



NATURALEZA, TERRITORIO Y CIUDAD EN UN MUNDO GLOBAL

Actas del XXV Congreso de la Asociación
de Geógrafos Españoles

Allende Álvarez, F
Cañada Torrecilla, R
Fernández Mayoralas, G
Gómez Mediavilla, G
López Estébanez, N
Palacios García, A
Rojo Pérez, F
Vidal Domínguez, MJ
(Eds.)



Madrid, 25 al 27 de octubre de 2017
50 AÑOS DE CONGRESOS DE GEOGRAFÍA



ISBN 978-84-8344

CRÉDITOS

ISBN 978-84-8344

© Editores:

Allende Álvarez, F
Cañada Torrecilla, R
Fernández Mayoralas, G
Gómez Mediavilla, G
López Estébanez, N
Palacios García, A
Rojo Pérez, F
Vidal Domínguez, MJ

© De los textos y las imágenes, sus autores

Organizadores:



Patrocinadores:



Colaboradores:



© Departamento de Geografía
Universidad Autónoma de Madrid
C/Tomás y Valiente, 1, 28049 Madrid
Cantoblanco, abril 2018



LA TELELECTURA COMO TECNOLOGÍA RESILIENTE FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO. LA EXPERIENCIA DEL CONTROL INTELIGENTE DEL AGUA EN LA CIUDAD DE ALICANTE¹

Álvaro F. Morote-Seguido¹, Antonio M. Rico-Amorós²

¹ Universidad de Alicante, Instituto Interuniversitario de Geografía, cta/San Vicente del Raspeig s/n, Apartado 99, Alicante, España. alvaro.morote@ua.es

² Universidad de Alicante, Instituto Interuniversitario de Geografía, cta/San Vicente del Raspeig s/n, Apartado 99, Alicante, España. am.rico@ua.es

RESUMEN

Los efectos del cambio climático son unos de los principales problemas ambientales que afectan al mundo en la actualidad, siendo las políticas y medidas de prevención y adaptación los grandes retos de la sociedad. Una de las múltiples consecuencias del cambio climático será la escasez de recursos hídricos disponibles y todo ello, teniendo en cuenta un incremento y concentración de población en las áreas urbanas. Por lo tanto, uno de los principales retos en los ámbitos urbanos será garantizar en cantidad y calidad suficiente el suministro de agua, especialmente en áreas con estrés hídrico. El trabajo que aquí se presenta tratará de analizar cómo la instalación de contadores de agua de telelectura (*Smart Meters*) en la ciudad de Alicante puede contribuir a la adaptación y mitigación del cambio climático. Como principal conclusión extraída cabe señalar que la adopción de esta tecnología ha permitido controlar el consumo y suministro de agua, hacer una gestión más sostenible del recurso (reducir el agua suministrada no registrada tanto por pérdidas como por fraude) y el descenso de emisiones de CO₂ debido a la sustitución y disminución de los trayectos para leer el contador de agua de una forma manual por una lectura remota.

Palabras clave: Adaptación, Smart meters, recursos hídricos, suministro, consumo.

ABSTRACT

The effects of Climate Change are one of the main environmental problems that will affect the world in the future, and the policies and measures of prevention and adaptation will be the great challenges of the society. One of the multiple consequences of Climate Change will be the scarcity of available water resources, all of this, taking into account an increase and concentration of population in urban areas. Therefore, one of the main challenges in urban areas will be to guarantee quantity and quality water supply, especially in water stress areas. The research presented here will analyze how the installation of meters with remote reading (*Smart Meters*) in the city of Alicante could contribute to the adaptation and mitigation of Climate Change. The main conclusion is that the adoption of this technology has made it possible to control the consumption and supply water and, therefore to make a more sustainable management of the resource (reducing the water supply, losses and fraud) and the reduction of CO₂ emissions due to the replacement and reduction of the attempts to read the conventional meter by remote reading.

Key words: Adaptation, Smart meters, water resources, supply, consumption.

¹ Esta investigación es resultado del Proyecto de investigación "Usos y gestión de recursos hídricos no convencionales en el litoral de las regiones de Valencia y Murcia como estrategia de adaptación a la sequía" (CSO2015-65182-C2-2-P) financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

1. INTRODUCCIÓN

El litoral de Alicante, caracterizado por la escasez de recursos hídricos y por la actividad turístico-residencial ha visto como han acaecido grandes transformaciones territoriales desde las décadas de 1960 y 1970 (Morote y Hernández, 2016). Ello tiene que ver con el incremento notable de población y viviendas y de la superficie urbana que se ha producido en las últimas décadas, especialmente coincidiendo con el último *boom* inmobiliario (Burriel, 2009; Morote, 2014).

En relación con el recurso agua, en España la industria del suministro de agua está fuertemente concentrada en torno a dos grandes grupos empresariales: Aguas de Barcelona (AGBAR) (filial de *Suez Environment*), que opera bajo distintos nombres en diferentes áreas españolas, y Aqualia. Estos dos grupos son los responsables de la prestación del suministro de agua de aproximadamente el 75% de la población que es abastecida por empresas privadas en España (Ruíz et al., 2015). Estas empresas se han responsabilizado del servicio de abastecimiento de agua potable en las últimas décadas debido, en la mayoría de los casos, a la falta de personal e instrumental profesionalizado por parte de los ayuntamientos, que repercutía en una mala y deficiente gestión del servicio, destacando, especialmente, el escaso rendimiento de la red (Gil et al., 2015). Estas deficiencias provocaron por parte de los ayuntamientos la búsqueda de concesiones y empresas privadas para que se hicieran cargo de este servicio, además de que este hecho también suponía ingresar capital a la administración local (Morote, 2015).

La mejora de la eficiencia del suministro de agua ha sido uno de los principales problemas a resolver tradicionalmente por parte de las empresas y ayuntamientos que se encargan del abastecimiento de agua potable. La última encuesta realizada por la AEAS (Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento), con datos del 2013, evalúa, para España, el porcentaje de agua potable que no se registra en la red en un 23% del total del agua suministrada en redes urbanas o uso urbano, mientras que el Instituto Nacional de Estadística, con datos del mismo año, lo evalúa en un 25%. Sin embargo, esta agua no registrada únicamente supone un 3,5% del volumen de agua suministrada (para todos los usos, incluyendo uso agrícola e industrial). Por ello, dado que el agua es un recurso escaso, éste debería ser gestionado de una manera eficiente, es decir, con el objetivo principal de que el máximo volumen de agua que entra en la red llegue a sus puntos de consumo, tal y como se recoge en los objetivos de las normativas europeas en relación con el agua, como es la Directiva Marco de Aguas (DMA 2000) y la Estrategia Territorial Europea de 1999 (ETE).

A ello se une la incertidumbre sobre los recursos hídricos futuros en el marco del proceso de calentamiento térmico planetario por efecto invernadero de causa antrópica (IPCC, 2014) que en algunas regiones del mundo, como la península Ibérica, puede ocasionar una disminución de las precipitaciones y, por tanto, una reducción del agua circulante en los ríos. En España se ha realizado modelización regional de precipitaciones y de recursos de agua circulante que, en ambos casos, señalan disminución más cuantiosa en los territorios situados al sur del paralelo 40º norte (AEMET, 2014; CEDEX, 2012). Debe señalarse que otro de los efectos posibles del calentamiento térmico planetario sobre las precipitaciones en la península Ibérica será el incremento de la irregularidad, manifestado en el desarrollo más frecuente de episodios de sequía y de lluvias intensas (Olcina y Vera, 2016). Estos fenómenos atmosféricos, aparentemente contradictorios, son un rasgo de los climas de raigambre subtropical, como el mediterráneo y, como señalan los modelos de Cambio Climático (IPCC, 2014) se verán aumentados en las próximas décadas, lo que supone la necesidad de plantear propuestas de planificación hidrológica que tengan en cuenta este comportamiento aún más irregular de las precipitaciones para garantizar el abastecimiento de los usos del agua en los territorios del sureste peninsular.

En relación con la implementación de la telelectura, ésta es una tecnología que permite, tanto por parte de la entidad que suministra el agua como por el cliente, conocer su consumo de agua prácticamente al instante (Darby, 2010; Beal et al., 2013; Sonderlund et al., 2014). La telelectura ya cuenta con una dilatada experiencia desde hace un par de décadas en países como Australia (Cole, 2013) y se ha podido comprobar cómo dicha tecnología permite tener un mayor control del agua suministrada y del consumo, ya que se puede detectar en el momento si se produce alguna pérdida, fuga o consumos anómalos (fraude) (Boyle et al., 2013; March et

al., 2017). Por lo tanto, se puede advertir que el uso e implementación de contadores de telelectura (bien por nueva instalación o por sustitución de viejos contadores convencionales -lectura manual) se convierte en una medida para hacer un mejor uso del agua (Monedero et al., 2015) y todo ello, teniendo en cuenta escenarios futuros de escasez de agua y el reto de garantizar el suministro de agua de calidad y cantidad suficiente a la población.

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo de esta investigación es analizar y poner de manifiesto cómo la instalación de contadores de telelectura en la ciudad de Alicante puede convertirse en una medida de adaptación al cambio climático, es decir, cómo esta nueva tecnología puede hacer un uso más eficiente del recurso agua, especialmente en relación con la reducción y detección de fugas, detección del fraude y un mayor control del gasto de agua, tanto por parte de la empresa como por parte del usuario final. Todo ello, dentro del contexto de cambio climático y sus efectos en los recursos hídricos (reducción de agua disponible).

Metodológicamente, se han realizado diferentes entrevistas en enero y febrero de 2017 con los técnicos de la empresa que se encarga del suministro de agua potable en la ciudad de Alicante (Aguas Municipalizadas de Alicante, Empresa Mixta –AMAEM) con el objetivo de conocer de primera mano el funcionamiento, las características y las ventajas de la implementación de la telelectura en la ciudad. Durante dichas reuniones, las preguntas y comentarios estaban enfocados siempre bajo un guion común: el cambio climático, y cómo la adopción de esta tecnología por parte de la empresa puede convertirse en una estrategia para aumentar la resiliencia frente al cambio climático en la ciudad de Alicante desde la gestión y control de los recursos hídricos.

3. RESULTADOS

3.1. El suministro de agua potable “inteligente” en la ciudad de Alicante. La implementación de la telelectura

El sistema de gobernanza de agua potable de la ciudad de Alicante ofrece rasgos definitorios específicos en su dimensión empresarial, con participación público/privada, que lo diferencian de otros modelos de gestión desarrollados en España, Europa y Latinoamérica. En informes técnicos realizados por el propio Banco Mundial se ha subrayado que la primera experiencia de éxito de “empresa mixta” creada en el sector del agua potable a escala internacional fue Aguas de Alicante S.A., fundada en 1953 (Castro y Janssens, 2011). En la actualidad la empresa encargada del suministro de agua potable en la ciudad se denomina Aguas Municipalizadas de Alicante, Empresa Mixta (AMAEM), y está constituida por un socio público (Ayuntamiento de Alicante) y un socio privado (Hidraqua, Gestión Integral de Aguas de Levante S.A). Es el socio privado quien aporta a la empresa su elevada capacidad de innovación tecnológica para elevar el rendimiento del servicio de agua potable, y como señalan Castro y Janssens (2011), aunque estén bajo la supervisión del socio público, lo hacen con una gran autonomía en la toma de decisiones operativas, incluida la dotación de personal.

Este modelo de empresa mixta ha favorecido la implementación de distintas tecnologías para incrementar la eficiencia de la gestión en baja del agua potable. Dentro de éstas se inscribe la lectura remota de contadores de agua (telelectura), que permite la recogida automática de registros de consumo, diagnóstico y estado de funcionamiento del contador, además de su transmisión y almacenamiento en una base de datos centralizada para proceder a su facturación. La tecnología de medición sigue siendo la misma que en los contadores de lectura manual, pero cambia sustancialmente la transmisión del dato asociado al volumen registrado, que se realiza mediante un emisor de pulsos y de lectura remota. Se los ha denominado “contadores de lectura inteligente”, aunque en realidad constituyen contadores de lectura automática (*Automatic Meter Reading*). Junto a otras tecnologías como el telemando y la sectorización de la red, constituyen el mejor exponente de los nuevos modelos “inteligentes” de gestión del agua potable desarrollados durante los últimos años para el análisis y resolución de problemas de distribución, consumo y facturación en la ciudad de Alicante.

AMAEM impulsó las primeras iniciativas de lectura remota de contadores a partir de 1995, en el barrio de Vistahermosa, mediante sistemas cableados y conectados por dispositivos telefónicos y también se probó la

La telelectura como tecnología resiliente frente al cambio climático. La experiencia del control inteligente de agua en la ciudad de Alicante

tecnología *walk-by* por radio, con recogida de datos mediante un terminal portátil de lectura (TPL) que transportaba un coche o un operario. No obstante, y tras descartar los métodos anteriores de lectura remota, el impulso definitivo a la implantación de telelectura en la ciudad tuvo lugar a partir de 2011, año en el que AMAEM aprobó un plan de implantación masiva de telelectura en Alicante, tras verificar que más del 40% de los contadores estaba instalado en el interior de las viviendas. Por tanto, el plan nacía con el fin de:

1. Evitar el acceso a la propiedad privada
2. Eliminar las estimaciones de consumo cuando no se podía acceder a los contadores
3. Generar información anticipada de posibles fugas y otras incidencias en el servicio

El plazo de ejecución se estableció en 10 años, considerando el ciclo de vida útil de un contador, y con la previsión de instalar el sistema de lectura remota en todo el parque de contadores de la ciudad, que ascendía a 200.000 unidades. Dicho plan significó la apuesta por dos sistemas más avanzados:

1. En el primero, dentro de la ciudad, para bloques de edificios y pequeños consumos en viviendas y comercios se apostó por el sistema de radio con red fija, con equipos fijos y módulos de concentración de contadores (VHF169), comunicados con el servidor de la empresa por GPRS.
2. En el segundo, para grandes consumidores y contadores aislados, se apostó por la solución iMeter, con implantación de un equipo de registro, almacenamiento y transmisión alimentado por pilas, que también transmite los datos al servidor central con tecnología GPRS.

El dispositivo de lectura remota que se emplea en viviendas incluye un módulo de radio con antena VHF (*Very High Frequency*), que emite en la banda libre de 169 MHz, que tiene un mayor alcance que otras frecuencias más elevadas. Esa señal es captada por un “equipo concentrador” que a su vez se compone de tres partes:

1. Antena VHF que recibe las señales de los módulos de radio
2. Receptor de antena, que transmite las señales de la antena al concentrador
3. Concentrador que almacena las lecturas de los contadores recibidas a través de la antena que posteriormente las envía vía GPRS al servidor central de AMAEM

En la actualidad hay instaladas unas 90 antenas, la mayoría en edificios e instalaciones de la propia empresa y del Ayuntamiento de Alicante, con un alcance entre 300 y 400 metros. Dependiendo de la zona en la que se ubican pueden recibir la señal de 1.000 a 2.000 contadores por antena, aunque están preparadas para recibir la señal de unos 5.000 contadores. Esta opción tecnológica para viviendas, comercios y pequeños consumos ofrece con gran detalle 24 lecturas diarias de consumo que permiten “automatizar” la identificación de anomalías como son: la detección de fugas y roturas; el análisis de exceso/defecto de consumo anticipado, sin tener que esperar a la emisión de factura; y la pérdida de señal en un contador.

Todos los nuevos contadores que se instalan, y los cambios por avería, envejecimiento, etc. de los existentes, incorporan la telelectura. En 2011 se finalizó la fase de validación del nuevo sistema en dos zonas de la ciudad con la instalación de unos 1.200 contadores y antenas de Telelectura, y toda la red de comunicaciones quedó completada en los dos años siguientes. Desde 2011 se han implantado de media unos 20.000 contadores con telelectura al año, y una media de 100 unidades diarias como mínimo. En 2016 el número de contadores de telelectura instalados asciende a 98.228 (el 49% del total) mientras que los contadores convencionales alcanzan la cifra de 101.108 (Figura 1). Por tipo de usuario, son los clientes particulares domésticos los que mayor implantación han tenido, con 77.692 de estos nuevos contadores inteligentes (el 91%).

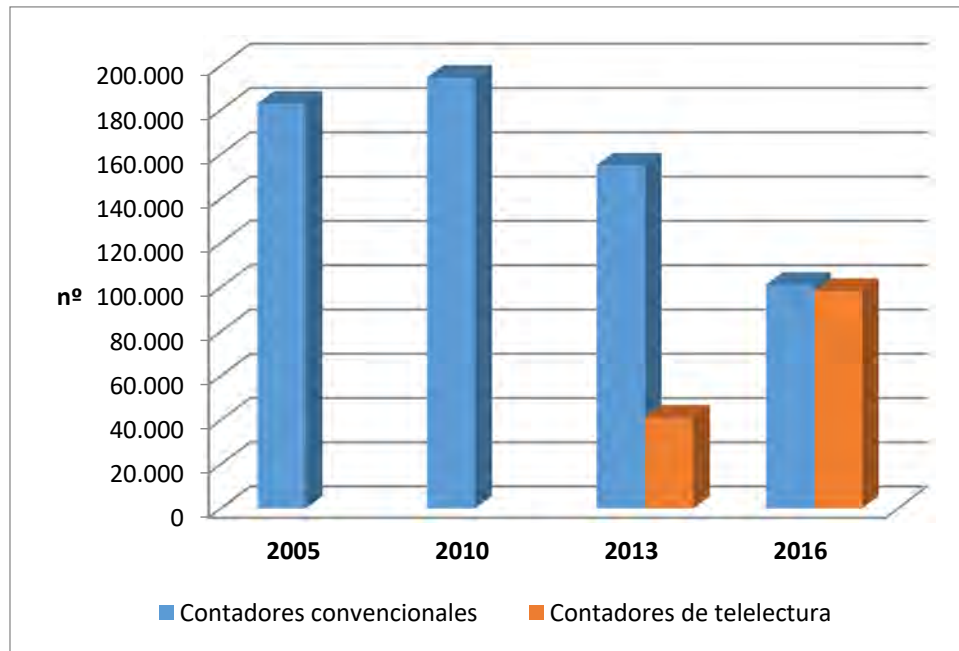


Figura 1. Evolución de contadores existentes (convencionales y de telectura) en la ciudad de Alicante, 2005-2016. Fuente: AMAEM. Elaboración propia.

Una de las cuestiones clave para optimizar esta tecnología es el manejo de la ingente cantidad de datos que se genera, que en el caso de las viviendas es un dato de consumo cada hora en tiempo real, es decir, 24 registros diarios, para lo cual se requiere un sistema de información potente para el manejo de *Big Data* y con el *software* adecuado. AMAEM dispone de datos exhaustivos de trazado, diseño, antigüedad, rendimiento, tipo de material, volumen de tráfico, estadísticas de fugas, presiones, etc., de las conducciones que facilitan lo que denominan un “mantenimiento preventivo”. El tratamiento estadístico de esos datos permite elaborar una “curva de envejecimiento” de dichas redes y, bajo el principio de “anticiparse al problema”, se establecen prioridades de renovación de las mismas de forma inteligente. Asimismo, para evitar problemas de tráfico y molestias a los ciudadanos, comercios y dependencias públicas, las actuaciones de renovación suelen planificarse con antelación suficiente, coincidiendo con grandes obras o renovaciones urbanísticas, como ocurrió con la ejecución del Plan Antirriadas (1997), que permitió sustituir el colector general y el alcantarillado del centro de la ciudad.



Figura 2. Ubicación de las antenas instaladas en la ciudad de Alicante. Fuente: AMAEM. Elaboración propia.

La instalación de los nuevos contadores con lectura remota se ve facilitada en los edificios de viviendas construidos a partir de finales de los años ochenta del siglo XX, tras la aprobación del Reglamento de prestación del servicio de abastecimiento y saneamiento de aguas del Ayuntamiento de Alicante (BOP nº90, de 21 de abril de 1987), que establece que la instalación de contadores se realizará sobre baterías (Art. 21), y en lugar próximo a la llave de paso. A partir de 2006, tras la aprobación del Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006, de 17 de marzo), AMAEM exige que los nuevos edificios dispongan de una batería de contadores que se ubicará en un armario o local situado en lugar de fácil acceso, en la planta baja a la entrada del edificio. Este factor explica que en los edificios construidos con anterioridad, con el *boom* inmobiliario de los años sesenta y setenta del pasado siglo, las viviendas dispongan de contador individual pero en su interior, dificultando la lectura. Por este motivo, alrededor del 40% de los contadores de la ciudad de Alicante se encuentra en el interior de las casas. Por ello, la sustitución por nuevos contadores con lectura remota facilita la labor de registro y medición, evitando así molestias a los clientes al no precisar la entrada a su vivienda. Además, han disminuido las quejas que solían generarse por exceso de consumo cuando no se dispone de la lectura de contador y además, con el nuevo sistema, el cliente puede ver su consumo en tiempo real y configurar sus propias alarmas en su mail cuando la telelectura registra consumos anómalos o elevados.

3.2. La telelectura como medida para hacer frente al cambio climático: un mejor control del uso del agua y reducción de emisiones de CO₂

En el apartado de suministro en baja, AMAEM, en todas las fases de operación del ciclo integral del agua (suministro, alcantarillado y depuración) ha producido grandes avances de eficiencia, propiciados por el desarrollo de nuevas tecnologías. Esos avances han permitido elevar el rendimiento hidráulico de la red de distribución y el volumen de agua registrada y facturada (Figura 3). Dicho rendimiento hidráulico depende de numerosas variables, si bien, las más importantes son la longitud de la red de distribución, su antigüedad, estado de conservación, número de acometidas y precisión de los contadores de consumo para evitar el “subcontaje” y los fraudes. El incremento de dicho rendimiento ha venido precedido por una apuesta decidida por las nuevas tecnologías de la información, destacando:

La telelectura como tecnología resiliente frente al cambio climático. La experiencia del control inteligente de agua en la ciudad de Alicante

- ✓ Sectorización de la red y el control de caudales mínimos nocturnos
- ✓ Sistema de Ayuda a la Explotación de Datos de Telemando (SAED)
- ✓ Aplicación para la priorización en búsqueda preventiva de fugas
- ✓ Aplicación GIS para la explotación de los prelocalizadores de fugas
- ✓ Búsqueda de fugas en Grandes Conducciones (IDROLOC®)
- ✓ Aplicación para el Control Técnico de Explotación (CONTEC)
- ✓ Renovación del parque de contadores
- ✓ Implantación de telelectura en contadores domiciliarios y en grandes abonados

A su vez, todas estas medidas se han integrado en distintas herramientas de gestión avanzada:

- ✓ Sistema de Información Geográfica para la simulación de cierres y averías, seguimiento de obras, gestión comercial de clientes, etc.
- ✓ Sistema de Ayuda a la Decisión en Renovación de Redes de Agua Potable (METRAWA)
- ✓ Sistema de Telecontrol (SCADA), que cuenta con más de 100 km de cobertura, dos servidores y 10 clientes web concurrentes, 99 estaciones de supervisión y control, 127 estaciones GSM, 17.500 señales diferentes, 4 frecuencias de radio y redundancia GRPS/radio

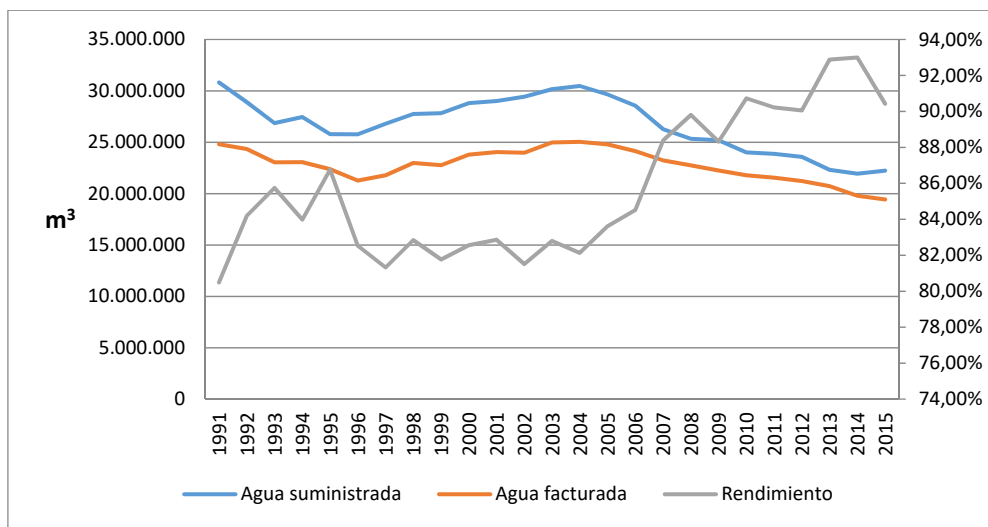


Figura 3. Agua suministrada, facturada y rendimiento en la ciudad de Alicante, 1991-2015. Fuente: AMAEM.

Elaboración propia.

La mejora en la red de distribución en baja y, consiguientemente, el incremento de la eficiencia en la red es una causa que ha incidido en la disminución del agua suministrada a la red. Por ejemplo, en 2007, el total de la red de distribución en baja en la ciudad de Alicante ascendía a 1.093,24 kilómetros, mientras que en 2015 ésta se elevó a 1.125,86 Km. La mejora en la eficiencia de la red se refleja en el rendimiento de la red de distribución, que ha pasado de un 80,49% en 1991 a un 90,43% en 2015; alcanzándose valores superiores al 85% de manera ininterrumpida y creciente desde 2006 (Figura 3). A medio plazo, la empresa estima que cuando se haya implantado todo el plan de telelectura, podrían haber incrementado el rendimiento de la red en un 0,5%. La cifra de ese incremento parece baja, pero los técnicos argumentan que se debe a la situación de partida (ya que los datos de rendimiento ya son buenos al haber actuado antes de implantar el plan de telelectura con otras medidas: sectorización de la red, escuchas de fugas, renovación de la red, etc.) (March et al., 2017). Con ese 0,5% de incremento del rendimiento, y considerando que actualmente suministran a la red 23 hm³/año, se podría ahorrar el equivalente a 0,115 hm³/año.

La telelectura como tecnología resiliente frente al cambio climático. La experiencia del control inteligente de agua en la ciudad de Alicante

Los clientes finales, ya sean propietarios de viviendas, comercios o grandes abonados, pueden verse muy beneficiados con la telelectura al recibir una información más detallada. March et al., (2017) identifican las siguientes ventajas:

1. Pueden conocer anticipadamente la lectura de facturación
2. Pueden detectar fugas o consumos anómalos en instalaciones interiores
3. Pueden validar el uso de viviendas en alquiler y segundas residencias
4. Tienen la posibilidad de crear un gestor de alarmas, vía E-mail, que puede servirles para controlar y gestionar su consumo

AMAEM también se ve favorecido por esta tecnología, ya que se eliminan las estimaciones de facturación, cuando no se puede acceder al contador convencional, lo que suele generar quejas por parte de los clientes. También contribuye a incrementar el registro y la facturación del recurso hídrico suministrado, lo que unido a la sectorización de la red resulta de gran ayuda para reducir el agua perdida por las fugas de red, fraudes y averías del propio contador. Estas actuaciones han ido acompañadas, asimismo, de la implementación de una aplicación para la priorización en la búsqueda preventiva de fugas. Actualmente se está trabajando para reducir el nivel del seguimiento del rendimiento hidráulico de los distintos sectores de consumos desde el actual nivel trimestral al seguimiento diario del mismo. Cuando se detectan volúmenes de consumo inusuales (sobreconsumo), los técnicos de AMAEM extraen diariamente los consumos excesivos de manera manual y avisando al cliente vía telefónica. En este sentido, durante el año 2015 se notificaron 1.800 consumos excesivos en toda la ciudad y han calculado que por fraudes pueden estar ya detectando entre 120.000-140.000 m³/año. Las fugas están contempladas como una de las alarmas previstas por el sistema mediante dos parámetros:

1. Consumos excesivos en un determinado periodo de tiempo
2. Consumos ininterrumpidos durante un determinado periodo de tiempo.

Además, se han realizado a petición de los servicios técnicos municipales estudios de la ocupación real de la vivienda en zonas de la ciudad en base al consumo de la telelectura para, de esta manera, poder dimensionar otros servicios municipales como la recogida de residuos, etc. También, el análisis de los patrones de consumo de determinados clientes, permite obtener información precisa a la hora de confirmar las sospechas o evidencias de fraude.

La Telelectura aporta información valiosa al Ayuntamiento de Alicante que puede trasladar a la Comisión de Precios de la Generalidad Valenciana para un mayor conocimiento del consumo de agua potable y para plantear una estrategia de gestión activa de la demanda, mediante una flexibilidad tarifaria, similar a la que ya empieza a operar en el mercado eléctrico, distinguiendo tarifas por franjas horarias o días, y con penalizaciones por sobreconsumo. Además, en comparación con el sistema de contadores convencionales, la telelectura puede incrementar la eficiencia económica en determinados costes operativos como, por ejemplo, mejorar el rendimiento técnico de la red al disponer de un cálculo real del mismo en función del agua registrada por los contadores de forma más actualizada, la renovación de contadores en base a criterios de consumo, y el dimensionamiento de la red y gestión de presiones en función del consumo en diferentes franjas horarias.

En relación con la reducción de emisiones de CO₂, a pesar de que es bastante complejo calcular esta cuestión, durante las diferentes reuniones, los técnicos argumentaron que esa disminución puede llevarse a cabo mediante dos vías. Por un lado, porque gracias a la telelectura, actualmente, no se realizan trabajos ni desplazamientos en vehículo para revisar cada 3 meses (sector doméstico), ni cada mes (gran consumidor), el consumo de agua. La otra vía de ahorro es el menor consumo de papel. En ese sentido, el sistema de telelectura favorece que se implante la factura electrónica ya que el cliente ahora puede elegir la factura electrónica (enviada por vía mail), consiguiendo un ahorro considerable de papel y de sobres y, por supuesto, del coste de distribución (cada 3 meses, en el caso de pequeños consumos, y cada mes cuando se trata de grandes abonados). Es obvio, que los desplazamientos se han reducido considerablemente ya que

prácticamente en la actualidad, el 50% de los contadores de la ciudad de Alicante son de telelectura. Por lo tanto, y teniendo en cuenta que los contadores convencionales se suelen situar en el interior de la vivienda y, en determinados sectores de la ciudad donde la tipología urbana predominante es la urbanización de baja densidad (se necesitan recorrer más kilómetros para leer los contadores convencionales) y de segundas residencias, la lectura manual, en numerosas ocasiones se convertía en infructuosa y en una tarea ardua al no poder acceder a la vivienda, obligando a hacer estimaciones de consumo y tener que volver a esas viviendas para intentar leer el contador manual.

4. CONCLUSIONES

La implementación de la telelectura en la ciudad de Alicante se ha convertido en una tecnología que ha permitido llevar a cabo un mejor uso y control de los recursos hídricos en la ciudad. Todo ello, teniendo en cuenta en la región en la que se encuentra Alicante (sureste ibérico) caracterizada esta región por la escasez de agua y unas demandas hídricas elevadas, tanto para usos agrícolas como para usos urbano-turísticos que, se incrementaron desde los años sesenta y setenta del pasado siglo XX. Además, cabe relacionar el uso y gestión del agua con los escenarios futuros sobre cambio climático que auguran una reducción del agua disponible y una mayor irregularidad de las precipitaciones e intensificación de las sequías. Todo ello hace que las mejoras constantes y tecnologías asociadas a la gestión, control y consumo de agua se conviertan en estrategias para reducir la vulnerabilidad (en este caso de la ciudad de Alicante) para hacer frente al cambio climático.

Del caso que se puede aprender del estudio de caso es que la implementación de la telelectura está permitiendo llevar a cabo un ahorro considerable del agua suministrada en la ciudad de Alicante, tanto por una detección temprana de fugas y fraude y, por parte, del usuario final, ya que éste, puede conocer y gestionar su propio consumo. Ello, junto a otros factores de orden estructural y coyuntural, se ha traducido en una considerable reducción del agua suministrada en la ciudad. Por otra parte, esta tecnología también permite reducir las emisiones de CO₂ ya que ahora se necesitan menos intentos y trayectos para realizar las mediciones de facturación ya que desde que se puso en marcha en 2011 el Plan de Telelectura de Alicante, actualmente, la mitad de los contadores instalados son de telelectura. Y, además, teniendo en cuenta que determinadas zonas residenciales de la ciudad, caracterizadas por la presencia de segundas residencias, hacía que los intentos para acceder a estos hogares para leer el contados fuesen infructuosos al estar deshabitadas gran parte del año. Finalmente, cabe hacer notar que conforme se vayan sustituyendo los antiguos contadores convencionales por los de telelectura, la gestión del agua en la ciudad será más eficiente y por tanto, se hará un mejor uso de un recurso tan escaso y de gran valor como es el caso del agua y teniendo en cuenta los escenarios futuros de cambio climático (una mayor persistencia e intensidad de episodios de sequía y una mayor irregularidad de las precipitaciones).

AGRADECIMIENTOS

Los datos de AMAEM, han sido proporcionados por Antonio Sánchez, Francisco Agulló, Vicente Juan y César Vázquez, y hemos también de agradecer la gestión realizada por su Director General, Francisco Bartual.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia Estatal de Meteorología (2015): Proyecciones Climáticas para el siglo XXI en España. Disponible en: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat [Consultado: Junio 2015].

Beal, C.D., Stewart, R.A. y Fielding, K. (2013): 'A novel mixed method smart metering approach to reconciling differences between perceived and actual residential end use water consumption', *Journal of Cleaner Production*, 60, 116-128.

Boyle, T., Giurco, D., Mukheibir, P., Liu, A., Moy, C. White, S. y Stewart, R. (2013): 'Intelligent Metering for Urban Water: A Review', *Water*. 5, 1052-1081.

- Burriel, E. (2009): 'Los límites del planeamiento urbanístico municipal. El ejemplo valenciano', *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 54, 33-54.
- Castro, V. y Janssens, J.G. (2011): 'Mixed Private-Public Ownership Companies: Empresa Mixta', *Working Paper*. Disponible en: http://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sites/ppp.worldbank.org/files/documents/EmpresaMixtaAFDpublicationJune7_0.pdf (fecha de acceso: 06/10/2016).
- CEDEX (2012): Estudio de los impactos del cambio climático en los recostos hídricos y las masas de agua. Informe final. Madrid. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- Cole, G. y Stewart, R. (2013): 'Smart meter enabled disaggregation of urban peak water demand: precursor to effective urban water planning', *Urban Water Journal*, 10, (3), 174-194.
- Darby, S. (2010): 'Smart metering: what potential for householder engagement?', *Building Research & Information*, 38(5), 442-457.
- Gil, A., Hernández, M., Morote, A.F. Rico, A.M., Saurí, D. y March Corbella, H. (2015): Tendencias del consumo de agua potable en la Ciudad de Alicante y Área Metropolitana de Barcelona, 2007-2013. Hidraqua, Gestión Integral de Aguas de Levante S.A. y la Universidad de Alicante.
- Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC (2014): Climate Change 2013 and Climate Change 2014 (3 vols.). Disponible en : <http://www.ipcc.ch/> (Consultado : febrero 2017).
- March, H., Morote, A.F., Rico, A.M y Saurí, D. (2017): 'Household smart metering in Spain: insights from the experience of remote meter reading in Alicante', *Sustainability*, 9, 582, 1-18.
- Monedero, I., Biscarri, F., Guerrero, J.I., Roldán, M. y León, C. (2015): 'An Approach to Detection of Tampering in Water Meters', *Procedia Computer Science*, 60, 413-421.
- Morote, Á.F. (2014): 'Tipologías urbano-residenciales del litoral de Alicante: repercusiones territoriales', *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, vol. XLVI, 181, 431-443.
- Morote Seguido, A.F. (2015): 'La planificación y gestión del suministro de agua potable en los municipios urbano-turísticos de Alicante', *Cuadernos Geográficos*, 54 (2), 298-320.
- Morote, A.F. Y Hernández, M. (2016): 'Urban sprawl and its effects on water demand: A case study of Alicante, Spain', *Land Use Policy*, 50, 352-362.
- Olcina Cantos J. y Vera-Rebollo, J.F. (2016): 'Adaptación del sector turístico al Cambio Climático en España. La importancia de las acciones a escala local y en empresas turísticas', *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 36 (2), 321-352.
- Ruíz Alberto., González. F., y Picazo, A.J. (2015): 'The privatisation of urban water services: theory and empirical evidence in the case of Spain', *Investigaciones Regionales*, 31, 157-174.
- Sonderlund, A.L., Smith, J.R., Hutton, C., y Kapelan, Z. (2014): 'Using Smart Meters for Household Water Consumption Feedback: Knowns and Unknowns', *Procedia Engineering*, 89, 990-997.