaciones PDA por sólo 120€ trimestre. (periodo mínimo de contratación 1 año. Ahorro 60€/aplicación).

**desde
60€
aplicación**

Titulos sueltos: **consultar**

Con el aval de un líder nacional en fabricación de software 3D para arquitectura e ingeniería.

95 20 20 165

procedimientos uno



Si no dispone de pda consulte ofertas suscripción + hp ipaq en arqui.com. Precios IVA no incluido

Invierta en la economía que mueve el mundo: la economía U.S.A.



Los efectos en los mercados económicos se notan antes y con más intensidad en la mayor economía del mundo: Estados Unidos.

Estados Unidos es el motor económico mundial con las empresas más innovadoras y con mayor potencial, líderes en casi todos los sectores. Asimismo, la Bolsa estadounidense es el mercado de valores más grande, diversificado y líquido del mundo.

C.I. Bolsa U.S.A., F.I.* es una excelente fórmula para invertir directamente en acciones de las principales empresas de Estados Unidos (tanto de alta como de baja capitalización) o de empresas canadienses con intereses y cotización en los mercados de EE.UU.

Si desea ampliar esta información puede dirigirse a cualquiera de nuestras oficinas, llamar al **902 200 888** de **teleingenieros** Fono, o conectarse a **www.caja-ingenieros.es** de **teleingenieros** Web.

Caja Ingenieros Bolsa U.S.A., F.I. Fondo y folleto informativo inscritos en la CNMV. Sociedad gestora: Caja Ingenieros Gestión, S.G.I.I.C., S.A. Sociedad depositaria: Caja de Ingenieros, S. Coop. de Crédito. Los Fondos de Inversión no son depósitos y comportan riesgo de inversión incluyendo la posibilidad de que, en periodos concretos de cálculo, se produzcan minusvalías.

Caja de Ingenieros