

# Claves para la implantación de una plataforma digital de gestión del agua



# Índice

Contexto

La inteligencia operativa

La gestión de dispositivos

Protocolos de comunicación

Ciberseguridad

Tendencias en la gestión de dispositivos

Implantación de una plataforma de gestión

Conclusiones



## Contexto

La gestión del ciclo integral del agua es uno de los mayores desafíos ambientales y sociales del siglo XXI, especialmente en el contexto de la creciente presión sobre los recursos hídricos debido al cambio climático, el crecimiento poblacional y la urbanización acelerada. La [Organización de las Naciones Unidas](#) (ONU) estima que, para 2050, aproximadamente 5 mil millones de personas podrían vivir en áreas con escasez de agua si no se toman medidas adecuadas para su conservación y manejo eficiente (ONU, 2018). En este contexto, la implementación de plataformas digitales que integren tecnologías avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT), el big data y la inteligencia artificial, representa una vía crucial para mejorar la gestión del agua en todas sus fases: desde la captación y tratamiento hasta su distribución, uso y reutilización.



Actualmente, los avances en tecnologías digitales permiten la creación de sistemas interconectados capaces de monitorizar en tiempo real variables clave del ciclo del agua, optimizando así los procesos de toma de decisiones y mejorando la eficiencia operativa. Según todos los expertos, la adopción de tecnologías digitales en la gestión del agua podría reducir las pérdidas de agua no facturada en hasta un 20%, lo que no solo impactaría positivamente en el medio ambiente, sino que también ayudaría a las empresas de servicios públicos a mejorar su rentabilidad. Estas plataformas digitales permiten una mayor transparencia y una capacidad de respuesta proactiva frente a eventos adversos, como fugas o cambios bruscos en la calidad del agua, garantizando un suministro seguro y sostenible para la población.

Por esta razón, gobiernos de todo el mundo están impulsando políticas que favorezcan esta digitalización, mejorando la sostenibilidad del recurso hídrico, plasmada en los Objetivos 2030. En este sentido, la Unión Europea puso en marcha los fondos Next Generation Recovery con especial atención a la modernización de políticas

tradicionales, como la de cohesión y la política agrícola común y la lucha contra el cambio climático ([Comisión Europea, Plan de Recuperación para Europa](#)). Italia, por su parte, está impulsando el llamado [Recovery & Resilience Plan](#), con especial mención a la mejora de la gestión hídrica en el denominado "Green Transition". Un plan similar a los PERTE españoles (Proyectos Estratégicos para la Recuperación y Transformación Económica) centrados en la [digitalización del ciclo del agua](#). Y en Oriente Medio, y ante la delicada situación de estrés hídrico, algunas regiones ya están trabajando en el [Water Security Strategy](#) para impulsar acciones que permitan mejorar la sostenibilidad hídrica.

Es evidente, por tanto, que la digitalización del ciclo integral del agua se ha convertido en una herramienta indispensable para enfrentar los desafíos actuales de sostenibilidad, eficiencia y resiliencia en la gestión del recurso hídrico. Este enfoque, que prioriza el uso de plataformas tecnológicas y dispositivos inteligentes, permite a las empresas del sector del agua optimizar operaciones, integrar sistemas y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real. Así, se logra mejorar no solo la eficiencia operativa, sino también la sostenibilidad económica y ambiental.

Ante este escenario, es clave contar con tecnologías apropiadas, que van desde sensores avanzados hasta sistemas de telemetría y control remoto, que recopilan datos sobre la calidad del agua, el flujo y la presión de la red, entre otros parámetros. Pero eso es solo el primer paso. La verdadera digitalización nace con la implementación de una única plataforma, capaz de extraer los datos de todos los dispositivos y aglutinándolos en dicha plataforma. De esta forma, se evita la conocida como "arquitectura de espagueti" o "arquitectura Frankenstein" y se optimiza la gestión de recursos, garantizando un suministro confiable y seguro de agua potable.

Por todo ello, y en aras de una mejora de la sostenibilidad del recurso hídrico, es fundamental conocer cómo la gestión de los dispositivos en las empresas del agua hace eficiente la gestión del ciclo integral del agua, así como saber cómo abordar la implantación de una plataforma para mejorar dicha gestión.

**José Sánchez**

Delivery Manager, Europe & Growth Markets

Xylem Vue

## La inteligencia operativa

La implementación de plataformas digitales en operadoras está aparejada a la explotación de los datos como vía para optimizar la gestión del agua. Para ello, es preciso contar con una Inteligencia Operativa que ejerza de columna vertebral de estas plataformas y que permita la optimización de las operaciones y de los recursos, así como la reducción de pérdidas a través de la detección de fugas, garantizando la sostenibilidad del recurso hídrico.

Por tanto, la inteligencia operativa (IO) se refiere al uso de datos en tiempo real para mejorar la toma de decisiones en procesos operativos. En el contexto del sector hídrico, implica la recopilación, el análisis y la interpretación de información proveniente de sensores, sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), plataformas IoT (Internet de las Cosas) y otras fuentes de datos.

La inteligencia operativa desempeña un papel fundamental en las plataformas digitales de gestión del agua en varios ámbitos:



**a.** Por un lado, permite el monitoreo en tiempo real minimizando riesgos, así como el posible impacto ambiental y económico derivado de estos.



**b.** Además, el hecho de integrar algoritmos de aprendizaje automático y modelado predictivo permite a las plataformas anticipar demandas y gestionar el caudal, lo que redundará en la mejora de la eficiencia.

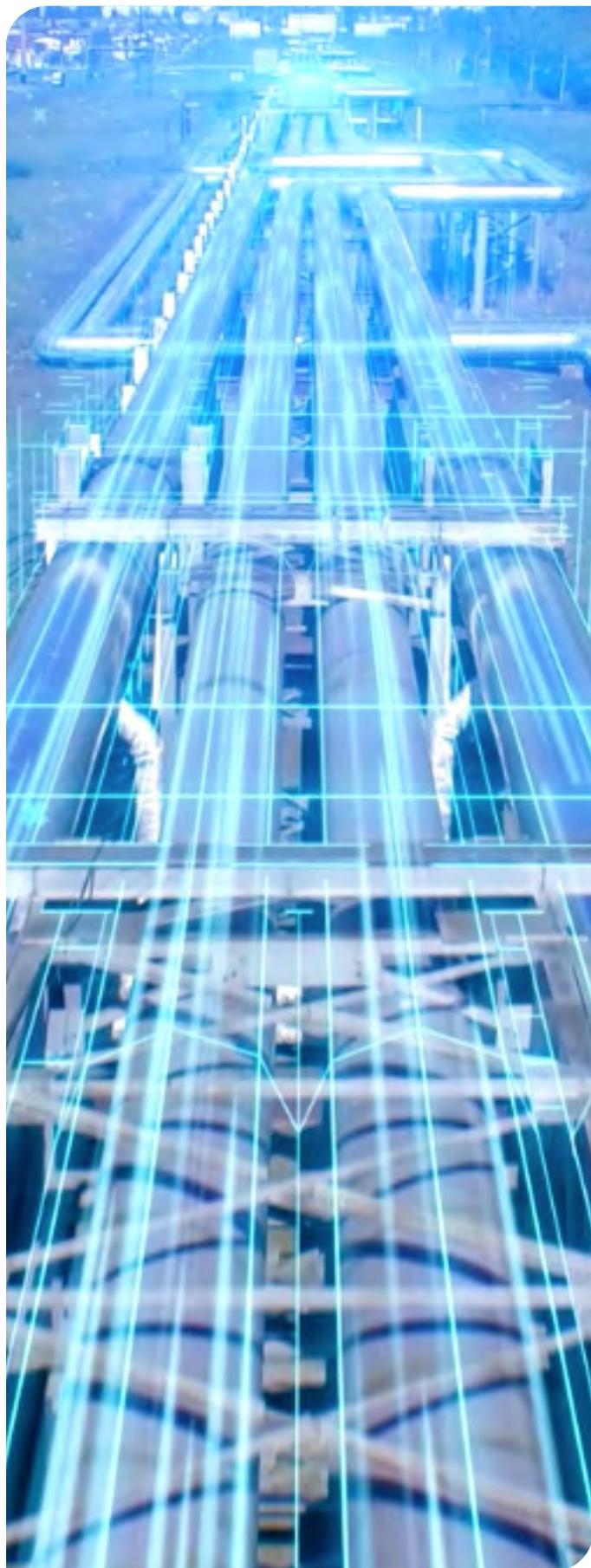


**c.** Una de las claves de la inteligencia operativa reside en su capacidad para transformar datos en información procesable. De esta forma, los operadores del agua pueden tomar decisiones con mayor detalle, lo que es esencial en algunos casos de emergencia como las inundaciones.



**d.** Por último, la aplicación de inteligencia operativa en plataformas digitales de gestión del agua favorece el uso sostenible del recurso al optimizar procesos y reducir las pérdidas de agua.

La inteligencia operativa, por tanto, está íntimamente relacionada con la eficiencia de las plataformas digitales de gestión y, por descarte, con el camino hacia un futuro más sostenible y resiliente.



## La gestión de dispositivos

En la gestión del ciclo integral del agua, se utilizan diversos dispositivos especializados diseñados para recopilar datos cruciales sobre la calidad del agua, el flujo hídrico y otros parámetros relevantes. Estos instrumentos, además de los sensores y medidores convencionales, hacen uso de protocolos de conectividad avanzados para mejorar la comunicación entre los sensores y los dispositivos de transmisión. Los dispositivos empleados en esta gestión abarcan una amplia gama de funciones

especializadas. Entre ellos se destacan los sensores de calidad del agua, los cuales permiten medir diversos parámetros como el pH, la turbidez y los niveles de cloro, así como los medidores de caudal, utilizados para supervisar el flujo de agua en las redes de distribución. Asimismo, se utilizan sistemas de telemetría y telecontrol adaptados para sistemas SCADA e IoT, facilitando la comunicación y el control remoto de equipos y dispositivos desde centros de operación estratégicamente ubicados.

## Tipos de dispositivos utilizados

El ciclo integral del agua puede categorizarse en 4 grandes bloques: captación y potabilización, redes de distribución para agua potable, saneamiento, y tratamiento del agua para su devolución al medio.

Teniendo en cuenta esta clasificación, algunos de los principales dispositivos tecnológicos empleados para la digitalización del ciclo integral del agua son los siguientes:



### Captación y potabilización

1.

#### **Sensores de calidad en puntos de captación**

Sensores multiparámetro analizan la calidad del agua en tiempo real en fuentes como ríos, lagos y acuíferos. Estos dispositivos monitorizan parámetros como pH, sólidos disueltos totales (TDS), conductividad y clorofila para garantizar la idoneidad del agua antes de su tratamiento.

3.

#### **Sistemas de monitorización de turbidez y color**

Estos dispositivos evalúan la turbidez y el color del agua cruda, identificando posibles eventos de contaminación. Su integración con procesos de control permite ajustar los tratamientos de potabilización en tiempo real.

2.

#### **Medidores de nivel y caudal en estaciones de captación**

Equipos ultrasónicos, radar o electromagnéticos miden el nivel y el caudal del agua en puntos de captación, asegurando un suministro continuo y monitorizando posibles fluctuaciones que puedan indicar problemas en la fuente.

4.

#### **Equipos de dosificación y control de químicos**

Sistemas automáticos gestionan la dosificación de coagulantes, desinfectantes y otros productos químicos esenciales en el proceso de potabilización, asegurando una calidad constante y reduciendo el consumo excesivo de productos.

## Redes de distribución para agua potable

### 1. Sistemas de sensores IoT

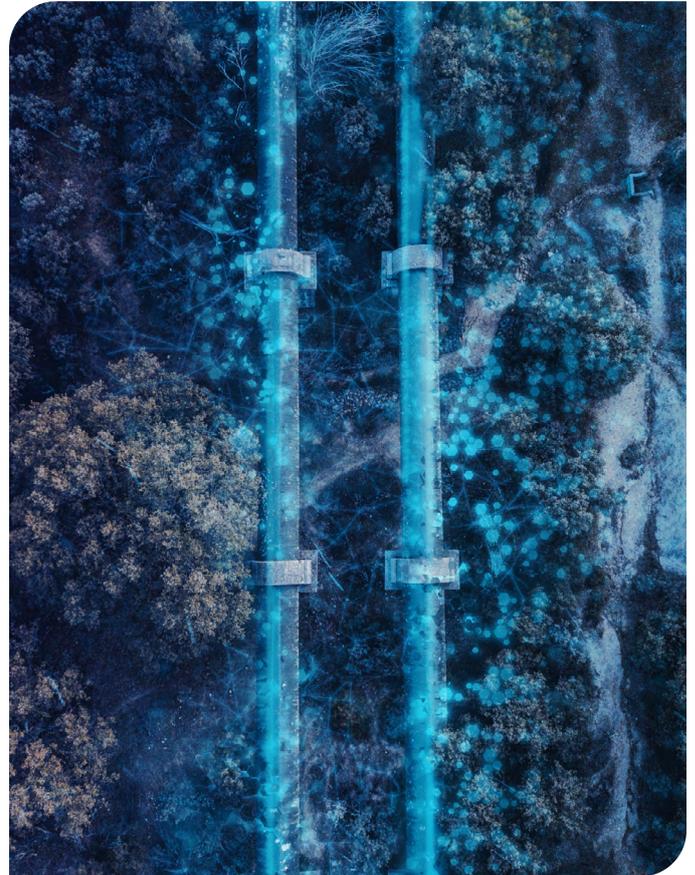
Los sensores IoT (Internet of Things) recopilan datos en tiempo real sobre caudales, presión, calidad del agua y otras variables clave en redes de distribución. Estos dispositivos permiten detectar fugas, prevenir fallos y optimizar el mantenimiento predictivo, reduciendo interrupciones y costos operativos.

### 2. Contadores inteligentes

Los contadores inteligentes monitorizan el consumo de agua de forma continua y remota. Utilizan tecnologías como LoRaWAN o NB-IoT para transmitir datos, facilitando la detección de fugas, el análisis de patrones de consumo y una facturación precisa. Además, su capacidad de telegestión contribuye a reducir el desperdicio de agua y mejorar la sostenibilidad.

### 3. Sistemas de comunicación avanzados

El uso de redes de baja potencia y largo alcance, como LoRaWAN y NB-IoT, asegura la conectividad entre dispositivos en áreas extensas. Estas tecnologías garantizan una transferencia de datos eficiente, incluso en ubicaciones remotas, mejorando la fiabilidad del sistema.



## Redes de distribución para agua de saneamiento

### 1.

#### Sensores IoT para calidad del agua residual

Estos sensores miden parámetros como turbidez, oxígeno disuelto, conductividad y niveles de contaminantes químicos o biológicos. Permiten detectar problemas como descargas no autorizadas, infiltraciones o bloqueos en las redes de alcantarillado, facilitando una respuesta proactiva.

### 3.

#### Sistemas de monitorización de gases en redes de alcantarillado

Estos dispositivos miden concentraciones de gases peligrosos, como metano o sulfuro de hidrógeno, que pueden acumularse en puntos críticos de la red. Ayudan a garantizar la seguridad de las operaciones y a prevenir accidentes.

### 2.

#### Medidores de caudal y nivel en sistemas de alcantarillado

Medidores ultrasónicos o electromagnéticos monitorizan el caudal y el nivel del agua residual en tiempo real, detectando sobrecargas en la red o zonas de acumulación. Su integración con sistemas SCADA permite gestionar eventos como inundaciones o vertidos accidentales.

### 4.

#### Cámaras y robots para la inspección de colectores

Equipos autónomos o semiautónomos realizan inspecciones visuales del estado de las tuberías, identificando bloqueos, daños estructurales o corrosión. Estas herramientas permiten programar mantenimientos correctivos o preventivos de manera eficiente.

## Tratamiento del agua

### 1. Sensores de calidad del agua tratada

Miden parámetros como demanda química de oxígeno (DQO), nitratos, fósforo y contaminantes residuales en el efluente tratado. Estos sensores garantizan el cumplimiento de normativas antes de devolver el agua al medio o reutilizarla.

### 2. Medidores de caudal en plantas de tratamiento

Monitorizan el flujo de entrada y salida en diferentes etapas del tratamiento, como sedimentación, filtración y desinfección. Permiten optimizar procesos y detectar posibles ineficiencias operativas.

### 3. Sistemas de monitorización de lodos

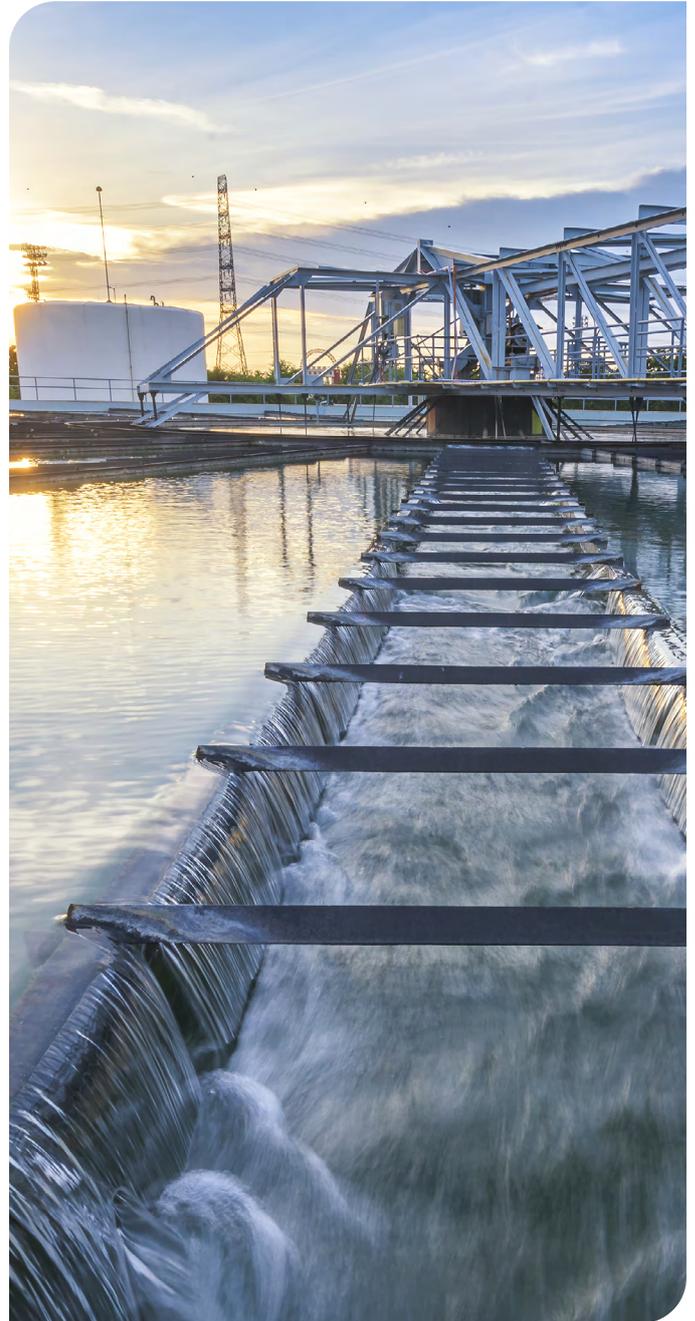
Equipos especializados analizan la concentración y calidad de los lodos generados en el tratamiento, facilitando su gestión y disposición final. Algunos sensores evalúan propiedades específicas, como el contenido de sólidos y materia orgánica.

### 4. Sistemas de control de aireación en reactores biológicos

Monitores de oxígeno disuelto y sistemas de control automático ajustan los niveles de aireación en procesos biológicos, optimizando el consumo energético y asegurando la eficiencia en la eliminación de contaminantes.

### 5. Equipos UV y sistemas de desinfección avanzada

Dispositivos de desinfección ultravioleta (UV) o con ozono eliminan patógenos y contaminantes persistentes en la etapa final del tratamiento. Su integración con plataformas IoT permite un control remoto y ajustes dinámicos.



## Protocolos de comunicación

Como se ha podido comprobar, la captura y transmisión de datos en tiempo real o casi tiempo real son pilares fundamentales para una gestión óptima del ciclo integral del agua. La infraestructura tecnológica que conecta dispositivos de campo con plataformas de análisis y control se apoya en protocolos de comunicación robustos, seguros y escalables, esenciales en entornos de tecnología operativa (OT) e Industrial Internet of Things (IIoT), tales como:



### Protocolos avanzados para OT e Industrial IIoT

En el ámbito de OT, se emplean protocolos como **MQTT** (Message Queuing Telemetry Transport) y **OPC UA** (Open Platform Communications Unified Architecture), que destacan por su flexibilidad, interoperabilidad y capacidades de cifrado avanzado. Estos protocolos permiten:



**Transmisión de datos bidireccional y asíncrona:** facilita la comunicación entre sensores, actuadores y plataformas de análisis, incluso en redes heterogéneas.



**Escalabilidad:** soporte para miles de dispositivos IIoT distribuidos en amplias áreas geográficas.



**Integración con la nube:** a través de pasarelas (gateways), conectan entornos OT con plataformas basadas en la nube para análisis avanzado en tiempo real.

Protocolos como **AMQP** (Advanced Message Queuing Protocol) y **CoAP** (Constrained Application Protocol) también están ganando relevancia en aplicaciones donde la eficiencia energética es crucial, como en sistemas IIoT con dispositivos alimentados por batería.

### Protocolos tradicionales en SCADA y automatización industrial

En infraestructuras más tradicionales, se emplean protocolos estándar como:



**Modbus:** altamente utilizado para dispositivos de campo como PLCs (Programmable Logic Controllers) y sensores. Su variante TCP facilita la integración en redes IP.



**DNP3 (Distributed Network Protocol 3):** diseñado para sistemas SCADA, ofrece transmisión eficiente y segura en redes de distribución y saneamiento.



**Profibus y Profinet:** protocolos específicos de Siemens, comunes en estaciones de bombeo y plantas de tratamiento por su alta fiabilidad y velocidad.



**EtherNet/IP:** ideal para integrar dispositivos de campo en redes IP, permitiendo alta velocidad y flexibilidad en arquitecturas distribuidas.

## Protocolos punteros para redes IoT e Industrial IoT

Con la digitalización del ciclo del agua, las tecnologías IoT han impulsado protocolos y redes diseñados para escenarios de baja potencia y gran cobertura, como:

- 1. LoRaWAN (Long Range Wide Area Network)**
  - Transmisión de datos en largas distancias con bajo consumo de energía.
  - Ideal para sensores en ubicaciones remotas que supervisan caudales, presión o calidad del agua.
  - Capacidad para integrar miles de dispositivos en redes distribuidas.
- 2. NB-IoT (Narrowband IoT)**
  - Operando en bandas celulares licenciadas, garantiza cobertura en áreas de difícil acceso.
  - Compatible con dispositivos que requieren monitorización continua, como contadores inteligentes y sensores de calidad.
- 3. Sigfox**
  - Protocolo de baja potencia diseñado para transmisiones de datos periódicas.
  - Adecuado para aplicaciones donde los datos críticos no requieren alta frecuencia, como monitorización de nivel en embalses.



## Protocolos emergentes y tecnologías de vanguardia

La adopción de tecnologías avanzadas ha dado lugar a la implementación de nuevos protocolos que mejoran la interoperabilidad y la eficiencia:

**TSN (Time-Sensitive Networking):** garantiza comunicaciones deterministas en tiempo real, crucial para aplicaciones críticas como la operación de estaciones de bombeo o control de válvulas.

**IO-Link:** protocolo estándar de comunicación para sensores y actuadores, permite configuración y diagnóstico remotos, optimizando el mantenimiento.

**gRPC (Google Remote Procedure Call):** protocolo ultrarrápido utilizado para la comunicación entre servicios en arquitecturas microservicios y entornos híbridos OT/IT.

## Redes de comunicación complementarias



**Wi-Fi 6 y 6E:** las redes WLAN de última generación ofrecen mayor velocidad, menor latencia y capacidad para manejar múltiples dispositivos conectados simultáneamente, ideales para plantas de tratamiento.



**Redes privadas LTE/5G:** proporcionan conexiones de alta velocidad, baja latencia y mayor capacidad de carga de datos, permitiendo monitorización en tiempo real en grandes sistemas de distribución.



**Mesh Networks:** redes malladas de dispositivos IoT que extienden la cobertura y mejoran la redundancia en sistemas de distribución o saneamiento en áreas amplias.

## Ciberseguridad

La ciberseguridad es un aspecto crítico en la gestión de dispositivos en el sector del agua, donde la tecnología juega un papel central, un fenómeno que pone de manifiesto la relevancia estratégica de este sector para el progreso económico y social de muchas regiones. Desde que se registrara en el año 2000 el primer ciberataque contra una operadora de agua en Queensland, Australia, los incidentes de este tipo no han dejado de crecer. Ejemplos recientes, como el ataque al suministro hídrico en Israel en 2020 o el ocurrido en 2021 en una planta de tratamiento de agua en Florida, reflejan una preocupación creciente por la vulnerabilidad de estas infraestructuras críticas

En este contexto, los gobiernos y demás entidades pertinentes están reforzando sus medidas jurídicas para paliar la situación. Normativas como la ACN en Italia, sobre servicios cloud; la ENS (Esquema Nacional de Seguridad) en España, de seguridad de la información; la ANSSI, en Francia, enfocada a la certificación de producto; o la BIO, en Holanda, de gestión del sistema de información; son solo algunos ejemplos.

En el caso de las utilities, se están implementando rigurosas medidas de seguridad para salvaguardar la integridad y confidencialidad de la información. Esto incluye la aplicación de tecnologías avanzadas de autenticación de usuarios y cifrado de datos para evitar accesos no autorizados y proteger la privacidad de los datos sensibles.

Además, se emplean procedimientos de monitorización continuo de la red, respaldados por tecnologías de detección de intrusiones y análisis de comportamiento, para identificar y responder de manera proactiva a posibles amenazas cibernéticas. Estos sistemas alertan sobre actividades sospechosas o intentos de acceso no autorizado, permitiendo una acción inmediata para mitigar el riesgo de vulnerabilidades.

Para mantener la robustez del sistema de gestión de dispositivos, se llevan a cabo auditorías regulares y pruebas de penetración. Estas evaluaciones periódicas permiten identificar posibles brechas de seguridad y puntos débiles en la infraestructura tecnológica, facilitando la implementación de medidas correctivas y la mejora continua de los protocolos de seguridad.

## Fortalecimiento de la Ciberseguridad en la Gestión del agua



## Tendencias en la gestión de dispositivos

La gestión operativa en el sector del agua está experimentando una profunda transformación gracias a la adopción de tecnologías disruptivas y la transformación de las ya existentes, como sensores IoT, plataformas SCADA, aplicaciones para ayuda a la toma de decisión, herramientas GIS para inventario y geo posición de activos, así como aplicaciones empresariales avanzadas. Este cambio tiene como objetivo optimizar la recopilación, análisis y uso de datos, impulsando la sostenibilidad, la eficiencia operativa y la resiliencia de los sistemas hídricos.

Un pilar fundamental de esta evolución es la capacidad de centralizar y supervisar datos operativos en tiempo real, consolidando toda la información en un único entorno digital. Este enfoque garantiza una visibilidad integral de las operaciones, lo que permite:



**Priorizar las acciones críticas**



**Optimizar la asignación de recursos**



**Reducir duplicidades en la recopilación de datos**



**Mejorar la colaboración entre equipos técnicos y administrativos**

Además, la centralización fomenta la resiliencia operativa, al proporcionar herramientas para responder rápidamente a eventos críticos y asegurar la continuidad del servicio. En este contexto, las compañías que consolidan la supervisión en una sola plataforma no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también fortalecen la sostenibilidad de sus operaciones frente a desafíos actuales y futuros.

La gestión de dispositivos en el sector del agua está en plena transformación gracias a la adopción de tecnologías disruptivas y protocolos avanzados. Este cambio tiene como objetivo optimizar la recopilación, análisis y uso de datos, mejorando la sostenibilidad, eficiencia operativa y resiliencia de los sistemas hídricos.



## Automatización y análisis avanzado con IA y machine learning (ML)

La inteligencia artificial (IA) y el machine learning (ML) están redefiniendo cómo se gestionan los dispositivos y los datos en tiempo real. Estas tecnologías permiten:

- 1. Detección temprana de anomalías:** algoritmos avanzados identifican desviaciones en parámetros como presión, caudal o calidad del agua, permitiendo acciones proactivas para evitar fallos.
- 2. Optimización predictiva:** modelos de ML analizan datos históricos y en tiempo real para prever demandas, programar mantenimientos y optimizar la operación de sistemas complejos.
- 3. Automatización inteligente:** la IA se integra con sistemas SCADA y de control distribuido para ajustar automáticamente procesos como la dosificación de productos químicos o la regulación de bombas, reduciendo costos y garantizando un suministro eficiente.

## Conectividad avanzada y protocolos emergentes

La conectividad es el eje que sostiene la interoperabilidad de dispositivos heterogéneos en redes OT (Operational Technology) e IT (Information Technology). Las tendencias incluyen:

- **Protocolos de alta eficiencia:** protocolos como MQTT, OPC UA y gRPC permiten la transmisión bidireccional, asíncrona y segura de datos, facilitando la integración entre sistemas de distintos fabricantes.
- **Protocolos para entornos IoT e IIoT:** tecnologías como LoRaWAN y NB-IoT ofrecen conectividad de largo alcance y bajo consumo, ideales para sensores en ubicaciones remotas o de difícil acceso.
- **IO-Link en sensórica de campo:** este estándar digital está revolucionando la comunicación entre sensores y dispositivos actuadores, permitiendo configuración remota, diagnóstico en tiempo real y mayor precisión en la recolección de datos.

## Sensores inteligentes y gemelos digitales

El avance en dispositivos sensoricos está permitiendo capturar datos más precisos y en tiempo real para alimentar modelos digitales avanzados:

- 1. Sensores IoT multiparámetro:** dispositivos capaces de medir simultáneamente pH, turbidez, cloro residual y otros parámetros clave, reduciendo la necesidad de múltiples equipos.
- 2. Gemelos digitales:** representaciones virtuales de infraestructuras y procesos hídricos que simulan operaciones, pronostican comportamientos y evalúan impactos de decisiones operativas en tiempo real.
- 3. Cámaras y sistemas autónomos:** robots equipados con sensores visuales y térmicos que inspeccionan tuberías, tanques y otros activos críticos, mejorando la gestión del mantenimiento.



## Ciberseguridad y resiliencia en redes OT/IT

Con la creciente conectividad y dependencia de dispositivos digitales, la ciberseguridad es prioritaria:

- **Redes segmentadas y estrategias Zero Trust:** limitar accesos no autorizados mediante autenticación robusta y control granular de permisos.
- **Detección de amenazas basada en IA:** análisis en tiempo real del tráfico de datos para identificar patrones sospechosos.
- **Normativas y certificaciones:** cumplimiento de estándares como ISO 27001 y el Esquema Nacional de Seguridad (ENS) para proteger la infraestructura crítica.



## Redes privadas y 5G

La adopción de redes privadas LTE y 5G está marcando un cambio importante en la conectividad de dispositivos en el ciclo del agua:

- **Latencia ultrabaja:** permite la sincronización en tiempo real de sistemas críticos como estaciones de bombeo o plantas de tratamiento.
- **Alta densidad de dispositivos conectados:** facilita la gestión de miles de sensores IoT en un solo entorno.
- **Mayor ancho de banda:** soporta datos intensivos, como imágenes y video en inspecciones remotas.

## Sostenibilidad energética y reducción de huella de carbono

Las tendencias también se centran en optimizar el uso de energía en la operación de dispositivos:

- **Sensores de bajo consumo:** tecnologías como LoRaWAN y Sigfox minimizan el consumo energético, prolongando la vida útil de baterías en sensores remotos.
- **Energía renovable integrada:** dispositivos alimentados por paneles solares o microturbinas hidráulicas para garantizar operaciones sostenibles.
- **Optimización de procesos:** uso de IA y ML para reducir el consumo energético en estaciones de bombeo y tratamiento.

Se puede afirmar, por tanto, que el futuro de la gestión de dispositivos en el ciclo integral del agua se enfoca en una convergencia tecnológica que integra análisis avanzado, conectividad segura y sostenibilidad. Estas tendencias no solo transforman la manera en que las utilities operan, sino que también garantizan un acceso más confiable y eficiente al recurso hídrico. La combinación de IA, protocolos avanzados y sensores inteligentes asegura una gestión proactiva que responde a los desafíos actuales y prepara al sector para un futuro resiliente y sostenible.

## Implantación de una plataforma de gestión

Una plataforma que gestione el ciclo integral del agua debe de estar diseñada para abordar todos los aspectos dentro de una utility del agua: desde la supervisión y control de las redes de distribución de abastecimiento y saneamiento, hasta los procesos de captación, potabilización y depuración, así como la gestión de activos, la optimización de procesos, departamentos y las diferentes dinámicas de las personas sobre los recursos que gestionan.

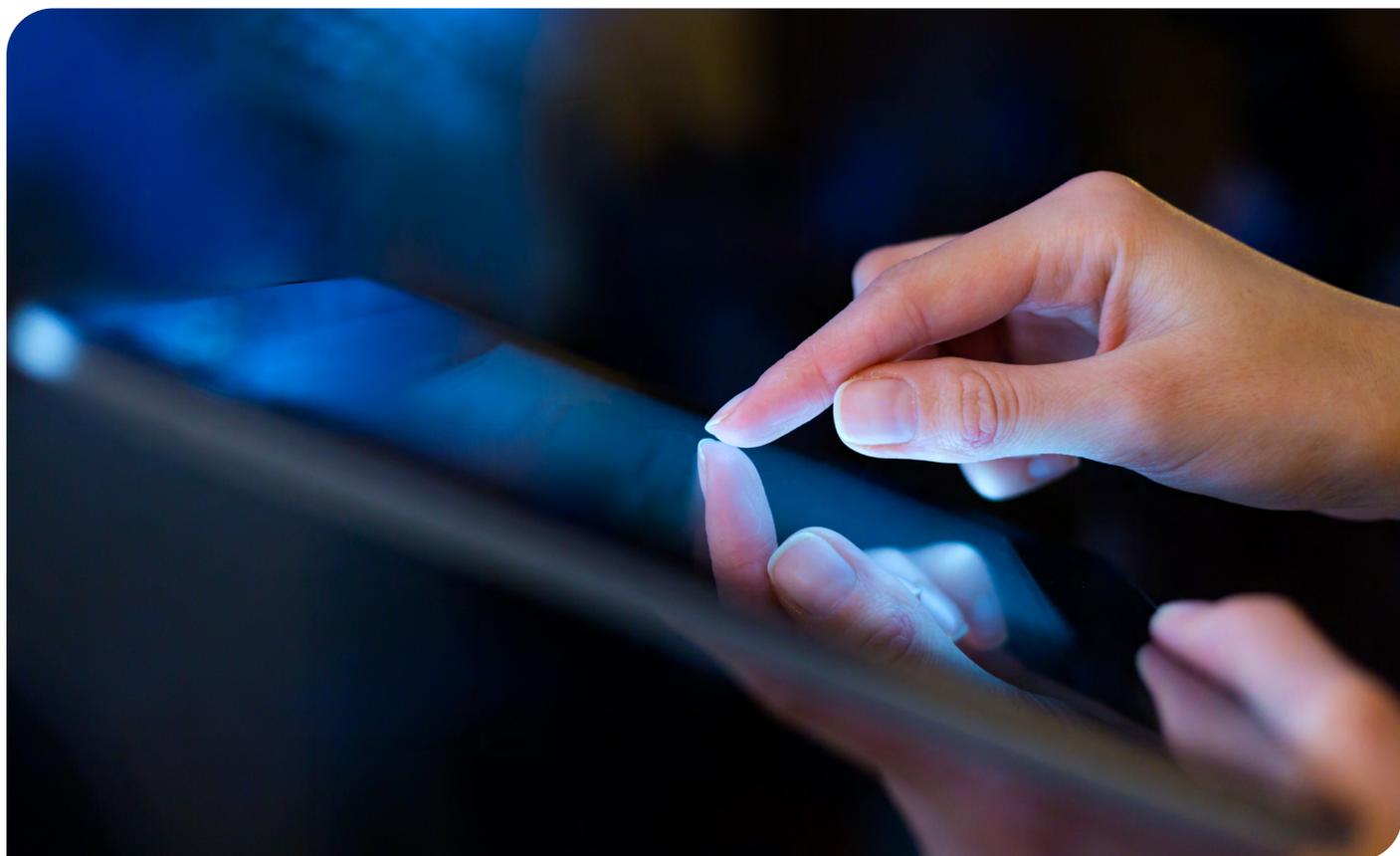
Una plataforma de gestión de ciclo integral del agua debe demostrar ser una herramienta efectiva para la detección temprana de anomalías y la gestión proactiva de eventos, lo que llevará a una reducción en el tiempo de inactividad, las pérdidas de agua y mejoras en los procesos y dinámicas de trabajo en una empresa de gestión del ciclo integral del agua.

Además, la plataforma debe permitir el análisis de datos en tiempo real y la aplicación de algoritmos de detección de anomalías, así como el uso de modelos de machine learning e inteligencia artificial. Esto podrá capacitar a las organizaciones para identificar y abordar de manera ágil los

diversos problemas que enfrentan en su rutina diaria, lo que minimiza el impacto en la operación y el suministro de agua, entre otros aspectos críticos.

A nivel técnico, una plataforma de gestión de ciclo integral del agua debe estar compuesta por una arquitectura modular y escalable que permita adaptarse a las necesidades específicas de cada cliente. Sus componentes principales deben incluir sistemas de adquisición de datos para la red OT incluyendo equipos IoT así como sistemas de adquisición de datos de la red IT para obtener datos de las aplicaciones de negocio, bases de datos centralizadas, herramientas de análisis y visualización, y aplicaciones específicas para diferentes áreas de gestión del agua.

La arquitectura de una plataforma de gestión de ciclo integral del agua debe estar diseñada para ser altamente flexible y adaptable, lo que permitiría su integración con una amplia variedad de sistemas y dispositivos de monitorización y control. Además, la plataforma debe cumplir con los más altos estándares de seguridad y fiabilidad, garantizando la integridad y confidencialidad de los datos en todo momento.



## Perfiles clave para la implantación y sus principales funciones

La implementación de una plataforma digital para la gestión del ciclo integral del agua es un proceso complejo que exige un enfoque estructurado y bien coordinado. Este enfoque debe garantizar una integración fluida entre tecnologías avanzadas, procesos operativos optimizados y

equipos humanos capacitados. El éxito de esta tarea radica en combinar aspectos técnicos, organizativos y operativos, contando con la contribución esencial de perfiles especializados que aporten experiencia y conocimiento en cada área clave del proyecto.



### IT Leads y Project Managers

Estos roles son los responsables de la planificación, organización y supervisión general del proyecto. Sus funciones incluyen:

- **Coordinación:** Gestionar equipos multidisciplinarios y asignar recursos para asegurar la alineación de los objetivos técnicos y operativos.
- **Supervisión:** Monitorear el cronograma del proyecto y garantizar el cumplimiento de los entregables clave.
- **Gestión de riesgos:** Identificar y mitigar posibles desafíos en la integración tecnológica y en la adopción de las soluciones por parte del personal.
- **Aseguramiento de calidad:** Velar por el cumplimiento de normativas, estándares de calidad y objetivos estratégicos establecidos.



### Arquitectos de Infraestructura

Encargados de diseñar los cimientos tecnológicos del proyecto, su labor asegura la viabilidad técnica a largo plazo. Principales responsabilidades:

- **Diseño de entornos tecnológicos:** Crear soluciones escalables, resilientes y adaptadas a las necesidades organizativas.
- **Interoperabilidad:** Garantizar la integración entre sistemas existentes (SCADA, GIS, ERP) y tecnologías IoT/OT.
- **Migración estratégica:** Planificar transiciones que minimicen interrupciones operativas.
- **Continuidad operativa:** Establecer marcos de referencia para la alta disponibilidad y recuperación ante desastres.



## Expertos en OT y IIoT

Estos especialistas se centran en la integración de dispositivos de campo y tecnologías IIoT para mejorar la eficiencia operativa. Sus tareas incluyen:

- **Integración:** Conectar dispositivos de campo mediante protocolos avanzados y asegurar su operatividad.
- **Validación:** Garantizar la compatibilidad de los dispositivos existentes con las nuevas soluciones implementadas.
- **Optimización operativa:** Asegurar que los datos recopilados sean precisos y útiles para el análisis en tiempo real.



## Personal técnico cualificado en analítica avanzada e integración de datos IT

Este equipo es responsable de extraer valor de los datos recopilados y personalizar las plataformas según las necesidades específicas. Sus funciones incluyen:

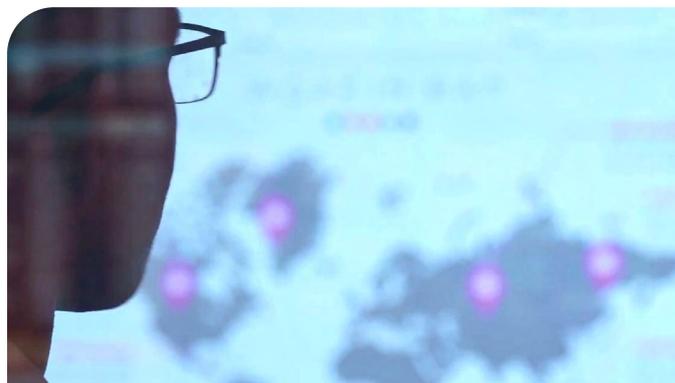
- **Configuración de plataformas:** Adaptar las soluciones tecnológicas a los requisitos operativos.
- **Integración de datos:** Diseñar flujos de datos mediante tecnologías ETL (Extract, Transform, Load) y asegurar una interoperabilidad eficiente entre aplicaciones IT.
- **Modelos analíticos:** Desarrollar herramientas de análisis avanzado para mejorar la toma de decisiones en tiempo real y optimizar el rendimiento de las operaciones.



## Especialistas en Ciberseguridad

Con el aumento de la conectividad, proteger la infraestructura tecnológica y los datos es crucial. Las funciones de este perfil son:

- **Estrategias de protección:** Diseñar sistemas de seguridad basados en normativas y estándares internacionales como Zero Trust y detección basada en IA.
- **Evaluaciones de vulnerabilidad:** Identificar puntos débiles y aplicar soluciones preventivas.
- **Mitigación de riesgos:** Desarrollar políticas y herramientas para minimizar posibles amenazas cibernéticas.



La participación de estos perfiles clave, con responsabilidades bien definidas, asegura que el proceso de implementación sea integral, eficiente y alineado con los objetivos estratégicos de la organización. Un equipo multidisciplinario con habilidades complementarias garantiza no solo la integración tecnológica exitosa, sino también la sostenibilidad y resiliencia de las operaciones a largo plazo.

# Pasos para la implementación de una plataforma

## 1. Evaluación de necesidades y planificación inicial

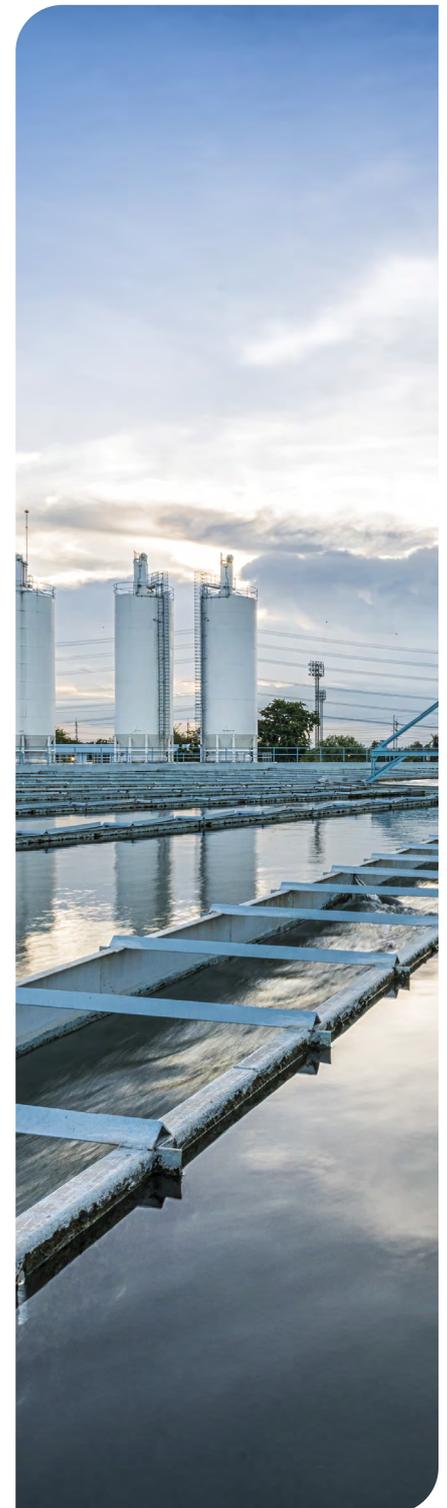
La base de cualquier implementación exitosa es un análisis exhaustivo de las necesidades de la organización, que incluye:

- **Auditorías técnicas y operativas:** Evaluar el estado actual de las infraestructuras IT/OT, dispositivos de campo y sistemas de gestión existentes (SCADA, GIS, ERP, etc.).
- **Identificación de objetivos claros:** Definir metas específicas como optimización de operaciones, reducción de pérdidas de agua, cumplimiento normativo o mejoras en sostenibilidad.
- **Análisis de riesgos:** Considerar posibles desafíos, como incompatibilidades tecnológicas, brechas de ciberseguridad o resistencia al cambio por parte del personal.

## 2. Diseño de la arquitectura de la plataforma

El diseño de la infraestructura debe garantizar escalabilidad, redundancia y seguridad. Incluye:

- **Infraestructura modular y escalable:**
  - Arquitecturas híbridas (on-premise y nube) que permitan flexibilidad.
  - Sistemas de almacenamiento como data lakes para integrar datos históricos y en tiempo real.
- **Integración con sistemas existentes:**
  - Uso de middleware para interoperabilidad entre SCADA, IoT y bases de datos empresariales.
  - Protocolos de comunicación como OPC UA, MQTT o gRPC para unificar datos.
- **Ciberseguridad integrada:**
  - Redes segmentadas con firewalls industriales.
  - Encriptación de extremo a extremo mediante TLS.
  - Sistemas de monitorización continuo de amenazas.
- **Herramientas punteras:** Plataformas como Kubernetes para la orquestación de contenedores, asegurando disponibilidad y adaptabilidad a cargas variables.



### 3. Documentación y validación de fuentes de datos

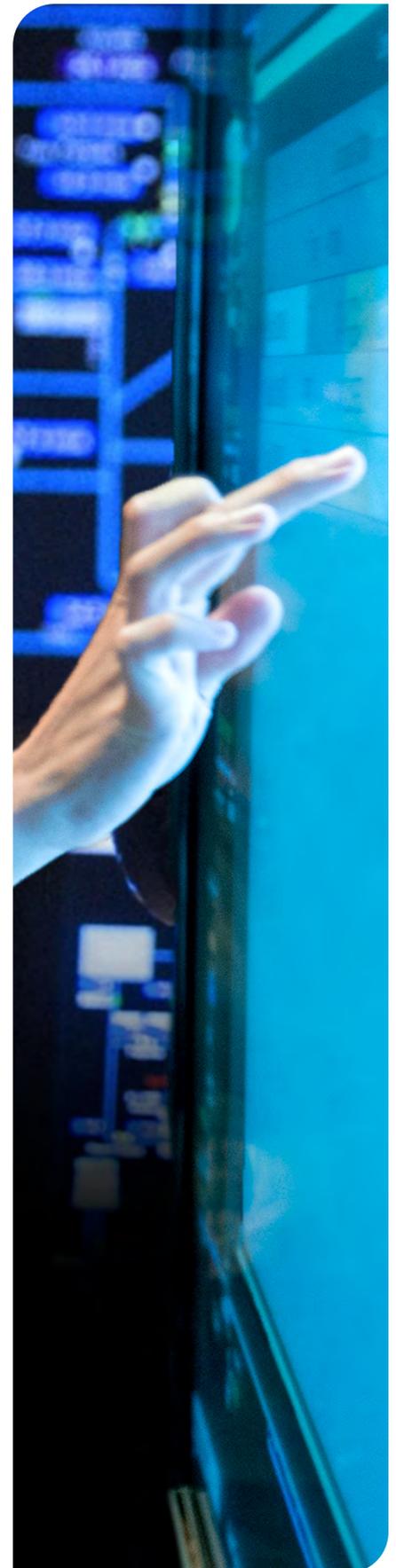
Antes de comenzar con la ingesta de datos, es fundamental establecer procedimientos rigurosos para garantizar la calidad de la información:

- **Documentación de fuentes:**
  - Identificar dispositivos IoT, bases de datos empresariales, SCADA y GIS además de otras fuentes relevantes para construir un gemelo digital, que tan demandado está conforme avanza la industria 4.0.
  - Mapear los datos disponibles, definiendo parámetros como frecuencia de actualización, precisión y formato.
- **Validación de datos:**
  - Aplicar reglas de consistencia para eliminar duplicados, corregir valores nulos y estandarizar formatos.
  - Utilizar herramientas como Apache Nifi o Talend para automatizar procesos de validación y limpieza de datos.
- **Pruebas piloto:**
  - Ejecutar cargas controladas para verificar la calidad y comportamiento de los datos.
  - Identificar problemas potenciales en las integraciones antes de la implementación a gran escala.

### 4. Configuración y personalización de la plataforma

Este paso asegura que la plataforma se adapte a las necesidades específicas de la organización:

- **Parametrización personalizada:**
  - Configuración de dashboards según los requerimientos operativos.
  - Integración de algoritmos de machine learning para predicción y optimización.
- **Integración de dispositivos:**
  - Conexión de sensores IoT, contadores inteligentes y sistemas SCADA mediante gateways y protocolos interoperables.
  - Implementación de gemelos digitales para simular y optimizar procesos.
- **Alarmas y notificaciones:**
  - Configuración de alertas para eventos críticos como fugas, caídas de presión o anomalías en calidad del agua.
- **Pruebas de carga y rendimiento:**
  - Verificación de la capacidad del sistema para manejar grandes volúmenes de datos en tiempo real.
  - Simulación de escenarios de uso extremo para garantizar estabilidad y tiempo de respuesta óptimo.



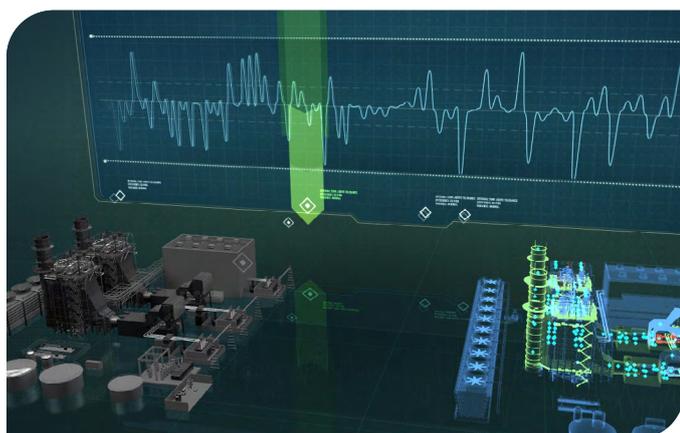
## Gestión del cambio y formación

Uno de los aspectos más fundamentales en la implementación de cualquier plataforma tecnológica reside en la denominada gestión del cambio y la formación. En este sentido, es importante involucrar a todos los niveles de la organización en el proceso de implementación, desde el personal operativo hasta la alta dirección, para garantizar una adopción exitosa de la nueva tecnología y maximizar su potencial.

La gestión del cambio implica comunicar claramente los beneficios y objetivos de la implementación de la plataforma de gestión, así como involucrar a los empleados en el proceso de toma de decisiones y planificación. Es importante crear un ambiente de colaboración y apoyo, donde los empleados se sientan motivados y capacitados para adoptar y utilizar la nueva plataforma de manera efectiva.

Por otra parte, la formación del personal es un aspecto fundamental de la implementación de una plataforma de gestión de ciclo integral del agua. Se deben proporcionar programas de formación y capacitación adecuados para garantizar que los empleados comprendan cómo utilizar la plataforma y aprovechar al máximo sus funcionalidades. Esto puede incluir sesiones de formación presenciales o virtuales, manuales de usuario detallados, tutoriales en línea y soporte técnico continuo.

Además, es importante establecer procesos de retroalimentación y mejora continua para asegurar que la plataforma siga siendo relevante y efectiva a lo largo del tiempo. Se deben recopilar comentarios y sugerencias de los usuarios, y utilizar esta información para realizar ajustes y mejoras en la plataforma según sea necesario. La mejora continua es un proceso iterativo que permite a las organizaciones adaptarse a los cambios en el entorno operativo y maximizar el valor de la inversión en tecnología.



## Smart Water Engine

Muchas empresas de gestión hídrica enfrentan el desafío de obtener una visión completa de la eficiencia y el estado operativo de sus infraestructuras. Con frecuencia, gerentes y operarios deben lidiar con numerosos flujos de datos aislados provenientes de diversas fuentes, lo que complica la obtención de una imagen clara del sistema, la implementación de mejoras globales, la respuesta rápida a eventos inesperados, la simulación de escenarios y la predicción del desempeño futuro.

La plataforma Xylem Vue, desarrollada por Idrica y Xylem, ofrece una solución integrada basada en software y análisis avanzados que ayuda a optimizar las inversiones, mejorar la eficiencia operativa y garantizar un servicio continuo y asequible para las comunidades.

En el corazón de esta tecnología se encuentra el **Smart Water Engine**, un motor inteligente que elimina las barreras entre diferentes fuentes de información. Este sistema unifica y estandariza los datos, independientemente de su procedencia, para generar un modelo único y completo. Gracias a algoritmos de vanguardia, las entidades gestoras pueden monitorear y analizar de manera integral todos los aspectos de sus sistemas.

Los datos consolidados son accesibles a través de aplicaciones hídricas especializadas, integradas en la plataforma Xylem Vue. Estas herramientas están diseñadas para abordar los retos clave en la gestión de recursos hídricos.

Al centralizar la información y evitar la dependencia de múltiples tecnologías desconectadas, el Smart Water Engine proporciona información crítica y en tiempo real, facilitando una toma de decisiones más ágil y efectiva en la operación de los sistemas hídricos.

### Smart Water Engine crea una única fuente de datos estandarizados para ayudar a:

- Monitorizar procesos operativos.
- Ejecutar escenarios hipotéticos en tiempo real.
- Geolocalizar los activos con las herramientas de la Librería GIS.
- Establecer alertas de gestión y rendimiento de dispositivos.
- Construir modelos hidráulicos de gemelos digitales.
- Diseñar paneles operativos.



## Beneficios y ventajas de la plataforma de gestión hídrica

La implementación de una plataforma para gestionar el ciclo integral del agua debe ofrecer una serie de beneficios técnicos significativos para las empresas de gestión del agua.

Entre algunos de ellos, cabe señalar:

- Reducciones significativas en los costos operativos y de mantenimiento.
- Mejoras en la calidad del servicio y la satisfacción del cliente.
- Mejorar la eficiencia operativa.
- Reducir los tiempos de respuesta.
- Minimizar los riesgos de interrupciones en el suministro.
- Mejorar la planificación y la toma de decisiones.
- Evaluar el rendimiento de las instalaciones.
- Identificar áreas de mejora.
- Optimizar la asignación de recursos para maximizar la eficiencia y la rentabilidad.

Así mismo, la implementación de una plataforma de gestión hídrica tiene para las empresas gestoras del agua, una serie de ventajas que se deben tener en cuenta.

En primer lugar, la plataforma debe proporcionar una **visión holística y en tiempo real de los procesos de agua, lo que permite una toma de decisiones más informada y ágil.** Con la capacidad de acceder y analizar datos en tiempo real, las organizaciones pueden identificar rápidamente

problemas y tomar medidas correctivas de manera oportuna, lo que reduce los riesgos de interrupciones en el suministro y mejora la calidad del servicio.

Además, debe ofrecer **herramientas avanzadas de análisis y predicción que permiten identificar patrones y tendencias, anticipar problemas y optimizar la operación de las infraestructuras.** Mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático y análisis predictivo, las organizaciones pueden predecir y prevenir problemas antes de que ocurran, lo que reduce los costos de mantenimiento y aumenta la eficiencia operativa.

Por otro lado, la integración de datos en una plataforma centralizada **facilita la coordinación entre diferentes áreas de la organización y mejora la eficiencia operativa.** Al consolidar datos de múltiples fuentes en una única plataforma, las organizaciones pueden reducir la duplicación de esfuerzos y mejorar la colaboración entre equipos y departamentos.

Por último, debe de estar **diseñada para ser altamente escalable, lo que permite adaptarse fácilmente a cambios en el tamaño o la complejidad de la red de distribución de agua.** Con la capacidad de escalar vertical y horizontalmente, la plataforma puede crecer con las necesidades cambiantes de la organización y soportar grandes volúmenes de datos y usuarios concurrentes.

## Casos de éxito

Los casos de éxito son ejemplos concretos de los beneficios técnicos que pueden obtenerse mediante la implementación de una plataforma de estas características.

No obstante, en los siguientes casos de éxito se puede comprobar cómo las utilities del agua que han implementado la plataforma, en este caso Xylem Vue, han mostrado distintas mejoras:

### Global Omnium (España)

La expansión en España de Global Omnium, más allá de la ciudad de Valencia, supuso un primer cambio de paradigma para la empresa, que tuvo que enfrentarse al reto de gestionar hasta 400 servicios diferentes en un ámbito geográfico muy disperso.

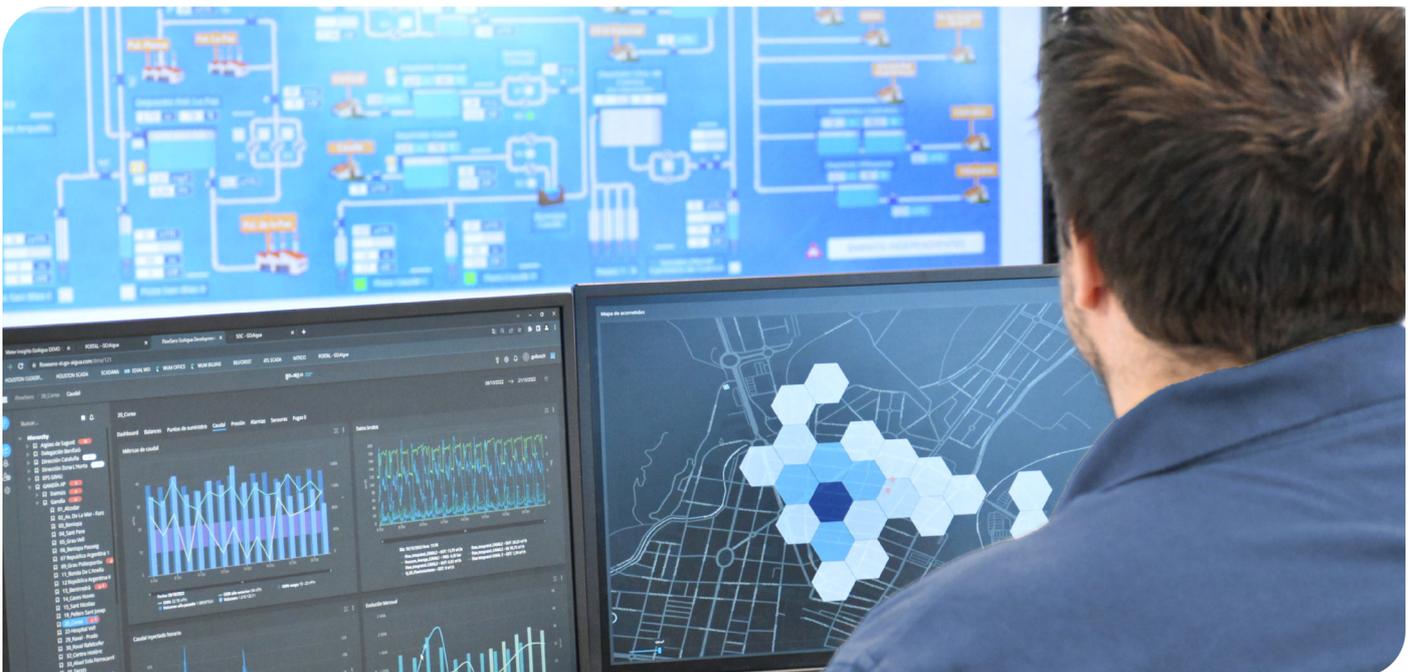
Por otra parte, debido a la naturaleza concesional de los servicios públicos, la operadora debía ser capaz de integrar cualquier tipo de sistema, sensor o protocolo de comunicación ya presente en las infraestructuras que gestionaba.

La **digitalización de la compañía** suponía un importante reto, pero su consecución permitió garantizar la prestación de los servicios con los más altos estándares de calidad y eficiencia.

### Hot Springs (EE.UU)

La **ciudad de Hot Springs** ha combinado distintas soluciones digitales para incrementar la eficiencia operacional, mejorar el rendimiento de la red y reducir las pérdidas de agua. La operadora cuenta con una red de 14 sectores y cerca de 1500 km de tuberías principales de agua, y gestiona 43.000 contadores AMI, 11 tanques de almacenamiento elevados y dos instalaciones de tratamiento de agua.

Este proyecto implica el despliegue de la aplicación de detección de fugas de Xylem Vue(Leak Detection), distintas soluciones digitales de Xylem (Sensus Analytics, Revenue Locator y Water Loss Management), la red de comunicación Sensus Flexnet y contadores Sensus.





### Yorkshire Water (Reino Unido)

Yorkshire Water implantó Xylem Vue con el fin de mejorar la gestión del agua no registrada, y a su vez, monitorizar los trabajos en campo, la eficiencia de los procesos, y la eficacia de las tecnologías utilizadas en la detección de fugas. La versatilidad del BI Panel permitió personalizar los flujos de información dentro de la plataforma y adaptarlos a la realidad operativa de Yorkshire Water.

### Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (México)

Gracias a la [implementación de la plataforma](#), SADM logro conseguir monitorear, analizar y tomar decisiones sobre la operación de su red hidráulica, esto les permitió establecer y/o asignar consignas diurnas y nocturnas a los equipos de regulación y así obtener un control sobre el consumo de sus usuarios. Por otra parte, contribuyó a identificar posibles alteraciones de consumos nocturnos indicativos de fugas visibles o no visibles.

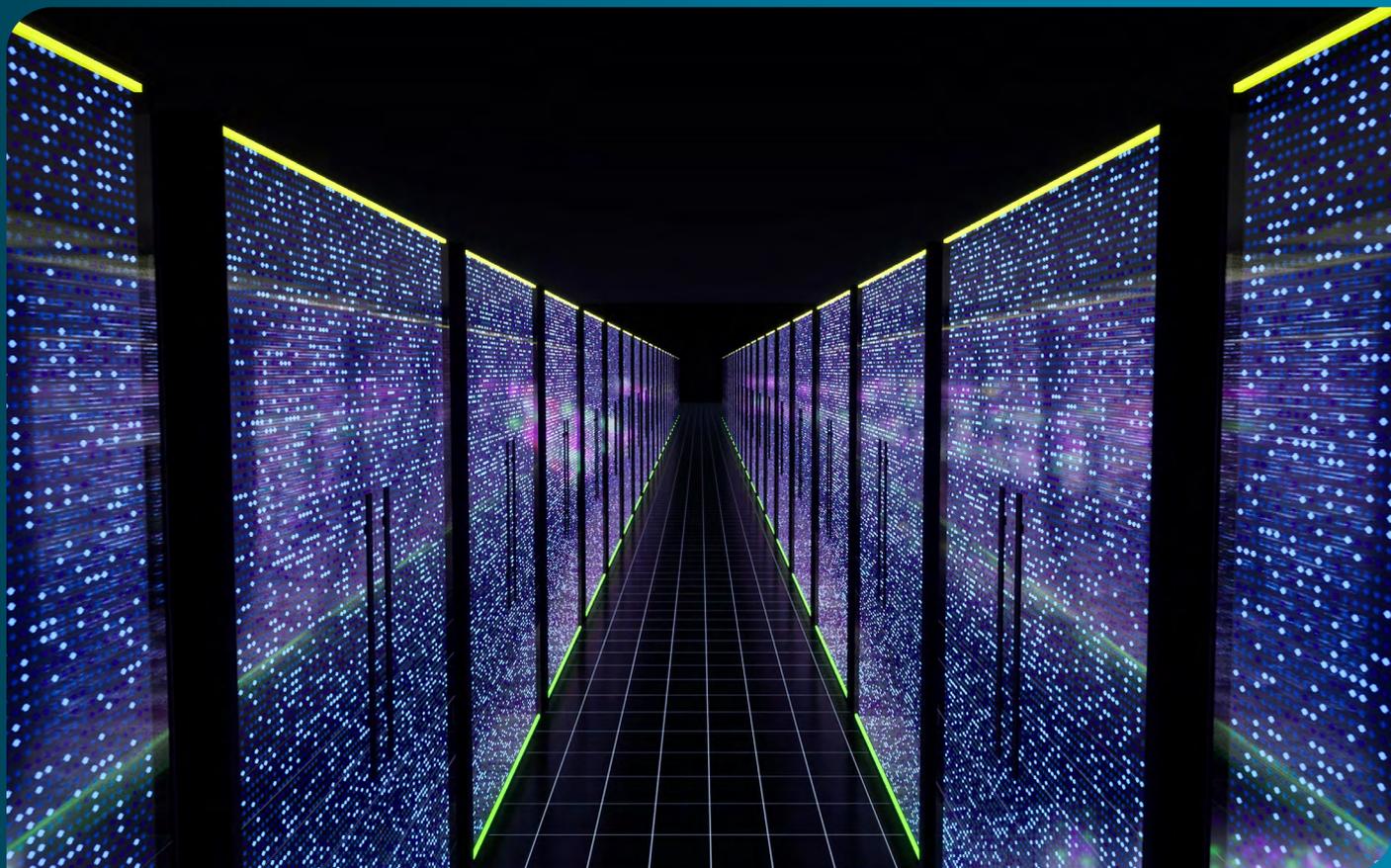
Como resultado se obtuvo reducciones considerables en el consumo promedio de algunos de sus macrosectores y circuitos, estos van desde un 34% hasta un 37% de reducción después de las acciones tomadas.

### Electricity & Water Authority (Bahrein)

La Autoridad de Electricidad y Agua (EWA) es una organización gubernamental que suministra electricidad y agua a la población del Reino de Baréin, abarcando todos los sectores, incluidos el residencial, el comercial y el industrial.

Como parte del Programa de Transformación Fiscal de Bahréin, EWA busca [aumentar su eficiencia](#) al tiempo que cumple su misión de proporcionar un suministro de agua fiable y de alta calidad para el desarrollo sostenible del país. Una de las iniciativas clave para lograr este objetivo es la reducción del agua no registrada (NRW) en la red de EWA a niveles económicos de pérdidas.

El objetivo del proyecto fue la reducción de pérdidas de agua en 10 DMAs asignadas, para ello se desplegó la plataforma Xylem y las aplicaciones Portal, Leak Detection, Work Orders y BI.



## Conclusiones

La digitalización del ciclo integral del agua es una necesidad estratégica para enfrentar los desafíos de sostenibilidad, eficiencia y resiliencia en la gestión de los recursos hídricos. Las tecnologías avanzadas como IoT, big data, inteligencia artificial y gemelos digitales están transformando la forma en que se recopilan, analizan y utilizan los datos, permitiendo a las empresas del sector optimizar sus operaciones y garantizar un suministro confiable y sostenible de agua.

La implementación de una plataforma de ciclo integral del agua, vertebrada con la información procedente de los dispositivos, es un paso crucial en el camino hacia una gestión más eficiente y sostenible de una utility. Con los enfoques técnicos adecuados las empresas pueden aprovechar al máximo los beneficios de esta innovadora tecnología para garantizar un suministro seguro y sostenible de agua para las generaciones futuras.

Al centrarse en aspectos técnicos como la arquitectura de la plataforma, la configuración y la ciberseguridad, las organizaciones pueden garantizar una implementación exitosa de una plataforma de gestión.

Además, al aprovechar los beneficios técnicos de la plataforma, como la visión en tiempo real, el análisis avanzado y la detección temprana de anomalías, las organizaciones pueden mejorar la eficiencia operativa, reducir los costos y minimizar los riesgos operativos.

Sin embargo, la implementación de las tecnologías requiere un enfoque integral que combine la adopción de plataformas tecnológicas con la capacitación del personal, la gestión del cambio organizacional y un compromiso firme con la ciberseguridad. Los distintos casos de éxito ya han demostrado que estas soluciones no solo mejoran la eficiencia operativa, sino que también generan beneficios económicos y ambientales sustanciales.

A medida que el estrés hídrico y las demandas sobre este recurso vital continúan aumentando, las empresas, gobiernos y comunidades deben trabajar de manera conjunta para acelerar esta transformación digital, asegurando un futuro más resiliente y sostenible para el agua.

# Xylem | 'zīlāmī

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](http://www.xylem.com)



**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.