

**CONAMA 2022**

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

# Digitalización de la red de abastecimiento de agua potable en alta en 25 municipios de la provincia de Castellón



**Autor Principal:** Ana Isabel Fito Bungalat (Diputación de Castellón)

**Otros autores:** Jenifer Pérez Salvador (Diputación de Castellón); Clara Eugenia Estrela Segrelles (Diputación de Castellón); Siro Raúl Cabedo Martí (Diputación de Castellón); José Ramón Jiménez Salas (Diputación de Castellón); Ignacio Sangüesa Roger (Diputación de Castellón)

## ÍNDICE

1. Título
2. Resumen
3. Antecedentes y justificación de la actuación
4. Ámbito de aplicación
5. Objetivos de la actuación
6. Principales acciones
7. Resultados esperados
8. Conclusiones
9. Bibliografía

TÍTULO: DIGITALIZACIÓN DE LA RED DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALTA EN  
25 MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

### RESUMEN

El agua es uno de los recursos básicos y esenciales para la vida. La digitalización del ciclo urbano del agua tiene como objetivo la recogida de información para alcanzar un conocimiento profundo de su gestión y de los ecosistemas asociados. Este aspecto es clave para la mejora de la eficiencia, la reducción de las pérdidas en las redes de suministro de agua que permita el ahorro tanto de agua como de energía, el aumento de la garantía del suministro y la seguridad de las infraestructuras hidráulicas.

La Diputación Provincial de Castellón está llevando a cabo el proyecto de “Mejora de la red de abastecimiento de agua potable en alta en 25 Ayuntamientos de la provincia de Castellón (municipios eximidos). Lote 1 y Lote 2”, que consiste en la instalación de equipos de control de consumos de agua y medidores de cloro con servicios de lectura remota en captaciones y depósitos municipales de 25 municipios de menos de 250 habitantes de la provincia. Mediante este proyecto se asiste a los municipios que gestionan directamente el abastecimiento de agua a la población (competencia municipal no externalizada) y que debido a sus características cuentan con recursos limitados, tanto económicos como técnicos.

Además de la instalación de los sensores inteligentes, este proyecto ya ha desplegado las redes de telecomunicación necesarias para el envío y posterior integración de los datos obtenidos en la Plataforma Smart Villages de la Diputación Provincial de Castellón. Esta plataforma permite el tratamiento y análisis de la información para la mejora de la gestión del ciclo urbano del agua por parte de los usuarios competentes.

## ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

En la provincia de Castellón, especialmente en los municipios de menor población, la información relacionada con la gestión del ciclo del agua es escasa y, en algunos casos, inexistente, esto es debido a la falta de medición y control de la extracción y el consumo de recursos hídricos. Además, el desconocimiento de la eficiencia, presumiblemente baja, y localización de fugas en las redes de distribución de agua potable en los municipios dificulta la planificación de actuaciones, lo que conlleva un gasto innecesario de recursos hídricos y energéticos.

Con el objetivo de mejorar el conocimiento del ciclo del agua en los municipios de la provincia de Castellón, la Diputación Provincial de Castellón promueve el Proyecto “Mejora de la red de abastecimiento de agua potable en alta en 25 Ayuntamientos de la provincia de Castellón (municipios eximidos). Lote 1 y Lote 2”, que actualmente se encuentra en la fase final de ejecución. En este proyecto se está llevando a cabo la digitalización de una parte del ciclo del agua en 25 municipios con una población menor de 250 habitantes.

Se trata del primer proyecto de digitalización de abastecimiento de agua potable promovido por la Corporación Provincial cuyo objetivo es la mejora del conocimiento del sistema de abastecimiento urbano de agua. El proyecto se centra en las fases de captación, almacenamiento y desinfección, consistiendo la actuación en la instalación de sensores de lectura remota para la medición de caudales en captaciones de agua y depósitos, así como en la medición del nivel de agua y concentración de cloro en ciertos depósitos de los 25 municipios seleccionados. La información recogida por los sensores se integrará en la Plataforma Smart Villages de la Diputación de Castellón para su posterior visualización, análisis y gestión.

### ÁMBITO DE APLICACIÓN

Los 25 municipios incluidos dentro del ámbito de aplicación del proyecto se localizan en la zona interior de la provincia de Castellón. En ellos la densidad de población es muy baja y los ayuntamientos tienen una capacidad de actuación técnica y económica limitada, debido al reducido número de habitantes y a su reducido presupuesto. Por este motivo, la Diputación de Castellón les asiste técnica y económicamente en la prestación de un servicio básico de competencia municipal y, en este caso, ha decidido apostar por la innovación y las nuevas tecnologías.

A continuación, se detallan los municipios objeto de actuación y su número de habitantes. En total, la población beneficiada con el proyecto son 2.912 habitantes de la provincia.

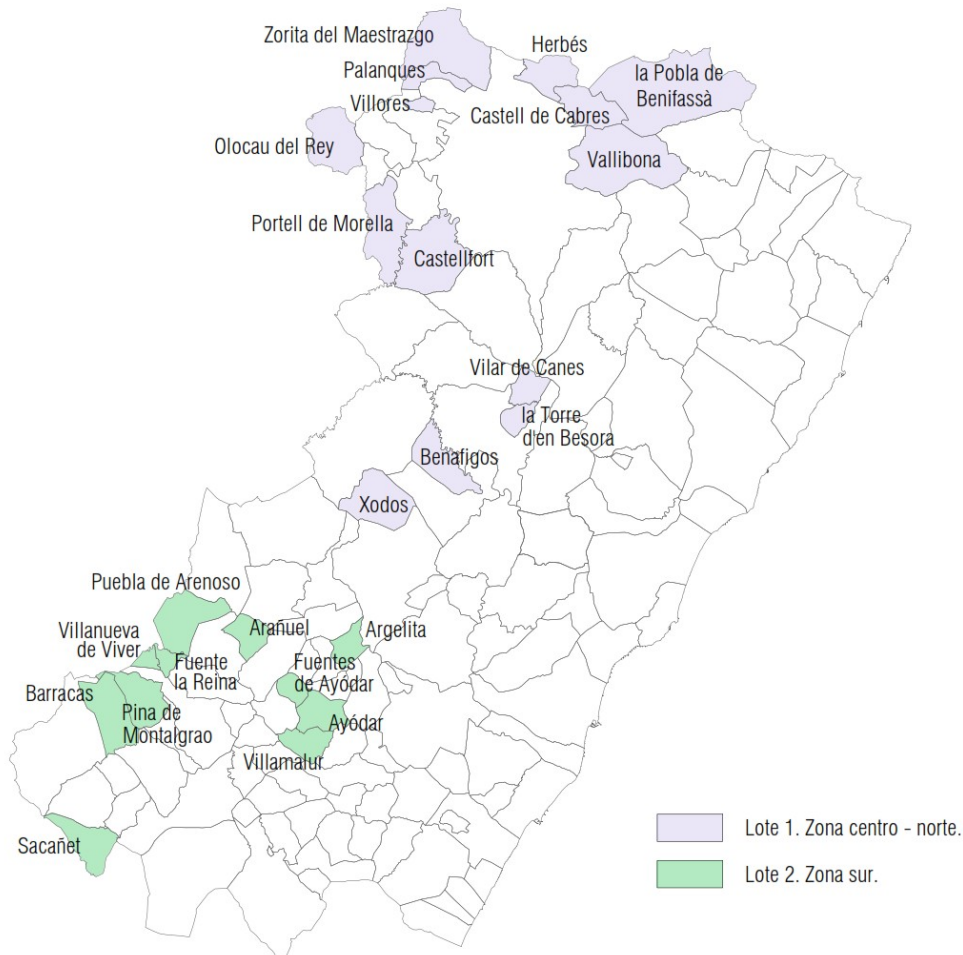
**Cuadro 1.** 25 municipios incluidos dentro del ámbito de aplicación del proyecto

Municipio	N.º habitantes (INE, 2021)
Arañuel	152
Argelita	147
Ayódar	158
Barracas	185
Benafigos	145
Castell de Cabres	22
Castellfort	179
Chodos	109
Fuente la Reina	49
Fuentes de Ayódar	93
Herbés	53
Olocau del Rey	117
Palanques	36
Pina de Montalgrao	114
Portell de Morella	181
Puebla de Arenoso	158
La Pobla de Benifassà	213
Sacañet	57
La Torre d'En Besora	167
Vallibona	67
Villamalur	92
Villanueva de Viver	82
Vilar de Canes	174
Villores	46
Zorita	116

Fuente: Elaboración propia

## DIGITALIZACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALTA EN 25 MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

La actuación se divide en dos lotes: lote 1 (zona centro-norte) y lote 2 (zona sur), como se muestra en la siguiente figura. En cada lote se han instalado sensores de distintos proveedores para poder proceder a su comparación.



**Figura 1.** Localización de los 25 municipios objeto de la actuación. Provincia de Castellón.  
(Elaboración propia)

La ejecución de las actuaciones comenzó el 12 de abril de 2022 y, actualmente, la obra civil correspondiente a las mismas se encuentra finalizada y la integración de los datos en la Plataforma Smart Villages está en proceso. Las actuaciones están en línea con el Plan Director de Abastecimiento de Agua Potable de la Provincia de Castellón (2019), que tiene como uno de sus pilares la participación activa de los Ayuntamientos para avanzar en la optimización de modelos de gestión eficiente del ciclo del agua en el entorno urbano.



### OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN

Se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Universalización de la digitalización, permitiendo a municipios de escasa entidad el acceso a nuevas tecnologías en las mismas condiciones que los municipios con mayor número de habitantes.
- Mejora del conocimiento sobre el sistema de abastecimiento en los municipios gracias a la obtención de datos en continuo. En la actualidad, en estos municipios prácticamente no se dispone de información sobre la extracción y consumo de agua.
- Control efectivo de los volúmenes de agua extraídos en las principales captaciones de agua mediante la instalación de contadores de lectura remota que ofrezcan una medición en continuo del caudal para hacer efectiva la Orden ARM 1312/2009, de 20 de mayo.
- Detección temprana de pérdidas en la red de agua potable, ya sea debido a fugas o consumos no controlados, mediante la instalación de contadores de lectura remota en captaciones y depósitos municipales y la instalación de medidores de nivel de agua de lectura remota en los mismos que permitan la realización de balances de agua.
- Comprobación de la correcta dosificación de cloro en el agua potable en el contexto de la vigente legislación sobre la calidad del agua de consumo humano, Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, así como de futuras modificaciones.
- Despliegue de redes de telecomunicaciones que hagan posible la digitalización del ciclo del agua, además de poder ser aprovechadas en un futuro para otras aplicaciones.
- Integración, análisis y gestión de la información recogida por los equipos en la plataforma Smart Villages de la Diputación Provincial, a la que tendrán acceso las administraciones competentes que suponga la mejora de la transparencia en la gestión del agua y de la información disponible.
- Ahorro de energía y reducción de emisiones de GEI asociados a los desplazamientos para la lectura de equipos, que contribuyan a la reducción de la huella de carbono y la mitigación del cambio climático.
- Mejora de la transparencia en la gestión del ciclo urbano del agua y aumento de la concienciación y el fomento del uso responsable del agua.

### PRINCIPALES ACCIONES

La transformación digital llevada a cabo en este proyecto mejora el conocimiento sobre el ciclo del agua, especialmente sobre la captación, almacenamiento y desinfección en los municipios de su ámbito de aplicación, lo que implica una potencial mejora en la gestión del ciclo del agua y la reducción del consumo de dos recursos tan preciados como son el agua y la energía.

La digitalización se basa en tres grandes elementos, los sensores inteligentes, los sistemas de comunicación y plataformas de gestión y visualización.



**Figura 2.** Elementos de la digitalización: sensores, telecomunicaciones y plataforma Smart Villages (Elaboración propia)

Las acciones concretas que se han llevado a cabo en este proyecto son:

- Instalación de medidores de caudal de lectura remota en las principales captaciones de agua.
- Instalación de medidores de caudal de lectura remota a la entrada y/o salida de los principales depósitos.
- Instalación de sondas de nivel de agua de lectura remota en los principales depósitos.
- Instalaciones de medidores de cloro de lectura remota en los principales depósitos.
- Despliegue de redes de telecomunicaciones LoRa que hagan posible la transmisión de la información recogida por los distintos sensores que dispongan de emisores de radio compatibles y que se encuentren en el radio de alcance de las antenas instaladas.

## DIGITALIZACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALTA EN 25 MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

---

- Montaje de dataloggers con comunicación móvil (redes GPRS, 2G, 3G...) para conectar dispositivos en los que por su localización remota, tipología y/o autonomía no haya sido posible su conexión a la red LoRa.
- Homogeneización e integración de la información obtenida por los sensores en la Plataforma Smart Villages para su posterior visualización.

Esta solución aporta a los Ayuntamientos información sobre el agua que captan del medio natural, que almacenan en los depósitos y que sale de los mismos para su consumo. La información es clave para poder detectar pérdidas o fugas de la red y permitir el ahorro de agua y energía (por ejemplo, prevenir el uso innecesario de bombeos).

La división del ámbito de aplicación en dos lotes (zona centro-norte y zona sur) permite comparar resultados y analizar prestaciones de diferentes equipos, siendo esta información relevante de cara a una posterior replicación del proyecto en todo el ámbito provincial.

La Plataforma Smart Villages de Castellón forma parte del proyecto “Territorio Rural Inteligente de la Provincia de Castellón” de la Diputación con el que se pretende avanzar hacia una gestión más moderna, ágil y eficiente de los principales servicios públicos de la provincia, ofreciendo una visión integrada del municipio. La plataforma permite monitorizar y gestionar de forma centralizada un conjunto ampliable de servicios públicos. Actúa como un punto de acceso a la información único donde los principales usuarios serán los Ayuntamientos de los municipios de la provincia de Castellón, así como las diferentes áreas de gestión de la propia Diputación.

Las principales barreras o dificultades detectadas han sido las siguientes:

### Dificultades tecnológicas:

Problemas de cobertura LoRa en puntos remotos, principalmente debidos a la orografía del terreno, donde se ha tenido que recurrir durante la ejecución de las obras a sistemas privativos (datalogger + tarjeta SIM).

Falta de conexión a internet en la localización del gateway LoRa que ha obligado al despliegue de red de conexión a internet en 31 puntos. Esta actuación ha mejorado la conectividad de estos pequeños municipios, contribuyendo así a hacer frente al reto demográfico.

Dificultad en la integración de la información captada por los sensores en la plataforma Smart Villages de Castellón, puesto que ha sido necesaria la estandarización de datos provenientes de equipos de diferentes proveedores.

### Dificultades económicas:

Ha sido necesario modificar el proyecto en la fase de obra para ajustar la tipología y número de equipos instalados debido a los problemas de cobertura en las comunicaciones durante el desarrollo de las obras.

## DIGITALIZACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALTA EN 25 MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

---

### Dificultades de otra índole:

Los municipios objeto de la actuación cuentan con recursos limitados y gestionan el servicio de forma directa. Por este motivo, el estado inicial de las instalaciones era, en ocasiones, precario. Se ha aprovechado esta actuación para reparar o cambiar la valvulería y elementos electromecánicos que se encontraban en malas condiciones, así como realizar tareas de mantenimiento correctivo en las infraestructuras hidráulicas e instalaciones implicadas mediante pequeñas actuaciones de obra civil.

El coste total de las actuaciones llevadas a cabo en los 25 municipios asciende a TRESCIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS CINCO EUROS CON UN CÉNTIMO 347.805,01 € (IVA incluido).

### RESULTADOS ESPERADOS

Gracias a la instalación de los diferentes sensores, redes de telecomunicaciones y de la integración de los datos recogidos en la Plataforma Smart Villages, se espera obtener los siguientes resultados:

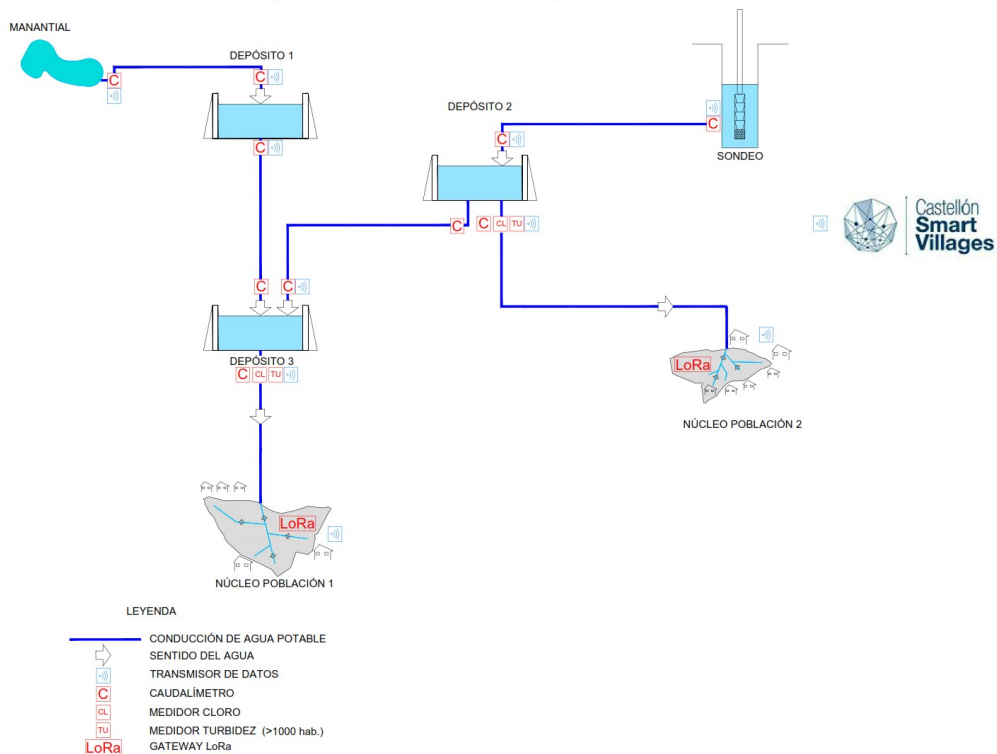
- Recepción diaria de volúmenes de agua extraídos en las captaciones y a la entrada y a la salida de los depósitos en la Plataforma de Smart Villages.
- Recepción treintaminutal de concentraciones de cloro a la salida de los principales depósitos en la Plataforma de Smart Villages.
- Recepción horaria de nivel de agua de los principales depósitos en la Plataforma de Smart Villages.
- Obtención de información sobre las infraestructuras que componen la red de abastecimiento de agua en alta a partir del tratamiento de los datos anteriores para la estimación de fugas, eficiencia de redes y cumplimiento de la normativa sanitaria.
- Posibilidad de establecer un sistema de alertas y alarmas, además de poder obtener históricos y análisis estadísticos de los datos que faciliten la gestión del servicio.

En los 25 municipios objeto de la actuación, se ha pasado de no disponer prácticamente de información sobre el ciclo urbano del agua a conocer con detalle el esquema funcional del abastecimiento de agua potable, actualizar la información sobre captaciones y depósitos y tener datos en tiempo real de caudal, nivel de agua y concentración de cloro en los principales puntos de la red.

La mejora del conocimiento sobre el sistema de abastecimiento ha supuesto la actualización del visor de datos de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) de la Diputación de Castellón, donde se recogen las características de las infraestructuras hidráulicas de los municipios de menos de 20.000 habitantes de la provincia.

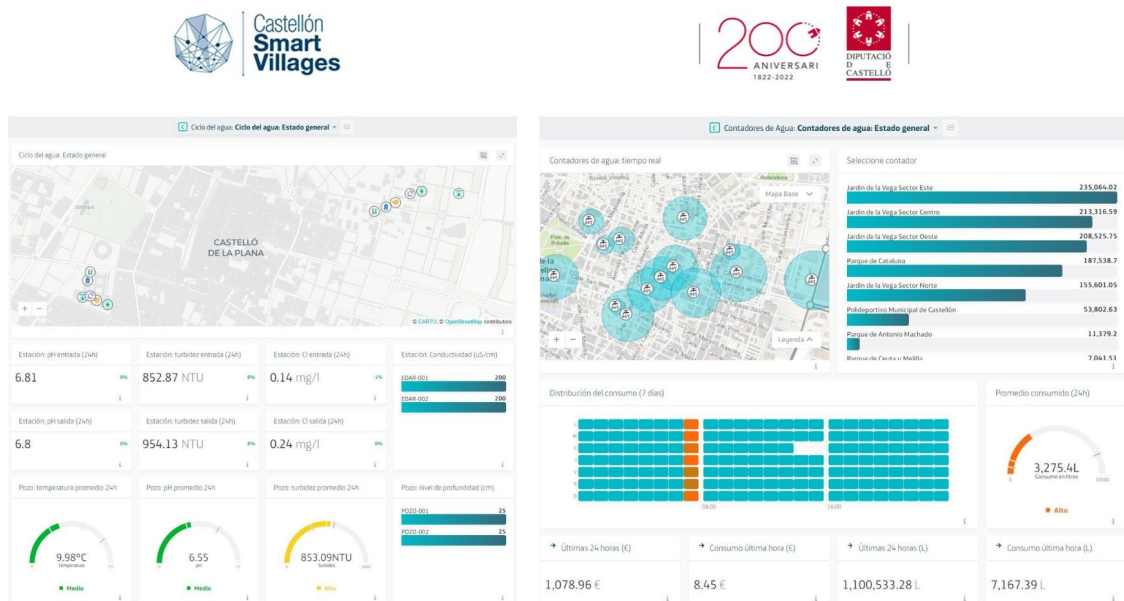
Además de la instalación de los sensores inteligentes, este proyecto ha desplegado las redes de telecomunicación necesarias para el envío y posterior integración de la información obtenida en la Plataforma Smart Villages de la Diputación Provincial de Castellón que podrá aprovecharse para futuras aplicaciones (gestión de residuos, alumbrado, etc...).

## DIGITALIZACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALTA EN 25 MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN



**Figura 3.** Esquema funcional de un municipio tipo (Elaboración propia)

En la plataforma Smart Villages de la Diputación de Castellón se puede visualizar la información recogida por los sensores inteligentes. Actualmente se están desarrollando en el visor las distintas verticales del ciclo del agua y contadores de agua para adecuarlas a las necesidades de los usuarios y la información recibida.



**Figura 4.** Visualización de las verticales del ciclo del agua y contadores de agua (versión DEMO) de la Plataforma Smart Villages de Castellón. (Elaboración propia)

## DIGITALIZACIÓN DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALTA EN 25 MUNICIPIOS DE LA PROVINCIA DE CASTELLÓN

---

Gracias a la información recogida en la plataforma, el personal encargado de las labores de vigilancia y mantenimiento de las redes de abastecimiento municipales está comenzando a reducir el número de desplazamientos a las diferentes instalaciones. Además, hay un control más riguroso de la concentración de cloro a la salida de depósitos. La medición de los niveles de agua en el depósito también es de gran utilidad para la gestión del ciclo urbano del agua y permite, por ejemplo, una mejor planificación de los bombeos desde las captaciones.

Los aspectos más innovadores de esta actuación son los siguientes:

- Utilización de sensores de telelectura para la mejora del conocimiento y gestión del ciclo del agua. Se debe tener en cuenta que los municipios de estas características prácticamente no disponen de información sobre consumos de agua.
- Mejora en la detección de fugas, que implicará un ahorro considerable en agua y energía.
- Lucha frente al reto demográfico mediante el despliegue de redes de telecomunicaciones en municipios de menos de 250 habitantes.

### CONCLUSIONES

La solución implementada, ha ayudado a mejorar el conocimiento de la Diputación sobre las diferentes tecnologías de comunicación y de sensores inteligentes (IoT). La plataforma Smart Villages está basada en FIWARE, una arquitectura abierta, pública, exenta de derechos de autor financiada por la Unión Europea, priorizando la aplicación de redes de telecomunicaciones que utilizan protocolos abiertos.

La transformación digital mejora el conocimiento que tienen los Ayuntamientos sobre el agua que captan del medio natural, que almacenan en los depósitos y que sale de los mismos para su consumo. La información es clave para poder detectar pérdidas o fugas de la red y permitir un ahorro del agua y energía (prevenir el uso innecesario de bombeos). También es una herramienta que fomenta la transparencia, permite la realización de estudios técnicos de eficiencia hídrica y energética y, en general, la mejora progresiva del sistema.

Esta actuación juega un papel básico en la transformación hacia la economía circular, cuyo objetivo es reducir al máximo el consumo y el desperdicio de recursos, ya que permite obtener información sobre el ciclo urbano del agua, especialmente sobre la captación, almacenamiento y desinfección del agua potable de los municipios integrados en el proyecto. Todo ello, contribuye al cumplimiento de la normativa existente y futura en esta materia.

Tras esta experiencia, es previsible que replicar el proyecto ampliando su ámbito territorial sea más sencillo y unitariamente más económico debido a la economía de escala en la adquisición de equipos. De hecho, la Diputación de Castellón está trabajando para extender su ámbito de aplicación a toda la provincia y a todo el ciclo urbano del agua.



## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Diputación Provincial de Castellón (2019) Plan Director de Abastecimiento de Agua Potable de la Provincia de Castellón.
- [2] Plataforma Smart Villages de Castellón: <https://www.dipcas.es/es/smartvillages.html>
- [3] Visor de datos de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) de la Diputación de Castellón: <https://eiel-dipcas.hub.arcgis.com/>