



Caso de éxito
Valencia, España

Cómo la red de agua de Global Omnium mejoró sus operaciones diarias gracias a un gemelo digital



Índice

Contexto de partida

Modelo hidráulico

Almacenamiento y filtrado de datos

Interfaz gráfica

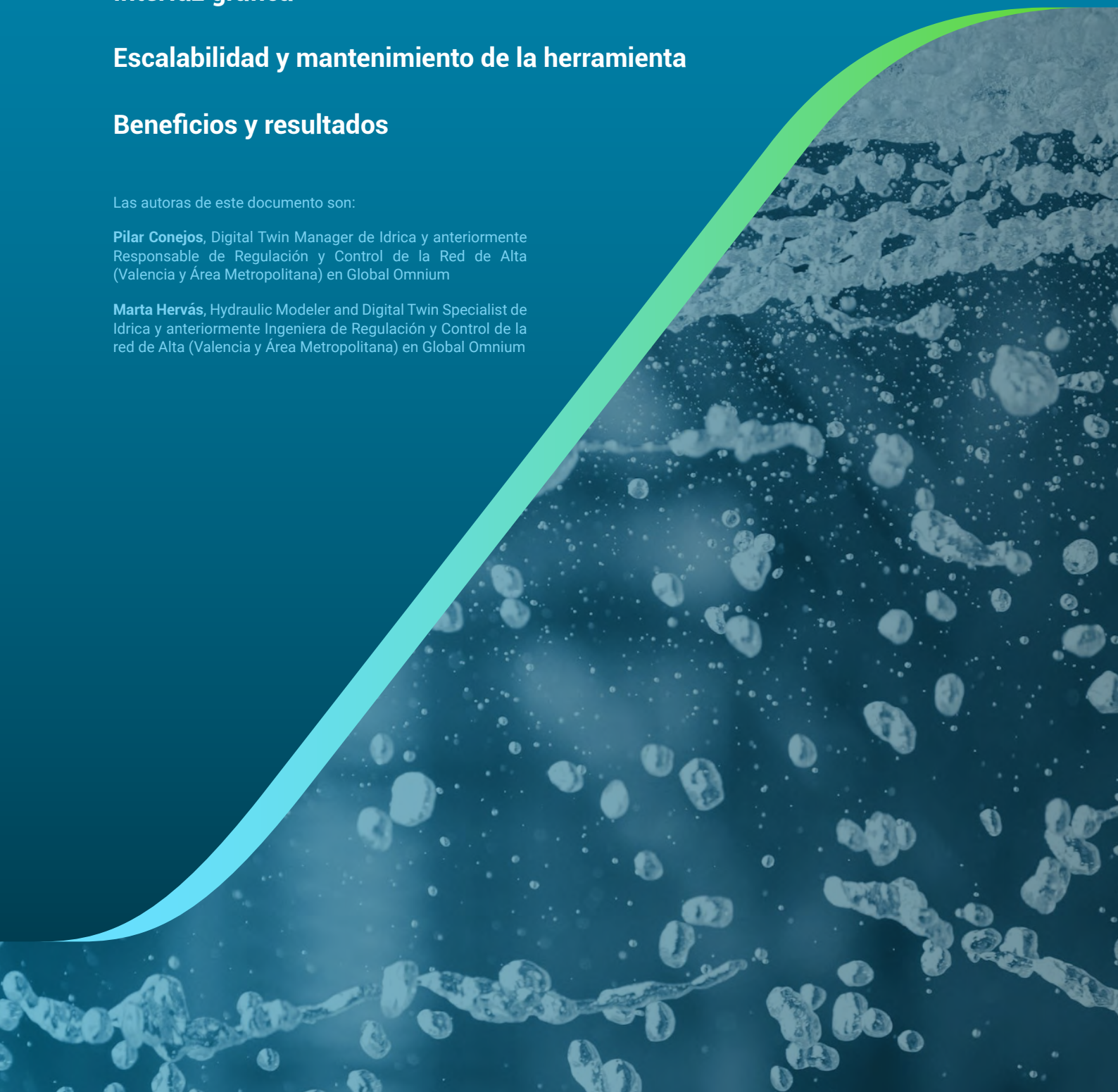
Escalabilidad y mantenimiento de la herramienta

Beneficios y resultados

Las autoras de este documento son:

Pilar Conejos, Digital Twin Manager de Idrica y anteriormente Responsable de Regulación y Control de la Red de Alta (Valencia y Área Metropolitana) en Global Omnium

Marta Hervás, Hydraulic Modeler and Digital Twin Specialist de Idrica y anteriormente Ingeniera de Regulación y Control de la red de Alta (Valencia y Área Metropolitana) en Global Omnium



Resumen

Las redes de transporte y distribución de agua de muchas ciudades se han convertido en sistemas complejos de gestionar, al tener que adaptarse a los problemas de crecimiento de la población, escasez de recursos, envejecimiento de las infraestructuras, optimización de la operación diaria de la red... Por ello, los gemelos digitales de las redes son cada vez más necesarios y utilizados para la toma de decisiones en la operación y gestión del agua.

Un gemelo digital es un modelo virtual que replica los elementos del sistema y su comportamiento, permitiendo conocer su respuesta bajo cualquier condición.

Su potencial deriva de la habilidad para unir el mundo real con el virtual utilizando datos en tiempo real como parámetros de entrada para realizar simulaciones. En el sector del agua, esto permite a las empresas gestoras adquirir un profundo conocimiento de los procesos. De este modo, las organizaciones pueden prevenir problemas y paradas, probar nuevas oportunidades de negocio, planificar escenarios y acciones futuras mediante simulaciones, y optimizar el rendimiento del sistema, entre otras funcionalidades.

Desarrollar un gemelo digital del sistema no es sencillo, ya que el mismo debe ser capaz de reproducir fielmente la realidad que representa y además, para que sea de ayuda, debe estar actualizado y ser capaz de reproducir con precisión cualquier escenario de operación del sistema: presente (tiempo real), pasado y futuro próximo (24 h), tanto en la situación real como ficticia.

Desde el año 2009, la tecnología GoAigua ha permitido a la empresa gestora de agua Global Omnium mantener un gemelo digital para la operación de la red en alta de Valencia y su Área Metropolitana en España. Los más de 10 años de experiencia acumulada en el desarrollo e implantación de dicha herramienta hizo posible que el gemelo digital de GoAigua sea una herramienta completa y fiable para la toma de decisiones.

Hay distintos puntos clave a los que debe su éxito el gemelo digital de un sistema tan complejo como el abastecimiento a Valencia y su Área Metropolitana, configurado por 2 estaciones de tratamiento, 28 depósitos, 47 bombas, 219 válvulas de regulación, y más

de 20.000 medidas horarias disponibles cada día, y con una población de 1,7 millones de habitantes. Uno de los componentes fundamentales del gemelo digital es el modelo hidráulico del sistema. Por ello, la construcción de este modelo es clave, ya que el mismo debe estar convenientemente configurado y calibrado. El desarrollo del modelo de la red de Valencia y su Área Metropolitana, con un error inferior al 2% en presiones e inferior al 4% en caudales, es de gran fiabilidad.

Para la construcción del gemelo digital se necesita información del sistema físico real, incluso en tiempo real. La tecnología desarrollada e implementada permite conectar, integrar y normalizar en una única plataforma toda esta información, como paso previo para el desarrollo del modelo.

La gran cantidad de datos manejados diariamente pone de manifiesto además la importancia de tener una buena calidad del dato, para lo que se emplean técnicas de filtrado de la información desarrolladas tanto con criterios estadísticos como hidráulicos.

Por otro lado, se ha desarrollado una visualización de resultados adaptada a los diferentes usos y usuarios del gemelo digital. Por ejemplo, en salas de control es preferible una visualización sobre sinópticos SCADA, mientras que para tareas de planificación es mejor la visualización sobre fondos geográficos.

También cabe destacar que el gemelo digital se ha concebido escalable a cualquier abastecimiento, gracias al desarrollo de una algoritmia universal; y es fácilmente actualizable ante los cambios que puedan producirse en el sistema.

La operadora utiliza ahora la tecnología [Xylem Vue](#), basada en la tecnología GoAigua de Idrica. Dicha compañía se ha asociado con Xylem para combinar su tecnología GoAigua con el equipo global de Xylem, formado por técnicos y expertos en el sector del agua.

Como parte del acuerdo, las empresas ofrecen la plataforma integrada de software y análisis Xylem Vue. Esta permite a las gestoras conectar y gestionar sus activos digitales, así como optimizar su operación, mediante una visión holística, sencilla y segura.

Contexto de partida

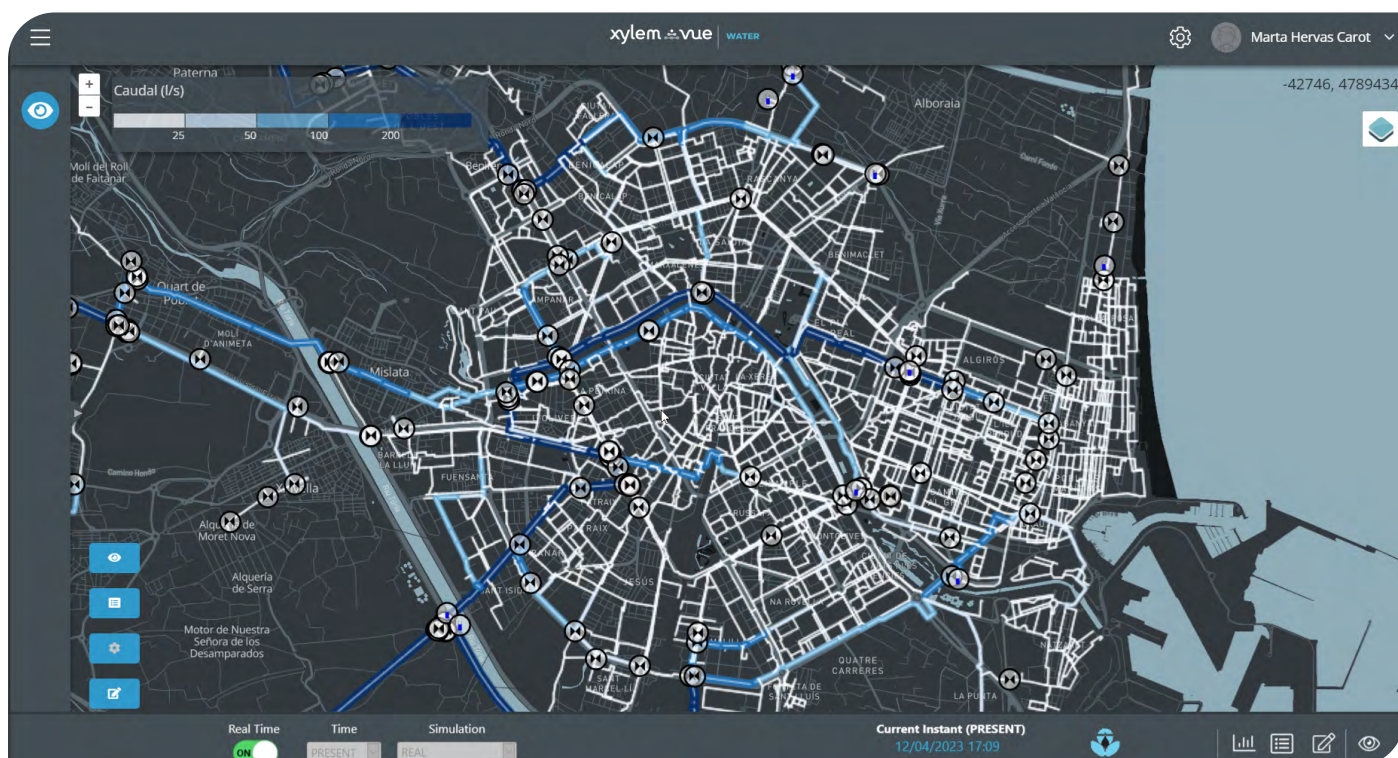
Características de la red de abastecimiento

La red de abastecimiento de agua potable a Valencia y su Área Metropolitana se alimenta desde dos plantas de tratamiento, ambas distantes más de 10 km de la ciudad, con diferentes garantías de suministro y calidad del agua en origen, diferentes costes de producción, y depósitos de almacenamiento en cabecera de distinta capacidad y cota, siendo necesario bombear toda el agua antes de aportarla a la red.

Desde dichas plantas el agua se distribuye por gravedad a la ciudad y los 51 municipios que constituyen el Área Metropolitana, a través de un sistema en alta de 200 km de longitud, que alimenta directamente a las redes de distribución en baja de cada municipio. Las presiones son reguladas mediante un conjunto de válvulas y depósitos intermedios, todos ellos controlados y operados en tiempo real desde el Centro de Control donde se recibe la información de 150 estaciones remotas.

La orografía del terreno sobre la que se asienta el sistema ha propiciado una configuración de la red muy mallada, la cual da lugar a una interconexión entre todos sus elementos inusualmente alta, por lo que cualquier actuación en una zona concreta de la misma puede tener repercusión en otro punto situado a una cierta distancia.

El alto grado de mallado de la red presenta ventajas desde el punto de vista de la capacidad operativa, pues gracias a ello la red es muy flexible y capaz de hacer frente a prácticamente cualquier imprevisto. Sin embargo, este hecho tiene también como contrapartida la complejidad que conlleva su operación, lo que exige un conocimiento muy profundo del sistema y su modo de operación, y el seguimiento de su comportamiento en tiempo real.



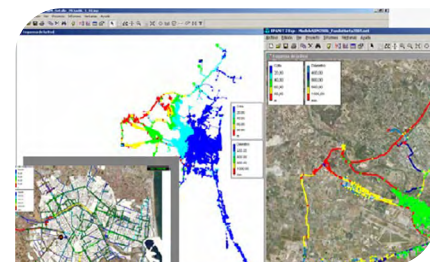
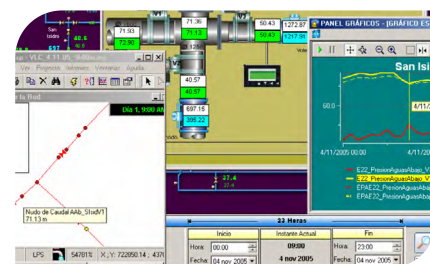
Antecedentes del desarrollo del gemelo digital de Global Omnium

Global Omnium tiene una amplia experiencia en la confección de modelos hidráulicos. Ya en el año 1993 se confeccionó el primer modelo estratégico de la ciudad de Valencia de 500 nudos, utilizado para la planificación de diversas arterias. Desde ese momento, se han realizado múltiples avances en la modelización matemática del sistema, sin embargo, estos modelos quedaban limitados a tareas de planificación, pues únicamente eran capaces de simular el comportamiento de la red un día tipo.

La introducción de los sistemas SCADA en la gestión de las redes abrió nuevas oportunidades para los modelos matemáticos, ya que para que un modelo sea útil como apoyo a la toma de decisiones en la operación diaria de la red tiene que ser capaz de simular el comportamiento de ésta en cualquier situación y, a la vez, estar perfectamente calibrado, lo cual solo es posible si se conecta dicho modelo con el sistema SCADA en tiempo real (Martínez et al., 2017).

En el año 2007 se realizó la primera conexión del modelo matemático con el sistema SCADA y desde dicho momento se dispone en el Centro de Control de la red de abastecimiento de Valencia y su Área Metropolitana de un simulador de la red en tiempo real. Dicho simulador se apoya actualmente en un modelo matemático que no se limita únicamente a la ciudad de Valencia, sino que abarca todo el sistema completo de abastecimiento metropolitano en alta.

Fruto de la experiencia acumulada en el año 2016, Global Omnium y la Universidad Politécnica de Valencia abordaron un ambicioso proyecto de construcción de un gemelo digital del sistema, actualizado a las nuevas plataformas informáticas y provisto de nuevas utilidades, entre las que destaca especialmente la escalabilidad del mismo, que permite implantarlo en cualquier abastecimiento. El gemelo digital de GoAigua, ahora llamado Xylem Vue Real-time What-if scenarios, es resultado de esta evolución.



Actualmente, en la Sala de Control del abastecimiento en alta a Valencia y su Área Metropolitana se dispone del **gemelo digital funcionando a pleno rendimiento**, el cual constituye una **herramienta imprescindible** para el apoyo a la toma de decisiones tanto para la operación diaria del sistema como en el ámbito de la planificación.

Modelo hidráulico

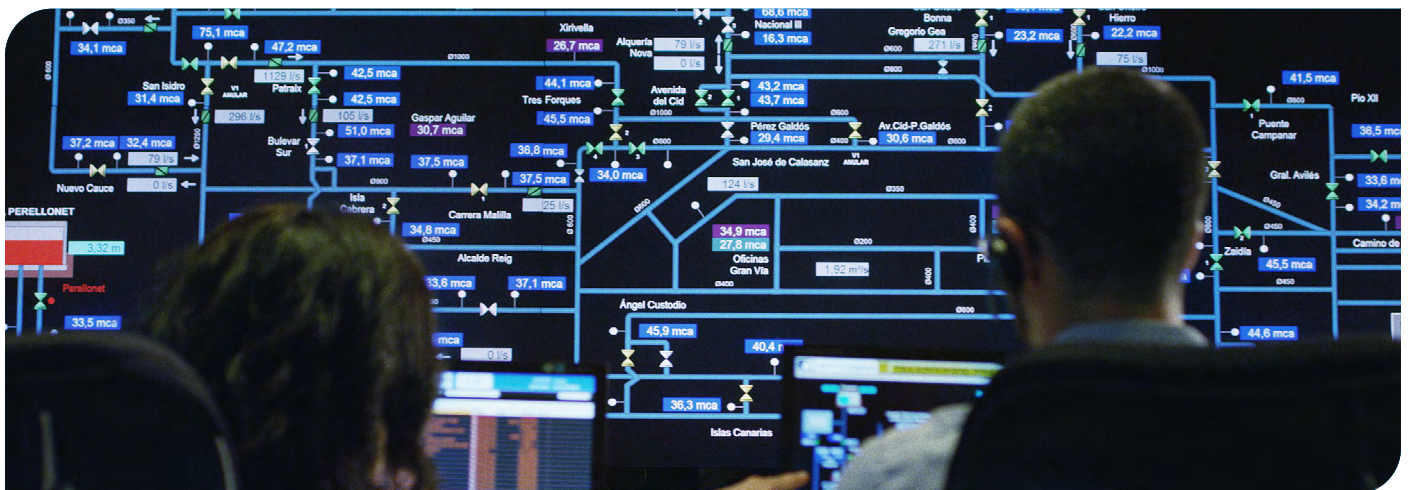
El modelo hidráulico es la base para la toma de decisiones del gemelo digital, pues permite simular la respuesta del sistema ante cualquier solicitud. Para ello el modelo debe ser fiable y vivo, capaz de reproducir con precisión el comportamiento de la red en cualquier instante y bajo cualquier circunstancia. Además, las simulaciones deben realizarse de una forma rápida, por lo que su desarrollo ha sido clave para su éxito.

En este caso, el modelo hidráulico de partida o modelo base, de tipo estratégico, contempla actualmente todas las tuberías de la red arterial hasta un diámetro de 200 mm, y algunas otras de diámetro inferior, así como todos los elementos de regulación, en particular los depósitos (separados por vasos), las bombas declaradas individualmente (incluidas las de reserva), las válvulas telemandadas desde el centro de control, y todas las válvulas

hidráulicas capaces de mantener una consigna, incluidas las que regulan las entradas a los sectores de demanda. En concreto, reproduce 900 km de la red de suministro del Área Metropolitana de Valencia, y consta de 10.340 tuberías, 28 depósitos, 47 bombas y 254 válvulas de regulación (telemandadas e hidráulicas fundamentalmente).

El modelo base se alimenta cada día con un total de 20.000 datos horarios recibidos tanto en tiempo real como en diferido a través del sistema de telecontrol, a fin de reproducir el comportamiento real de la red.

Por otra parte, el proceso de calibración es fundamental a fin de conseguir que el gemelo refleje la situación real del sistema. De la buena ejecución de ello dependerá finalmente la fiabilidad del modelo y su flexibilidad para adaptarse a cualquier circunstancia.



Almacenamiento y filtrado de datos

El gran volumen de datos disponibles, su almacenamiento y filtrado constituye una clave del éxito del gemelo digital de Valencia. Como se ha comentado, la carga del modelo debe ser rápida, por lo que resulta de vital importancia disponer la información a manejar por el modelo correctamente organizada y fácilmente disponible.

A través de su plataforma IoT & Big Data, incorpora, normaliza e integra de forma constante los datos de un millón de contadores de telelectura, sensores de presión/flujo, SCADAs, GIS, CMMS y otros sistemas para replicar virtualmente el comportamiento de la red en tiempo real con elevada precisión.

Además, otras tecnologías incorporadas en la plataforma y aplicadas de forma continua, como la modelización hidráulica y los algoritmos de IA, mejoran las capacidades del gemelo digital y permiten explotar todas sus posibilidades. La calidad de los datos que alimentan el modelo hidráulico es clave para la correcta simulación del mismo, por ello, se realiza un proceso de filtrado de todos los datos recibidos mediante una serie de algoritmos de IA desarrollados para detectar anomalías y corregir los datos erróneos recibidos. El modelo hidráulico permite sincronizar el gemelo digital con el sistema real cada 30-60 segundos.

Interfaz gráfica

Una de las claves del éxito del gemelo digital es el desarrollo de herramientas de visualización adecuadas, capaces de aunar de un modo organizado y comprensible toda la información disponible, y de adaptarse al tipo de consulta que requiera el usuario, pues no es igual el uso de la herramienta por parte de un operador de la Sala de Control, que su utilización para tareas de planificación de nuevas infraestructuras.

De este modo, se han desarrollado diversos entornos de visualización, como son sinópticos generales del sistema hidráulico, sinópticos de los elementos principales, fondos geográficos y ventanas especiales para mostrar información específica como balances hídricos, gráficas de evolución o perfiles piezométricos.

Asimismo, es posible observar los valores medidos sobre fondos geográficos, lo que permite visualizar en tiempo real las variables hidráulicas de toda la red modelada (Figura 3). Esta visualización constituye una herramienta muy potente, pues permite conocer el comportamiento hidráulico de la totalidad del sistema modelado, y su afeción sobre los diferentes sectores o poblaciones abastecidas, algo que resultaría inviable de abordar directamente a través de la instrumentación.

En definitiva, la visualización de los datos se ha concebido como una herramienta de consulta potente y flexible, adaptable al uso requerido.

Escalabilidad y mantenimiento de la herramienta

El desarrollo de una herramienta estándar, escalable y fácilmente actualizable ha sido fundamental en el desarrollo con éxito del gemelo digital de Valencia. Por un lado, esta herramienta permite mantener el gemelo siempre actualizado, de modo que la explotación del mismo sea ágil y fiable. Pero, además, la plataforma está preparada para poder ser implantada en distintos abastecimientos, lo que permite expandir el uso de esta herramienta de simulación tan útil y potente y aprovechar la experiencia adquirida a lo largo de los años trabajando con la red metropolitana de Valencia.

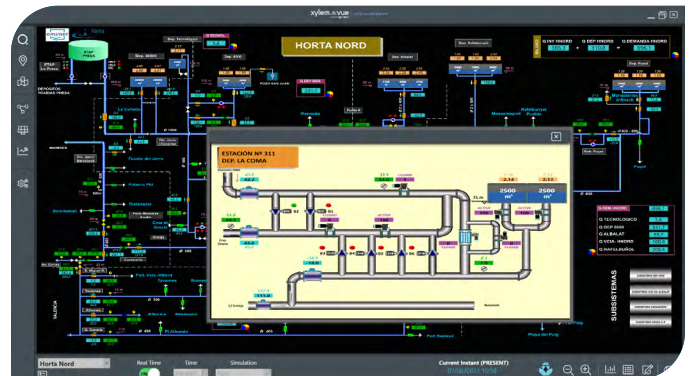


Figura 1: Interfaz gráfica

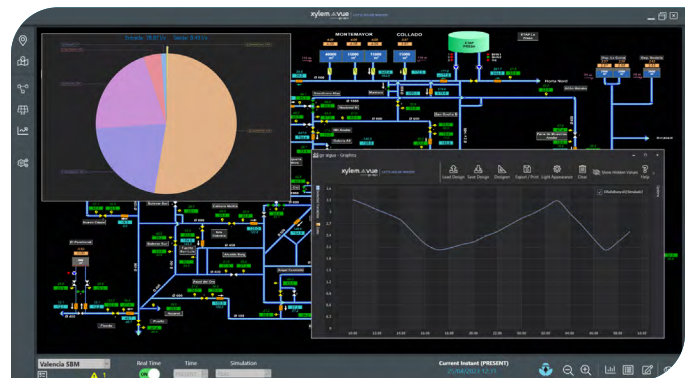


Figura 2: Detalle de los balances hidráulicos y de las gráficas de evolución.

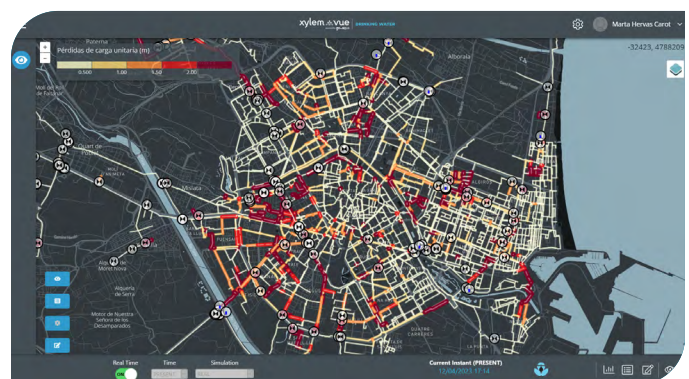


Figura 3: Representación de los resultados de la simulación hidráulica sobre fondo geográfico.

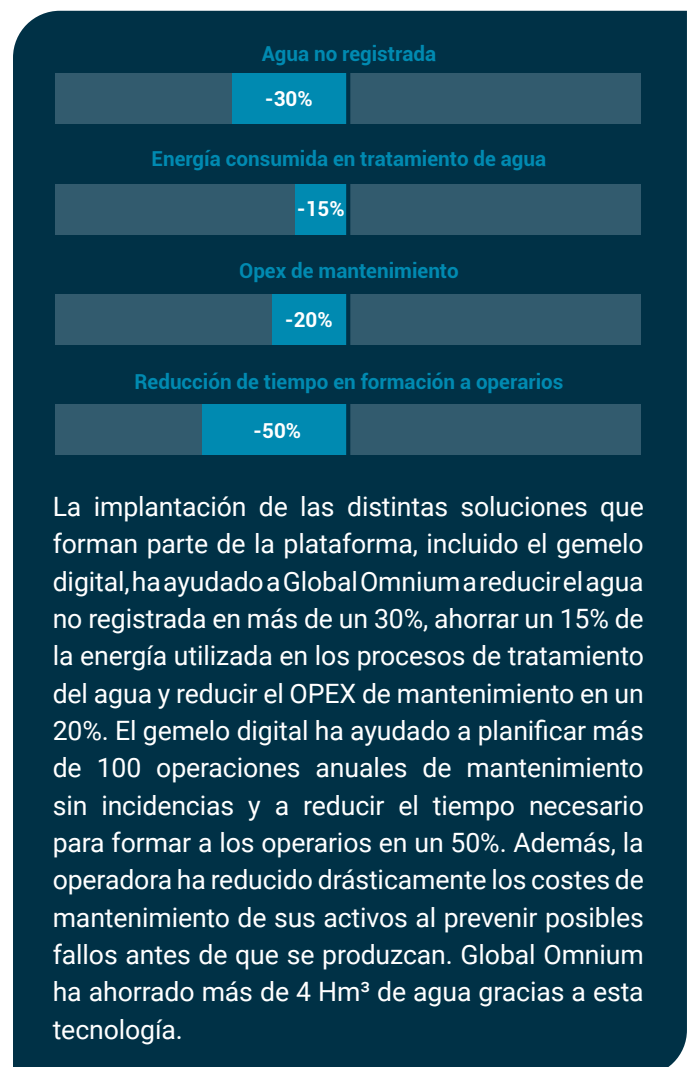
Beneficios y resultados

El gemelo digital de Valencia es considerado una referencia en la industria. Actualmente permite a la ciudad gestionar de forma óptima sus operaciones diarias, analizar diferentes escenarios de operación en tiempo real, planificar los desarrollos futuros del abastecimiento y predecir el comportamiento futuro de la red. La herramienta proporciona una visión holística y en tiempo real de la red, así como cuadros de mando informativos y accionables 24/7.

Además de apoyar las fases de diseño y operación de Global Omnium, proporciona a los equipos operativos casos de uso muy valiosos cada día:

- Simulación de escenarios pasados, presentes y futuros bajo cualquier circunstancia de operación.
- Previsión del comportamiento de la red en las próximas 24h, lo que permite anticiparse a los posibles eventos (niveles en los depósitos de agua, presión...).
- Ayuda a los operarios a tomar decisiones a corto plazo y a planificar acciones a más largo plazo, incluyendo inversiones a largo plazo para optimizar los niveles de CAPEX y de riesgo.
- Desarrollo de planes de contingencia para situaciones de emergencia.
- Desempeña un papel fundamental en la capacitación del nuevo personal de operaciones de la red.
- Permite analizar escenarios hipotéticos en tiempo real, pasado y futuro, con lo que es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones para determinar el mejor momento y día para las operaciones y el mantenimiento de la red.

El gemelo digital proporciona información precisa de la presión y el flujo en los 10.000 nodos de la red. Esto permite a los operadores del sistema conocer la presión en todos los puntos de la red, minimizar las fugas y mejorar la experiencia del cliente.



Referencias

- [1] CONEJOS, P.; MARTÍNEZ, F.; GAMÓN, A., URBÁN, P., ALONSO, J.C. (2017). La simulación hidráulica como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en Global Omnium – Grupo Aguas de Valencia. XXXIV Jorn. AEAS, mayo 2017, Tarragona.
- [2] MARTÍNEZ, F.; CONEJOS, P.; URBÁN, P. (2017). Calibración de un Sistema de Distribución de Agua Complejo a partir de variables SCADA. V Jorn. Ingeniería del Agua, octubre 2017, A Coruña.
- [3] BOU, V.; MARTÍNEZ, F.; CONEJOS, P. (2006). SCARed, a general purpose SCADA application for taking decisions in real time with the aid of a hydraulic model. 8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium. WDSA. Cincinnati (Ohio).
- [4] MARTÍNEZ, F.; BOU, V.; CONEJOS, P.; DÍAZ, J. (2013). Conexión SCADA-modelo para la simulación en tiempo real del sistema de abastecimiento de agua a Valencia y su Área Metropolitana. III Jorn. Ingeniería del Agua, octubre 2013, Valencia.
- [5] CONEJOS, P.; HERVÁS M.; BARBA J.; MUÑOZ O.; ALONSO JC; MARTÍNEZ F. (2019). Retos en la conexión de un modelo hidráulico al sistema SCADA. Experiencias de un caso de éxito. XXXV Jorn. AEAS, marzo 2019, Valencia.

Xylem |'zīləm|

Xylem es una compañía líder global en soluciones de agua, dedicada a impulsar un impacto sostenible y a empoderar a quienes hacen que el agua funcione cada día.

Xylem conecta capacidades diversas y tecnologías innovadoras para ofrecer soluciones personalizadas en todo el ciclo del agua. Desde el movimiento, el tratamiento y la medición del agua hasta la optimización y el mantenimiento de los sistemas hídricos, Xylem colabora con sus clientes para resolver sus desafíos más críticos.

Juntos, en alianza con servicios públicos, fabricantes industriales, operadores de edificios y comunidades, estamos construyendo un mundo con un suministro de agua más seguro.

Para más información sobre cómo Xylem te puede ayudar, visita www.xylem.com

xylem  vue

Xylem Vue es el resultado del acuerdo entre Xylem, un líder global en tecnología del agua, e Idrica, una empresa pionera en gestión del dato, analítica y soluciones smart water. A través de esta colaboración, Xylem e Idrica aúnan su tecnología, innovación y experiencia con el objetivo de dar respuesta a los retos de la gestión hídrica en todo el mundo.

Nuestra plataforma única e integrada de software y análisis, desarrollada por gestoras para gestoras, ayuda a las empresas del sector del agua a dar un paso más en su transformación digital, sacar el máximo partido a las inversiones, identificar y resolver problemas con mayor rapidez, operar con mayor eficiencia y suministrar agua de manera más eficaz y asequible a sus comunidades.