

SEGURIDAD HÍDRICA



JOAQUÍN MELGAREJO MORENO
M^a INMACULADA LÓPEZ ORTIZ
PATRICIA FERNÁNDEZ ARACIL

SEGURIDAD HÍDRICA

© los autores, 2023
© de esta edición: Universitat d'Alacant
ISBN: 978-84-1302-234-5

Reservados todos los derechos. No se permite reproducir, almacenar en sistemas de recuperación de la información, ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado -electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etcétera-, sin el permiso previo de los titulares de la propiedad intelectual.

TABLA DE CONTENIDO

BLOQUE I - PLANIFICACIÓN

Consideraciones ambientales con relación a la aprobación del Plan Hidrológico del Tajo de Tercer Ciclo 2022-2027 y el Traspase Tajo-Segura José Navarro Pedreño.....	19
Planificación Hidrológica: información, participación y evaluación ambiental estratégica Ángel Ruiz de Apodaca Espinosa	39
Representación espacio-temporal del riesgo de inundación a partir de las indemnizaciones del seguro de riesgos extraordinarios Francisco Espejo Gil, Urko Elozegi Gurmendi.....	59
La desalación en la estrategia de seguridad hídrica. Implicaciones económicas y ambientales Alberto del Villar García.....	73
La desalación en la provincia de Almería: garantía para el abastecimiento y el regadío Francisco Javier Alcántara Pérez	93
Mejorar la resiliencia ante las inundaciones en la Vega Baja (España). Propuesta didáctica en bachillerato Ángela del Carmen Zaragoza, Álvaro-Francisco Morote, María Hernández Hernández.....	105
Resignificando la ciudad como biotopo humano Javier Eduardo Parada Rodríguez, Liliana Romero Guzmán, Jesús Enrique De Hoyos Martínez	117
Gestión del agua y saneamiento básico en una reserva de desarrollo sostenible: comunidad de Nossa Senhora do Livramento do Tupé, Brasil Antonio Jorge Barbosa da Silva Maria Claudia da Silva Antunes de Souza	133
Proposición de una metodología para estimar la erosión del suelo en viticultura mediante ISUM (Improved Stock Unearthing Method). Un caso en el viñedo leonés Antonio Jódar-Abellán, Marta García-Fernández, Susana García-Pisabarro, Jesús Rodrigo-Comino	141
Estimación de la disponibilidad y seguridad hídrica bajo escenarios de cambio climático en una cuenca hidrológica agro-forestal del sureste de España Antonio Jódar-Abellán, Dámaris Núñez-Gómez, Efraín Carrillo-López, Ryan T. Bailey, Pablo Melgarejo	151
Determinación del umbral de escorrentía y disponibilidad hídrica de la cuenca hidrográfica del río Jubones, Ecuador Paolo Brazales Cervantes, Seyed Babak Haji Seyed Asadollah, Antonio Jódar-Abellán.....	163
Análisis del umbral de escorrentía de la cuenca del río Obispo, en la provincia del Carchi (Ecuador) Pablo David Viera Ríos, Derdour Abdessamed, Antonio Jódar-Abellán.....	175
El acuífero del Peñón (Alicante): un pequeño acuífero kárstico Víctor Sala Sala, José Miguel Andreu Rodes, Miguel Fernández Mejuto, Ernesto García Sánchez.....	185

¿Se observan cambios en la precipitación que afecten al Acuífero del Ventós (provincia de Alicante)?

José Miguel Andreu Rodes, Igor Gómez Domenech, Miguel Fernández-Mejuto, Juan Bellot Abad197

Revisión de las políticas de modernización de regadíos en la Comunidad Valenciana. La estrategia valenciana de regadíos 2020-2040

David Sancho-Vila, Marta García-Mollá207

El impacto del proyecto europeo ARSINOE en la gestión del acuífero de la isla de El Hierro (Canarias)

Juan C. Santamarta, Noelia Cruz-Pérez, Joselin S. Rodríguez-Alcántara, Alejandro García-Gil, Miguel Á. Marazuela, Carlos Baquedano, Jesica Rodríguez Martín, Luis Fernando Martín Rodríguez 219

BLOQUE II - INFRAESTRUCTURAS

Reutilización de aguas regeneradas en la cuenca del segura. Adaptación al reglamento (UE) 2020/741: retos y oportunidades

Sonia M. Hernández López, José Carlos González Martínez231

Caracterización hidrológica de los caudales ecológicos mínimos en España

Luis Garrote de Marcos 249

Sobrevvertido en presas de hormigón. Evaluación de las acciones hidrodinámicas

Luis G. Castillo Elsitdié, José M. Carrillo Sánchez, Juan T. García Bermejo 269

Consideraciones sobre la estimación de hidrogramas de rotura de presas

Luis Altarejos García 295

La seguridad de las infraestructuras hidráulicas

Francisco Javier Flores Montoya315

La ordenación del territorio y la planificación hidrológica al servicio de la seguridad hidráulica y energética

Francisco Javier Flores Montoya325

La evolución de los servicios urbanos del agua en Madrid: un servicio de alta calidad

Ignacio Lozano Colmenarejo345

BALTEN: el agua regenerada como garantía de suministro de agua de riego en Tenerife

Ana Sánchez Espadas, Jesús Rodríguez Martí363

El sector del agua urbana frente a las nuevas exigencias legislativas para mantener la seguridad hídrica

Carmen Hernández de Vega, Alicia Ayuso Solís381

El abastecimiento de la ciudad de Ávila: retos y soluciones científico-técnicas

José Luis Molina González, Jorge Mongil Manso 399

El Consorcio de Aguas de la Marina Baja: un ejemplo de economía circular en la garantía del abastecimiento urbano ante el reto continuo de las sequías

Jaime Berenguer Ponsoda409

Gestión activa de sistemas de abastecimiento mediante el empleo de sistemas multiagente (MAS) para la sostenibilidad

Carlos Calatayud Asensi, José Vicente Berná Martínez, Vicente Javier Macián Cervera, Lucía Arnau Muñoz439

La gestión municipal del ciclo urbano del agua digitalizado

Rosa Rozas Torrente, M^a José Moya Llamas, Arturo Trapote Jaime451

Microsectorización dinámica redes de distribución de agua	
Arturo Albaladejo Ruiz.....	463
Uso de compuertas en redes de drenaje para reducir inundaciones	
Leonardo Bayas-Jiménez	477
Detección y monitoreo de aguas superficiales en la región semiárida brasileña a partir de datos orbitales de sensores remotos	
Izaias de Souza Silva.....	487

BLOQUE III - EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y JURÍDICA

La inseguridad hídrica del informe del Consejo Nacional del Agua sobre el recorte del travase Tajo-Segura	
Miguel Ángel Blanes Climent.....	499
El necesario impulso a las centrales hidroeléctricas reversibles como contribución a la seguridad energética nacional: algunas cuestiones jurídicas	
Estanislao Arana García	511
Políticas públicas para la mitigación del impacto del cambio climático sobre los aprovechamientos energéticos	
Jesús Conde Antequera	529
La legislación contra el cambio climático y la transición a una economía descarbonizada desde una doble perspectiva: ambiental y social	
José Esteve Pardo.....	549
Huella hídrica y financiación sostenible	
Domingo Zarzo Martínez, Mercedes Calzada Garzón, Patricia Terrero Rodríguez.....	559
¿Estamos sobreestimando los recursos de agua regenerada? Una ducha fría con la realidad hidro-económica	
Julio Berbel, Esther Díaz-Cano, Alfonso Expósito	577
Taxonomía de los instrumentos económicos aplicados para la gestión sostenible del agua	
Nazaret M ^a Montilla López, Esther Díaz-Cano y Julio Berbel.....	597
Seguridad hídrica y objetivos del PNIEC desde una perspectiva jurídica	
José Antonio Blanco Moa	613
SIAGES: un innovador sistema integrado de apoyo a la gestión del agua	
Alberto Esteban Barrera García, Álvaro Rodríguez García, Ramón Bella Piñeiro, Jose Pablo Ormaechea, Luis José Ruiz Aznar, Abel Solera Solera et al., Manuel Argamasilla Ruiz, Lupicino García Ortiz.....	631
Crisis energética y equilibrio económico financiero en la contratación pública	
Esteban Arimany Lamoglia	643
Garantía del abastecimiento en el Sureste español: la Mancomunidad de los Canales del Taibilla	
Patricia Fernández Aracil, M ^a Inmaculada López Ortiz, Joaquín Melgarejo Moreno.....	655
La evaluación de impacto ambiental de proyectos hidráulicos ¿lo estamos haciendo bien?	
Carlos Martín Cantarino.....	677

La seguridad energética y el autoconsumo fotovoltaico como herramienta para la seguridad hídrica	
Marcos García-López, Joaquín Melgarejo	695
Seguridad hídrica y equilibrio ecológico en el parque natural «El Hondo»: visión histórico-jurídica	
Francisco José Abellán Contreras	709
Los trasvases en tiempos de seguridad hídrica	
Paul Villegas Vega	723
Vulnerabilidad e incidencia de la pobreza hídrica en Alicante	
Ricardo Abad Coloma	735
Asequibilidad al agua urbana y pobreza hídrica en ciudades del Norte global: el caso de Alicante	
Luis E. Zapana Churata, Rubén A. Villar Navascués, María Hernández Hernández, Antonio M. Rico Amorós	745
Políticas públicas de ayudas para la mejora, modernización e innovación en el regadío de la Región de Murcia	
Ramón Martínez Medina, Encarnación Gil Meseguer, José María Gómez-Gil, José María Gómez Espín	759
O reflexo das <i>fake news</i> frente a crise ambiental: uma reflexão necessária nos dias atuais	
Aline Hoffmann, Liton Lanes Pilau Sobrinho	773
Apontamentos sobre o pagamento por serviços ambientais	
André Luiz Anrain Trentini	783
Constitucionalismo das águas – o “aguar” das constituições	
Luciana Pelisser Gottardi Trentini	795
Uso sustentável da água: uma definição a partir dos conceitos de segurança hídrica, de eficiência e de sustentabilidade	
Ana Luisa Schmidt Ramos, Alexandre Morais da Rosa	805
O regime de responsabilidade penal pela poluição hídrica no Brasil	
Jefferson Zanini, Luiz Antônio Zanini Fornerolli	815
Segurança hídrica e seu tratamento jurídico no o regime de responsabilidade penal pela poluição hídrica no Brasil e na Espanha	
Leandro Katscharowski Aguiar	827
Debatendo os ODS com base na sustentabilidade e no desenvolvimento sustentável.....	
Denise Schmitt Siqueira Garcia, Heloise Siqueira Garcia	837
A falta de efetividade no planejamento da segurança hídrica do Brasil	
Denise Schmitt Siqueira Garcia, Alexandre Waltrick Rates	851
Do constitucionalismo ao constitucionalismo global: por uma constituição mundial em defesa de bens fundamentais	
Vanessa Ramos Casagrande	863
A dessalinização da água como instrumento de segurança hídrica	
Anaxágora Alves Machado Rates	875
A canção dos oceanos	
Paola Fava Saikoski	885

Análise da lei de recursos hídricos à luz da responsabilidade do Brasil para com a sustentabilidade e a conscientização ambiental	
Adilor Danieli	895
Investigación sobre el río Amarillo en las dinastías Ming y Qing. Comentario sobre la Ley de protección del río Amarillo	
Yang Yang.....	907
Propuesta metodológica para la recolección del etnoconocimiento en la gestión del riesgo de desastre	
Isaleimi Quiguapumbo Valencia, Antonio Aledo Tur.....	919

BLOQUE IV - TECNOLOGÍAS

Nuevo sistema de riego con recuperación de agua y nutrientes	
Pablo Melgarejo, Dámaris Núñez-Gómez, Pilar Legua, Vicente Lidón, Agustín Conesa, Antonio Marhuenda, Juan José Martínez-Nicolás.....	933
Dinapsis: transformación digital para la gestión sostenible del agua y la salud ambiental	
María Tuesta San Miguel.....	953
Los contaminantes emergentes en la reforma de la directiva de aguas residuales	
Daniel Prats Rico.....	959
Fertirrigación y nuevas estrategias como garantía de seguridad hídrica en el regadío	
Alejandro Pérez Pastor y Elisa Pagán Rubio.....	985
La desalación y el hidrógeno	
Alejandro Zarzuela López.....	1005
Análisis regional de la reducción de boro en agua marina desalinizada para el riego agrícola en el sureste español	
Alberto Imbernón Mulero, José Francisco Maestre Valero, Saker Ben Abdallah, Victoriano Martínez Álvarez, Belén Gallego Elvira.....	1021
Impacto ambiental de la reducción del boro del agua de mar desalinizada para el riego en parcela	
Saker Ben Abdallah, Belén Gallego-Elvira, Alberto Imbernón-Mulero, Victoriano Martínez-Alvarez, José Francisco Maestre Valero.....	1031
Modelado cinético del consumo de CO₂ para la cepa Spirulina platensis	
Antonio F. Marcilla Gomis, Inmaculada Blasco López.....	1041
Empleo de filtro verde construido con residuos para reducir el contenido en fósforo en aguas de riego	
Teresa Rodríguez Espinosa, María Belén Almendro Candel, Ana Pérez Gimeno, Iliana Papamichael.....	1055
Tecnologías de oxidación avanzada para la degradación del fármaco carbamazepina: la ozonización	
María José Moya-Llamas, Marta Ferre Martínez, Elizabetha Domínguez Chabaliná, Arturo Trapote Jaime, Daniel Prats Rico.....	1067
Aprendizaje basado en proyectos colaborativos globales en formación profesional: banco de ensayos hidráulicos para la digitalización del agua	
Albert Canut Montalvã, Joaquín Martínez López, Maties Roma mayor, Antonio Oliva Sánchez.....	1079

Reutilización de agua para riego en la ciudad de Murcia. Proyecto LIFE CONQUER Eva Mena Gil, Simón Nevado Santos, Elena de Vicente Aguilar, Adriana Romero Lestido Benoît Fabien Claude Lefèvre.....	1091
Eliminación de microcontaminantes emergentes en lodos de depuradora mediante procesos de oxidación avanzada: peróxido de hidrógeno y ozono Clara Calvo Barahona, Adrián Rodríguez Montoya, María José Moya-Llamas, Arturo Trapote Jaume, Daniel Prats Rico.....	1103
Vigilancia y protección de las aguas superficiales mediante el proyecto WQeMS y los servicios del Copernicus Pablo Cascales de Paz, Eva Mena Gil, Isabel Hurtado Melgar, Laurent Pouget.....	1115
Tratamiento ecológico para la eutrofización y la anoxia en las masas de agua Ricardo Mateos-Aparicio Baixauli.....	1125
Modelado de descarga submarina de salmuera antes y después de la instalación de un difusor Silvano Porto Pereira, José Luís Sánchez-Lizaso, Paulo César Colonna Rosman. Ángel Loya, Iran Eduardo Lima Neto.....	1137
Las sequías en España en el siglo XXI: su influencia en la disminución y cierre de transferencias de agua del acueducto Tajo-Segura y de la conexión Negratín-Almanzora Encarnación Gil Meseguer, Ramón Martínez Medina, José María Gómez-Gil, José María Gómez Espín.....	1147

La evolución de los servicios urbanos del agua en Madrid: un servicio de alta calidad

Ignacio Lozano Colmenarejo
Canal de Isabel II S.A. M.P.
Comisión VII de AEAS y EUREAU
ilozano@canal.madrid

RESUMEN

Desde sus inicios, el Canal de Isabel II ha afrontado y superado, de forma recurrente, vicisitudes que le han permitido convertirse en una empresa del ciclo urbano del agua de una comunidad autónoma como referencia internacional de servicios urbanos del agua. Esta historia comienza en 1561 con la decisión de establecer la corte en Madrid, ubicación que no contaba con un gran río cercano a diferencia de otras grandes ciudades europeas. Esto supuso un abastecimiento a partir de galerías que captaban aguas subterráneas, conocido como los “viajes del agua”. Esta situación se volvió insostenible y, por Real Decreto, de 18 de junio de 1851, Bravo Murillo, promovió “la ejecución de las obras necesarias para abastecer a Madrid de aguas saludables por medio de un canal derivado del río Lozoya, que se denominará Canal de Isabel II”. En este trabajo se describen los problemas de financiación y las sequías graves en la capital, que motivaron soluciones de urgencia para lograr abastecer a la población. Además, ligado al servicio de agua, se comienza a aprovechar la energía hidráulica para autoconsumo en el sistema de abastecimiento. El proveer de abastecimiento a Madrid y su zona metropolitana conlleva un impacto medioambiental por el vertido de agua residual en los cauces receptores, motivo por el que urgió el servicio de depuración, el cual se pudo lograr por la planificación inicial del PIAM (plan integral de abastecimiento de Madrid) y la financiación europea del Plan Cien por Cien de depuración. Canal ha seguido velando por la garantía y calidad del suministro, por la mejora del saneamiento, por el desarrollo de la reutilización de aguas, por el tratamiento de lodos y la economía circular, por la generación renovable de electricidad ligada al suministro y la descarbonización y por servicios avanzados de apoyo. Canal es hoy en día, gracias su pasado, una empresa de referencia, fruto del legado de profesionales comprometidos con un servicio esencial como es el agua urbana, con una economía de escala y de alcance que le han permitido estar a la vanguardia del sector del agua urbana en Europa.

1. SITUACIÓN ANTERIOR A LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL

El abastecimiento de agua satisface una necesidad básica del ser humano que, conforme las civilizaciones han ido progresando, ha crecido y ejercido una presión cada vez mayor sobre los recursos existentes. Así, el ser humano en sociedades primitivas consumía en torno a 10 litros por día, correspondiendo entre uno y tres litros el agua para beber. Las primeras grandes civilizaciones se asentaron en torno a grandes ríos, siendo ejemplo de ello los ríos Nilo, Éufrates y Tigris, Indo, Amarillo, No es de extrañar que la toponimia esté ligada al agua, como es el caso de Mesopotamia, que significa “tierra entre dos ríos” en griego; o el río Amarillo (Huanghe), “río madre”. Los núcleos urbanos crecen y el recurso se torna insuficiente; por ello, se requiere, ya en época romana, el traer recurso para poder satisfacer la demanda.

En el caso de la ciudad de Madrid, su asentamiento se localizó junto a un pequeño río, el Manzanares, que satisfacía las necesidades hídricas de un núcleo urbano pequeño más elevado. Sin embargo, este núcleo sí disponía de arroyos subterráneos. En el caso de Madrid, su nombre también está ligado al agua, tanto en su posible origen del latín “Matrice” (arroyo madre) o de su posible origen árabe “Matrit” o “Mayrit” (lugar de aguas).

Los árabes, a la sazón expertos hidráulicos, aprovecharon la existencia de agua subterránea perforando hasta la localizar la vena de agua, tras cuyo encuentro realizaban una galería para su aprovechamiento. Pero estas primeras captaciones se agotaban y quedaban contaminadas, motivo por el que cada vez había que buscarlas más lejos y en puntos más elevados, surgiendo así los conocidos “viajes de agua”. Y este sistema de captaciones fue una de las razones por las que, en 1561, se trasladó la corte a Madrid durante el reinado de Felipe II. Aunque poco después, en 1601, la corte se trasladó a Valladolid donde sí existía un río más caudaloso, el Pisuerga, de nuevo en 1606, ya con Felipe III se decide volver a Madrid. Lógicamente, con el traslado de la corte y el incremento de población se promovieron los “viajes de agua”. Existían algunos privados como el de la casa real, conventos y algún particular. Se creó una Junta de Fuentes en 1617 y se nombró un Juez de Aguas. Incluso se distinguían entre viajes de aguas finas y de aguas gordas.

Y así hasta mediados del siglo XVIII, correspondiendo el acceso al agua a cargo de los vecinos o servidores, salvo algunos palacios y conventos. Aparece la figura del aguador (que distribuye agua a domicilio). A mediados del siglo XIX la capital cuenta con 77 fuentes públicas que a su vez contaban con un total de 123 caños para llenar las cubas de unos 950 aguadores. Estos viajes de agua permanecieron hasta mediados del siglo XIX, pero se volvió insuficiente para la creciente de población. E incluso aparece la unidad del real fontanero de agua como medida del caudal distribuido. La población de la ciudad era, entonces, de unos 200 mil habitantes, con un caudal total de viajes de 15 l/s, que supone una dotación de 6,5 l/hab., muy reducida en comparación con otras ciudades de la época.



Figura 1. Viaje de agua de Amanuel. Fuente: www.madrid.es

Ante la problemática existente, Juan Bravo Murillo, ministro de comercio, de instrucción y obras públicas, tomó la iniciativa. Se encargó a los ingenieros de caminos Juan Rafo y Juan de Ribera la realización de una propuesta de abastecimiento con garantía para la población creciente de la ciudad de Madrid, quienes se decantaron por la traída de agua por gravedad (agua rodada) y de calidad adecuada desde el río Lozoya. Se garantizaba un suministro proyectado con suficiencia para los siguientes setenta años. La captación se propuso mediante la construcción de una presa en el Pontón de la Oliva. Una actuación avanzada para la época fue la consideración de la finalización del acueducto de traída de aguas con el depósito principal de distribución para asegurar la presión adecuada aguas abajo, realizando para ello un plano topográfico de la ciudad.

Se propuso que el gobierno fuera, ante la escasez de fondos del ayuntamiento, quien soportara las obras ya que se consideró al abastecimiento como un artículo de primera necesidad.

2. INICIO DEL CANAL DE ISABEL II

Por Real Decreto, de 18 de junio de 1851 Bravo Murillo, promovió *la ejecución de las obras necesarias para abastecer a Madrid de aguas saludables por medio de un canal derivado del río Lozoya, que se denominará Canal de Isabel II*. La obra se financiaría con un crédito extraordinario de dos millones de reales de vellón y una suscripción voluntaria de acciones reintegrables en reales de agua (láminas de agua) o efectivo a un tipo de interés del 6%.

Las obras se inauguraron el 11 de agosto de dicho año. Se destaca que las obras del Pontón de la Oliva y la construcción del canal en la ladera de Patones, próximas entre sí y duras en su ejecución, fueron realizadas por presidiarios. La longitud de la conducción fue superior a 70 km. Por economía y búsqueda de menor longitud prevaleció en primer lugar la construcción en mina, luego en sifón y finalmente en acueducto.



Figura 2. Construcción del Pontón de la Oliva. Fuente: Canal de Isabel II (2021).

Como se ha indicado anteriormente, las obras de la conducción se ligaron al proyecto de distribución, planteándose en 1853 el depósito de campo de guardias, que formaba parte de un total de tres depósitos (dos para abastecer la zona alta y uno para la zona baja). José Morer calculó una dotación de 90 l/hab y día (se entiende agua bruta). Los años 1854 y 55 se caracterizaron por la falta de fondos a pesar de los esfuerzos por conseguirlos. Además, en 1854 se detectó que el vaso del embalse del Pontón de la Oliva no era impermeable.

El proyecto de la red de distribución se estableció como valor de cálculo, un total de 1 m³/s, mayor que el necesario para una población de 250.000 habitantes. Esto permitió a Madrid crecer por muchos años. La longitud de la red proyectada era de 100,50 km, 1.500 bocas de riego e incendio, 700 pozos, 709 llaves, 80 ventosas de aireación y 150 fuentes de vecindad. Se propuso, paralelamente, la construcción del alcantarillado.

En 1855, el ministro de fomento Manuel Alonso Martínez, asumió el reto de lograr financiar la continuación de las obras, por lo que emitió una ley que permitía a su ministerio la emisión de acciones de Canal hasta 50 millones de reales. Se realizó una suscripción de mil reales con un tipo de interés del 8%. A estos 50, se añadieron otros 15 aportados por el gobierno, para lograr los 65 presupuestados para la terminación de las obras.

En cuanto a la red de distribución, en 1858, se tenían ya más de 1,5 km de arterias y más de 5 km del resto de red de distribución. En cuanto al alcantarillado, se tenían ejecutados más de 25 km. El día previsto para la inauguración de la traída de aguas fue el 13 de junio, en la calle San Bernardo, no pudiéndose realizar en la Puerta de Sol por no ejecutada la tubería en la calle Fuencarral.

La obra del Canal de Isabel II fue visionaria, faraónica para su época. Con una visión de futuro que permitió atender la demanda por casi un siglo, siendo la capacidad de suministro a la finalización de su construcción superior en seis veces a la demanda, esto es, 60 mil reales fontaneros frente a los 10 mil de encargo de junio de 1851. Existía una clara economía de costes al aprovechar la escala del proyecto, cuyo incremento de costes fue del 30% para atender a un incremento de caudal del 600%. Así, se pudo atender la demanda de agua de la industrialización y el incremento de población que conllevó. Las dotaciones contempladas no sólo atendían a usos domésticos, sino también limpieza urbana, fuentes ornamentales, riego y un servicio de seguridad ciudadana como es la extinción de incendios.

La garantía de servicio ya estuvo presente en los inicios del Canal puesto que se había ejecutado:

1. Un embalse de reserva en cabecera.
2. Almenaras, ventosas, pozos de inspección en el trazado de la conducción (almenaras, puntos de descarga laterales para poder trabajar en seco en tramos de la conducción).
3. Tuberías redundantes en sifones y la existencia de un depósito terminal, con dos compartimentos, para poder abastecer a la población por un tiempo de cinco días.
4. Conexión del depósito terminal con el inicio de la distribución en la puerta de Bilbao, mediante doble arteria.



Figura 3. Traída de aguas a Madrid. Calle San Bernardo. Fuente: Canal de Isabel II (2008).

3. CRECIMIENTO TRAS LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE ISABEL II

Ante los problemas de filtraciones en el lecho de la presa del Pontón de la Oliva y tras muchos esfuerzos en vano por eliminarlas, se optó por la construcción de un azud en el río Guadalix de cuatro metros, junto con un depósito de sedimentación y un acueducto de 3,8 km de longitud que confluyó en la casa de entrada del sifón del Guadalix. De este modo se pudo garantizar el suministro en el verano de 1859. También se construyó, aguas arriba del Pontón de la Oliva, un canal de 6,58 km con una nueva toma en un nuevo azud, Navarejos, de 5 m de altura y 53 de coronación, permitiendo una mayor garantía.

Además, ante el incremento de población, el depósito terminal de 58 mil m³ se resultó ser insuficiente, por lo que se construyó uno nuevo y aledaño de 180 mil m³ de 225m x 150 m en planta. Así, entre ambos, podrían abastecer a Madrid por ocho días. Se aprobó su proyecto en 1862, comenzando las obras el año siguiente.

Adicionalmente se siguió avanzando tanto en la red de distribución como en la de alcantarillado. En la primera, se perforaron 6 km de arterias, y se instalaron 90 km de tubería, permitiéndose 8 mil acometidas. En la segunda, la red alcanzó los 73 km de longitud.

En marzo de 1867 se acordó la disolución del Consejo de Administración de Canal de Isabel II, pasando a depender del Ministerio de Fomento. Con José Morer al frente de Canal tuvo como retos la terminación del segundo depósito y la construcción de una nueva presa, ya que la falta de regulación era punto débil. Para el proyecto de la empresa Morer contó con Elzeario Boix, encontrándose el punto idóneo a 22 km aguas arriba del Pontón de la Oliva, en el puente del Villar. Se estimó en 1,3 hm³ la capacidad de embalse adicional por evaporación, pérdidas hasta el azud de Navarejos y en la conducción siguiente. Se consideró una sequía de 90 días y se atendió a registros históricos. Con todo ello, se determinó una capacidad de embalse necesaria de al menos 22 hm³. El ingeniero Boix, concedor del cálculo de presas, optó por una planta curva de 50 m de altura y 107 m de largo de coronación, albergando un volumen de 22 hm³. Entró en servicio en el verano de 1873, todavía en construcción, con un 1 hm³ de agua embalsada. La laminación del Lozoya por el embalse provocó el alargamiento del periodo de aguas turbias, con las quejas de los ciudadanos suministrados. Para mitigar este problema, se realizaron cinco desagües con sus correspondientes compuertas para conseguir un vaciado más rápido. Así, en 1882 la presa de El Villar era la más alta de Europa con un sistema avanzado de cálculo en su diseño para su época.



Figura 4. Presa del Villar y antiguo aliviadero. Fuente: Canal de Isabel II (2021).

Para evitar la recepción de agua en periodos de turbidez, se optó por la construcción de un tercer depósito que evitara este problema, añadiéndose mayor garantía de suministro y permitiese el mantenimiento o reparación aguas arriba. En 1881 fue proyectada la construcción de un depósito de $0,45 \text{ hm}^3$, que sumado a los otros dos existentes, suponía $0,70 \text{ hm}^3$, siendo el mayor depósito cubierto entonces en Europa. Además, los problemas de filtraciones en la solera de granito del primer depósito fueron creciendo, quedando fuera de servicio en 1894.



Figura 5. Construcción del Tercer Depósito. Fuente: Canal de Isabel II (2008).

En los siguientes años, nos encontramos, ante una ciudad que crece, ejecutándose ramales sin planificación ante la carencia de presupuesto. Se seguían sucediendo episodios de turbiedad en el agua. Se destaca que, en 1893, en algunos escasos contratos, los abonos se pudieron realizar por contador. Las sequías de 1896 y 1899 evidenciaron problemas de suministro, bajos precios, abuso y despilfarro. Se construyó una nueva toma, azud de la Parra, aguas arriba del de Navarejos, con el fin de aliviar los problemas de turbiedad, ya que este último se encontraba aterrado.

Existía entonces un problema de suministro por necesidad de incremento de reservas, de mejoras en la red y los bajos ingresos por venta de agua, indicados por Rogelio de Inchaurreandieta, a la sazón, director de Canal de Isabel II. En 1903 se aprueba un reglamento de servicio técnico y distribución de aguas, en el que se defiende una tarifa única, el abono por contador y la eliminación de consumos gratuitos. Se consiguió, entonces, la aprobación de la reorganización de Canal de Isabel II configurándose de nuevo como empresa con un Consejo de Administración.

En 1907 aparece el concepto de generación energética en Canal, siendo director Ramón de Aguinaga. Consistió en la creación de un aprovechamiento hidroeléctrico con el subsiguiente beneficio económico. Dicho director presentó un programa de obras, destacando, la construcción de un canal transversal desde con capacidad de 6 m³/s desde El Villar hasta el km 25 de la conducción existente, con el fin de evitar pérdidas y eliminar la turbidez. Resultaba así un salto de 150 m de diferencia en la central hidroeléctrica a situar en Torrelaguna entre un depósito superior y otro inferior. Al mismo tiempo se incrementaba la capacidad de regulación.



Figura 6. Central eléctrica Torrelaguna. Fuente: Canal de Isabel II (2021).

Se planteaba la construcción de una nueva presa aguas arriba del Villar, así como la construcción de depósitos urbanos elevados para suministrar a la parte sur de la ciudad. Para financiar estas actuaciones se propuso la emisión de cédulas hipotecarias por un total de 20 millones de pesetas, con un tipo trimestral del 1% y amortización mínima anual del 6%. De estas solo se emitieron unos dos millones que sumados a un crédito del Banco de España más los ingresos por venta de agua, fue la financiación para la realización de las obras.

Se tiene así un ejemplo de autoconsumo y nexo agua-energía ya que la producción de energía se destinaba en parte para alimentar las bombas de impulsión del agua del depósito elevado en construcción junto al segundo depósito en Madrid. El resto de la energía iría a venta. Esta pro-

ducción de energía eléctrica comenzó en 1913. En el abastecimiento de ciertas zonas altas de la ciudad se hubo litigio con el Marqués de Santillana, propietario de una concesión de 3 m³/s del río Manzanares.

Por otro lado, del depósito elevado se distribuía agua a los barrios de Salamanca, Chamberí, Lozoya y Cuatro Caminos, pero pronto se vio la necesidad de construir un nuevo embalse para la demanda creciente. Para ello, ya se había redactado el proyecto de la presa de Puentes Viejas, con una altura inicial de 43,5 m para regular 4 m³/s (21,5 hm³ de capacidad) pero con sección para ser recrecida, más adelante hasta 59,5 m (52 m³), y poder derivar 6 m³/s. Ante la mejora presupuestaria, Aguinaga presentó las obras a realizar con urgencia: construcción de la presa de Puentes Viejas, los canales de cintura del Villar para evitar la turbidez y la construcción de un segundo canal de Torrelaguna a Madrid, en paralelo al existente, así como obras en la red de distribución.

Por otro lado, para solucionar el problema de aguas turbias, ante la imposibilidad o escaso éxito de otras medidas, se propuso en 1916 un plan de urgencia de aislamiento de El Villar, que consistía en la ejecución de canales de aislamiento y conexión de ambos embalses, completándose más adelante con la presa de El Tenebroso (presa arco de 26 m de altura y 68 m de longitud de coronación).

En 1920, Madrid contaba con 600 mil habitantes con un consumo diario de 210.000 m³ y una longitud total de red de 233 km, de la que 110,8 km era municipal. Por otro lado, la red privada, en su mayoría de Hidráulica Santillana, alcanzaba los 61,6 km. El Lozoya ya no era suficiente ante el aumento de población, por lo que se pensó en extraer agua de las cuencas altas del Jarama y Sorbe.

José Nicolau, sustituto de Aguinaga, mantuvo su interés en construir un segundo canal, cuya urgencia se confirmó con un desprendimiento que inutilizó por unos días el canal existente en junio de 1920. Posteriormente, bajo la dirección de Severino Bello se hizo más acuciante esta necesidad ante un episodio de sequía en 1924 que supuso restricciones a la población. Por Real Orden de diciembre de 1925 se autorizó la construcción del nuevo Canal, denominado posteriormente con “Canal Alto” de 55 km de longitud, partiendo del depósito superior de Torrelaguna hasta el km 6 de la antigua carretera Madrid-Irún, siendo la cota de llegada de 727 m. Se priorizó la obra enterrada y el sifón. Este canal finalizaba en el cuarto depósito (situado en Plaza Castilla). Sin embargo, debido al crecimiento de la ciudad de Madrid hacia el norte se hizo necesaria la ejecución de un depósito elevado.

Se finalizaron las obras de aislamiento de los canales de El Villar.

En 1929, el Canal de Isabel II participó en la Exposición Iberoamericana de Sevilla, dándose a conocer internacionalmente.

4. CRECIMIENTO DEL CANAL ENTRE 1930-60

Durante la segunda república, la denominación del Canal de Isabel II, fue el de Canales del Lozoya. Se mejoraron las condiciones de los trabajadores menos cualificados. Tras la guerra, Madrid superaba ya el millón de habitantes y el Canal se centró en retomar obras en galerías

de nuevas arterias y en reparar y mejorar la red de distribución, para atender a una creciente demanda, todo ello enlazando arterias y salvando colectores y el suburbano.

Se concluyeron las obras del “Canal Alto” (que ganaba 35 m respecto al canal anterior), entrando en servicio en 1941, así en dicho año finalizó el segundo depósito elevado, en plaza Castilla, para satisfacer la demanda en el crecimiento de la ciudad hacia el norte, que permitía alcanzar una cota de agua de 766,5 m.

En 1951 se finalizó la unión del tercer y cuarto depósito. El canal antiguo pasó a denominarse “Canal Bajo”. No obstante, antes el crecimiento del sur de Madrid, Leganés y Getafe, con edificaciones de mayor altura, se ejecutó el primer tramo del “Canal del Este”, cuyas obras habían comenzado en 1935. Aun así, la situación se mantuvo preocupante por el incremento de población derivada de la emigración rural a la ciudad y la menor mortalidad. Momento delicado fue la sequía de 1944 – 45, con las subsiguientes restricciones a una población que en 1945 alcanzaba casi los 1,2 millones de habitantes. Esto motivó la elaboración de un nuevo proyecto de embalse de 50 m de altura, el de Riosequillo, aguas arriba del de Puentes Viejas y cuya ejecución se contempló por un decreto de urgencia. Además, con carácter planificador, una orden ministerial de septiembre de 1946 instaba a Canal de Isabel II a presentar un plan de abastecimiento a 25 años con obras cada 10, el “plan de 1947”. Este plan comprendía las siguientes actuaciones:

1. Presa de Riosequillo (en ejecución).
2. Captación en otras cuencas a través de la presa de Matallana y Los Ramos.
3. Canales del Jarama y del Sorbe que se unirían al Canal Alto.
4. Aumento y mejora de la red de distribución.

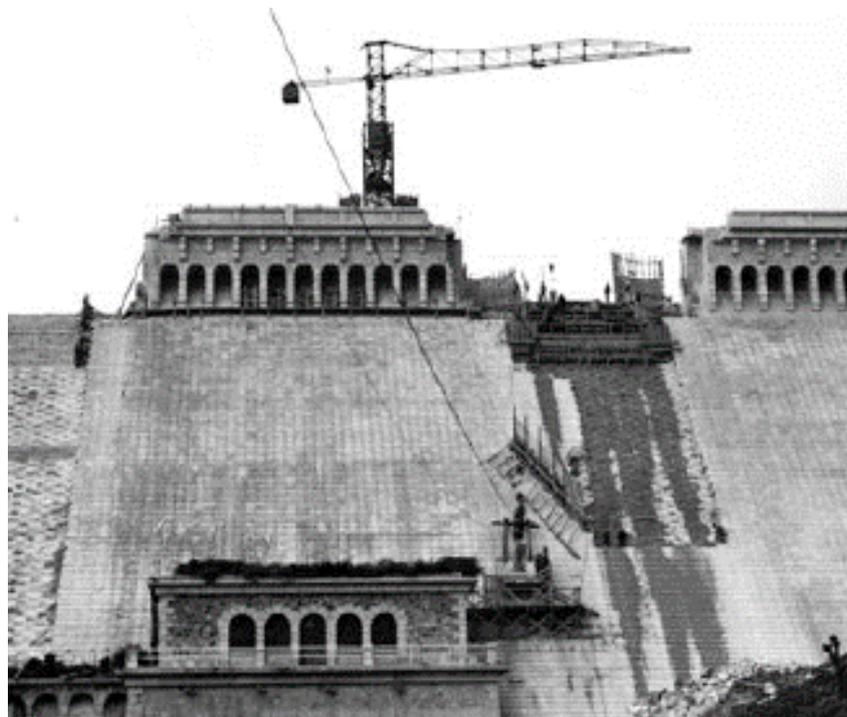


Figura 7. Construcción presa Riosequillo. Fuente: Canal de Isabel II (2021).

La financiación de estas obras era un problema, puesto que los ingresos por venta de agua eran muy reducidos, dado que las tarifas de agua en Madrid eran muy reducidas, lo cual tenía sentido en los inicios de Canal para favorecer el consumo en beneficio de la higiene y salubridad. Sin embargo, comenzaba a urgir el fomento del uso racional del recurso. Las tarifas se subieron notablemente por Decreto de noviembre de 1947. Para mayor dificultad, los años 1948 y 49 fueron los hidrológicamente peores, hasta la fecha, en la cuenca del Lozoya.

Se proyectó el Canal del Jarama, partiendo del embalse de El Vado que estaba en construcción por la administración para los riegos de la Real Acequia del Jarama. Canal aspiraba a proveerse de 51 de los 57 hm³ de almacenamiento del embalse. El plan recogía también el Canal de El Sorbe partiendo de la presa del Pozo de los Ramos. Gracias a Decreto de 10 de agosto de 1954 reservó para el abastecimiento de Madrid el caudal total del Lozoya y parcial de la cuenca del Jarama y Sorbe. Se reservaba el caudal del Jarama desde su origen hasta la presa de El Vado y, de igual modo, en el Sorbe hasta el punto del Pozo de los Ramos. Se reservaba de igual modo su beneficio hidroeléctrico.

5. CRECIMIENTO DEL CANAL ENTRE 1960-70

En 1960 la población abastecida superaba los 2,3 millones, aparecían nuevos barrios y ciudades adyacentes a Madrid, y las proyecciones auguraba un fuerte incremento de población en las décadas siguientes. En 1961, en el plan de obras modificado de ampliación del abastecimiento de aguas a Madrid se recogía que:

1. La presa de El Atazar, de regulación hiper anual del Lozoya, sería construida por el Estado.
2. Las estaciones de tratamiento de agua en Torrelaguna, Santillana y Colmenar.
3. Mejora de los canales de Hidráulica Santillana para aprovechamiento del embalse de Manzanares (Santillana).

Se requería para su realización subvención estatal, endeudamiento y subida tarifaria. Así, por decreto de 10 de agosto de 1961, la tarifa se duplicó.

La red constaba de 33 km de grandes arterias (diámetro mayor a 600 mm) y 1.430 km de tuberías, si bien existían roturas elevadas, problemas de presión y necesidades de extensión de la red. Se evaluó que la diferencia entre el agua de salida de embalse y la facturada era de un 40%. Se construyen nuevos depósitos tras el último existente (quinto en Hortaleza), como el sexto en Vallecas, séptimo en San Blas, ..., y las arterias cinturón Este y Oeste que permiten mejoras de la presión en la parte sur del sistema de abastecimiento.

Por decreto de 7 de septiembre de 1963, las aguas del Manzanares se reservan para abastecimiento, adquiriendo Canal el 93% de las acciones de Hidráulica Santillana previa oferta. Esto permitió a Canal disponer de una regulación adicional de 2 m³/s.

La sequía, por su carácter recurrente, se produjo en 1964, lo que obligó a restricciones. A pesar de su advertencia a la población, el verdadero ahorro vino por la limitación en los usos públicos. En febrero de 1965 se levantaron las restricciones, que se volvieron a imponer en octubre

con limitación de riegos y llenados de piscina, no en su momento más conveniente. Además, el abastecimiento se hizo más complejo al pasar de 7 municipios a 23 que conformaban el área metropolitana de Madrid.

Se acometen en los siguientes años una serie de obras con el fin de incrementar la capacidad de suministro a Madrid. Así, la administración acomete las obras del plan AMSO (abastecimiento a Madrid solución oeste) que consistió en la elevación de 3,8 m³/s desde el embalse de Picadas, propiedad de Unión Eléctrica Madrileña, a través de una conducción de 50 km que finalizaba en el depósito de El Plantío. La futura estación de tratamiento de aguas de Majadahonda garantizaría la calidad adecuada del agua.

Por otro lado, ante la demora temporal de construcción de una gran presa de hiper-regulación en el Lozoya, se hizo urgente la construcción previa de la presa de Pinilla con 30 m de altura y unos 40 hm³ de almacenamiento. Del mismo modo, se iniciaron las obras de la presa de El Vellón (Pedrezuela) sobre el río Guadalix, consistiendo en una presa bóveda de doble curvatura de 50 m de altura y unos 45 hm³ de capacidad. Sobre su coronación se dispuso el paso del Canal Alto. En resumen, la presa de El Vellón, la de Pinilla, la estación de tratamiento de Torrelaguna y la variante del Canal Alto se inauguraron en 1967. Adicionalmente en 1966, habían entrado en servicio dos pozos Ranney en la confluencia del Lozoya y Jarama mediante azud de alimentación. La extensión de la red, en 1967, alcanzó los 2,62 km.

Se aumentó la capacidad del embalse de Santillana, con una nueva presa de escollera con pantalla asfáltica, pionera en España. Su altura fue de 37,5 m y su capacidad de embalse de 91 hm³. Adicionalmente, por declaración de urgencia se iniciaron las obras para la construcción del embalse de Valmayor de 60 m y 124 hm³, en el río Aulencia, al cual llegaban las aguas del río Guadarrama, derivadas a través del azud de las Nieves.

La gran infraestructura de abastecimiento del sistema de abastecimiento de Madrid es la presa de El Atazar, con 124,6 m de altura y con una capacidad de embalse de 426 hm³. Sus obras finalizaron en diciembre de 1971 y entró en servicio en 1972. En dicho año, también entró en servicio la presa del Sorbe, que permitía el aprovechamiento de concesión de 100 hm³ del río homónimo.



Figura 8. Construcción presa de El Atazar. Fuente: Canal de Isabel II (2021).

En 1975, el sistema de abastecimiento contaba con 3.382 km, cinco centrales elevadores, seis estaciones de tratamiento y 9 presas. Este sistema era uno de los más grandes y completos a nivel europeo, fruto de la preocupación por cuestiones técnicas y económicas de las infraestructuras a acometer. En adelante, a parte de las preocupaciones técnicas, aparece la preocupación por el usuario/cliente en un servicio de garantía de la demanda calidad del servicio sobre el que se debía seguir avanzando. Al mismo tiempo, se comenzó con la informatización de los procesos de la empresa, hasta entonces manuales, lo que permitió su registro y disminución de errores. También comenzó a desarrollarse el telecontrol, la modelización, las áreas económicas o jurídicas. Se aprobaron dos decretos, uno de relaciones con los peticionarios del suministro y otro el Reglamento para el servicio y distribución de las aguas.

En 1977, por decreto 1091/77 Canal de Isabel II pasó a ser una empresa pública dependiente del Ministerio de Obras Públicas, con personalidad jurídica y patrimonio propio y autonomía en su administración. Los representantes y técnicos de Canal defendieron que, como empresa, los usuarios debían sufragar los costes reales del servicio, frente a planteamientos municipales que defendían precios más políticos. Imperó lo primero y fue un acierto. Se instauró una tarifa progresiva en función del consumo.

Se destaca la colaboración cercana entre Canal y Ayuntamiento de Madrid en el desarrollo del PSIM (plan de saneamiento integral de Madrid). Finalmente, por decreto de abril de 1979 se incluyó la nueva competencia de asumir encargos de depuración de aguas residuales y la construcción, y mejora y ampliación de las infraestructuras sanitarias de los municipios, a solicitud del respectivo ayuntamiento.

6. CANAL EN LA COMUNIDAD DE MADRID EN EL SIGLO XX

Hasta la fecha, había prevalecido la planificación hidráulica, si bien a partir de este momento empieza a ser relevante su coordinación e impacto en la planificación territorial. El norte y oeste de la Comunidad producía agua, el centro consumía y el sur de la región recibía vertidos contaminantes sin apenas depuración, salvo el caso del ayuntamiento de Madrid que había desarrollado plantas de depuración.

El Canal de Isabel II fue transferido a la Comunidad de Madrid por el Real Decreto 1873/84 de septiembre, relativo al traspaso de funciones y servicios en materia de obras y aprovechamientos hidráulicos con la celebración de un contrato-programa, y obligaba a una situación de equilibrio financiero.

El 20 de diciembre de 1984, por unanimidad, se aprobó la Ley reguladora del abastecimiento y saneamiento en la Comunidad de Madrid, que establece que la distribución y alcantarillado son de competencia municipal, mientras que la aducción y depuración son supramunicipales. Se traspasaron funciones y medios del Estado a la Comunidad de Madrid.

Se establece el PIAM (plan integral de abastecimiento de Madrid), cuya partida más relevante eran las actuaciones en materia de depuración de aguas residuales. Las primeras depuradoras construidas fueron: Los Endrinales, Navarrosillo, La Poveda, Casaquemada y Arroyo El Soto, las cuales entraron en funcionamiento en 1986, habiéndose ejecutado con fondos de la Comunidad de Madrid.

Aparte de actuaciones en materia de mejora comercial, autonomía financiera, mantenimiento del servicio y calidad técnicas, fue necesario una revisión tarifaria que pudiera recuperar los costes del servicio. Se diferenció la tarifa por servicios (aducción, distribución, alcantarillado y depuración) y por tipos de usuarios, alineado con los principios tarifarios de unidad, igualdad, progresividad y suficiencia, ya incluidos en el PIAM.

También se produjo la absorción en Canal de Isabel II de CASRAMA (Consortio Aguas Sierra de Guadarrama) y de la Fundación Provincial de Abastecimiento de Aguas Potables. Se incorporaron al sistema de abastecimiento los embalses de Navacerrada, Navalmedio y La Jarosa, ascendiendo la capacidad de almacenamiento a 919,8 hm³.

Uno de los retos fue el desarrollo de la depuración para el desarrollo de un gran número de plantas. Por otro lado, se implantó un sistema de comunicaciones de telecontrol y telemando de la red, pionero a nivel nacional. Adicionalmente, se desarrolló la atención comercial, implantándose la atención telefónica. Se elaboró un Plan Estratégico a Largo Plazo con inversiones y gastos en las actuaciones a desarrollar. Al finalizar el PIAM los municipios abastecidos eran 111, que suponían el 95% de la población de la Comunidad de Madrid.

Se comenzó la actividad de gestión de aguas subterráneas con la adquisición del campo de pozos de Fuencarral, siendo una fuente estratégica de recurso. En la sequía del 92-93 fueron cruciales, gracias a su aportación de 81 hm³. En 1991, se había elaborado el “manual de gestión de la sequía” con el fin de un uso eficiente de los recursos de forma planificada.

En 1995, la capacidad de almacenamiento era de 946 hm³ a través de 14 embalses y 4 azudes. A lo que había que añadir las aguas subterráneas, 100 hm³ de concesión en el Sorbe y otros tantos del Alberche.

Otros logros de la empresa fueron:

1. El desarrollo un avanzado sistema de comunicaciones interno que diera soporte a la explotación de sus instalaciones.
2. La diversificación en la que poner el valor el conocimiento y experiencia adquirida en un sistema de agua urbana muy avanzado (se consiguió la gestión del abastecimiento de la ciudad de Cáceres).
3. La construcción de cinco minicentrales en el río Lozoya y la rehabilitación de las centrales de Navallar y Torrelaguna.
4. El uso por la ciudadanía de espacios del Canal para actividades deportivas, de recreo y culturales.

7. CANAL EN EL SIGLO XXI

Ya en el siglo XXI han sido numerosos los retos y actuaciones que ha afrontado la empresa. En este apartado se mencionarán brevemente los más relevantes:

1. En 2006 se obtiene la ampliación de la concesión del Alberche, hasta los 219,8 hm³, condicionado a la regulación natural del río y compensación a otros concesionarios.
2. “Plan 100x100 de Depuración en la Comunidad de Madrid” que comprendía un conjunto de 81 actuaciones, que suponían la construcción de 170 kilómetros de nuevos colectores, 70 nuevas estaciones depuradoras de aguas residuales y la ampliación de una EDAR ya existente. El presupuesto de estas actuaciones ascendió a 180 millones de euros que fueron financiados en gran parte a través de fondos europeos. Con la ejecución del Plan Cien por Cien, el Canal se adelantó a los plazos establecidos en la Directiva 91/271 sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas y fue más allá de lo exigido en la misma, al depurar, con tratamiento biológico y eliminación de nutrientes, las aguas de los municipios de menos de 2.000 habitantes de la Comunidad de Madrid. Con ello, puede afirmarse que la Comunidad de Madrid se situó a la cabeza de la Comunidades Autónomas en cuanto a la depuración de las aguas residuales y el cuidado ambiental de sus ríos. Las subvenciones recibidas fueron las siguientes:
 - a. Financiación el 80 por ciento del coste elegible de 42 proyectos a través del Fondo de Cohesión, lo que supuso una subvención de 83,1 millones de euros.
 - b. Financiación del 50 por ciento del coste elegible de 34 proyectos a través del FEDER lo que supuso una subvención de 27,3 millones de euros.
3. 2005-2006 se produjo la sequía más grave hasta la fecha desde que se tenían registros.
4. 2005 – 2010 – plan Madrid DPURA: depuración, reutilización y tratamiento de lodos.
5. En diciembre de 2005 se suscribió la encomienda de gestión de los servicios de sanea-

miento entre el Ayuntamiento de Madrid, la Comunidad de Madrid y el Canal de Isabel II, por un periodo de 25 años, el cual fue prorrogado con posterioridad.

6. En 2010 se crea el primer laboratorio de aguas depuradas
7. 2011-2015 – Instalación de microturbinas de tecnología patentada española en la red de abastecimiento.
8. Nueva ETAP del Tajo ubicada en la zona sur de la Comunidad de Madrid (Colmenar de Oreja), refuerza los puntos estratégicos de suministro y aumenta la garantía sobre todo en el sur, donde el incremento de población ha sido muy notable.
9. Segundo anillo de distribución (M-50 del agua) es la actuación más emblemática de ampliación y mejora de la red de transporte. La construcción de esta autovía del agua garantiza el abastecimiento a las nuevas áreas de consumo, con 136,4 km.
10. En 2012 creación sociedad anónima. Canal de Isabel II S.A. Realización de un nuevo contrato-programa Canal Ente – Canal de Isabel II, S.A.
11. Proyecto y realización de la sectorización de la red de abastecimiento para una mejor detección de fugas y control de presiones.
12. Desarrollo del sistema de tarifario inspirado en los principios de unidad, igualdad, progresividad y suficiencia. Fuerte ampliación de las bonificaciones y desarrollo de la tarifa de reutilización de aguas depuradas.
13. Ejecución de la planta de compostaje y secado térmico con cogeneración de lodos de EDAR de Loeches, parte de cuya instalación fue cofinanciada por fondos europeos.
14. Elaboración plan estratégico 2018-2030. De este plan estratégico se destacan los siguientes proyectos de gran envergadura, que son:
 - a. Plan Telelectura de contadores (Smart Water): 100% contadores inteligentes.
 - b. Plan Solar (37 MW) y desarrollo de una planta pionera de hidrógeno verde (hasta 30 Ton/año de capacidad). Que sumará potencia de generación eléctrica a las mini-centrales hidráulicas, microturbinas y cogeneraciones existentes.
 - c. Plan Red, cuyo objetivo es sustituir un total de 1.200 kilómetros de tuberías por otras de materiales más modernos y resistentes a la rotura
 - d. Plan Sanea, para la mejora de la eficiencia de la red de alcantarillado. Canal asume el coste financiero y permite aplicar la cuota suplementaria a largo plazo.



Figura 9. Instalación de microturbina a la entrada de la ETAP de Griñón.

Se destaca que, a la vertiente tradicional de la empresa de centrarse en aspectos técnicos, económicos, comerciales, sociales y medioambientales vinculados al agua, se potencia el aspecto de valor para la ciudadanía que trasciende del abastecimiento, saneamiento y reutilización. Ejemplo de ello son: los servicios de valor añadido derivados de la Telectura de contadores; aspectos sanitarios de gran utilidad en la pandemia del COVID (el sistema VIGIA fue y es un sistema de rastreo, monitorización y alerta temprana de COVID, sirviendo de apoyo a las autoridades sanitarias); éxito en el inicio de la gestión pública de espacios deportivos en el tercer depósito.

En la actualidad Canal de Isabel II S. A. M. P., debe afrontar retos futuros derivados de nuevas directivas europeas que, con su pausado rigor y consenso, nos exigen unos servicios urbanos del agua de mayor calidad. Ejemplo de ello es el cumplimiento de la directiva 2020/2184 de calidad de las aguas destinadas a consumo humano, la futura directiva de tratamiento de aguas residuales urbanas, el reglamento (UE) 2020/741 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua, directivas ciberseguridad, directivas de informe de sostenibilidad corporativa, Green Deal (Net Zero 2050) o Repower EU.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Alberto del Villar, profesor universitario en la Universidad de Alcalá, y a Rafael Laso Retamal, Director Financiero y Desarrollo Negocio de Canal de Isabel II SA MP, por su apoyo en la presentación de este trabajo.

REFERENCIAS

- Canal de Isabel II (1979). *Ciclo de conferencias sobre el abastecimiento de agua a Madrid*. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Canal de Isabel II (2008). *Patrimonio histórico*. Canal de Isabel II.
- Canal de Isabel II (2010). Europa invierte en tu agua. Canal de Isabel II. <https://www.canal-deisabelsegunda.es/documents/20143/4863598/europa-invierte-en-su-agua.pdf/ece1fa9b-ddb1-f6d1-52e2-3bc2c1c6e964?t=1619687919004>
- Canal de Isabel II (2021). *Agua y Canal. Reserva de vida*. Comunidad de Madrid.
- Canal de Isabel II (2006-2022). *Memorias anuales de responsabilidad social corporativas / Memorias de sostenibilidad*. <https://www.canaldeisabelsegunda.es/publicaciones>
- Martínez Vázquez de Parga, R. (2001). *Historia del Canal de Isabel II*. Fundación Canal Isabel II.
- Recio, E., Merino, M. y Gómez, M. A. (2007). *Canal. Una mirada de ayer y hoy*. Canal de Isabel II.