

## TRIHSENS: ESTRATEGIAS PREVENTIVAS EN LA MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA

El proyecto TRIHSENS ha demostrado una solución innovadora para la monitorización y control en tiempo real de la calidad de las aguas de consumo en la estación de tratamiento de aguas potables (ETAP) del Tambre, Santiago de Compostela. En el marco de este proyecto se ha desarrollado una solución integral de bajo coste para la detección y alarma de la presencia de contaminantes en el agua potable. Esta solución innovadora permitirá al personal operario una toma de decisiones operativas de una manera más rápida, precisa y confiable, mejorando aún más la calidad del agua de servicio. El proyecto ha sido desarrollado por un equipo multidisciplinar formado por las empresas VIAQUA, ROCA ROIBÁS, SYSPRO AUTOMATION y AYCO INTERNET y los centros tecnológicos AIMEN y CETAQUA Galicia.

### Introducción

La desinfección del agua de consumo humano es un proceso de tratamiento requerido para reducir el riesgo de transmisión de enfermedades por el agua. Existen diversos procesos de desinfección, como la ozonización o la cloración, basándose la mayor parte de ellos en procesos de oxidación de la materia orgánica. En España, la cloración es el proceso más común para la desinfección del agua, debido a su bajo coste y a su carácter remanente, lo que permite mantener la calidad del agua durante toda la red de servicio al ciudadano. El proceso de cloración debe realizarse de forma controlada para evitar la formación de productos intermedios derivados de la combinación del cloro con otros compuestos (como por ejemplo restos de materia orgánica), lo que supondría una alteración de la calidad final del agua.

Por ello, la legislación española establece una serie de requisitos a estos procesos dentro del Real Decreto Ley 140/2005, que asegura los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo. Actualmente, la forma más extendida de monitorización de estos requisitos se establece a través de muestreos de tipo manual y técnicas analíticas complejas. Esta estrategia correctiva demanda un alto tiempo de dedicación y supone un alto coste analítico, lo que aumenta los costes de operación asociados a la desinfección del agua. Además, la espera por los resultados de los análisis de laboratorio conlleva altos tiempos de respuesta a los eventos, que impiden una respuesta rápida por parte del personal de operaciones.

*TRIHSENS ofrece una solución online para el control de calidad del agua de consumo humano*



## TRIHSENS: PREVENTIVE STRATEGIES TO IMPROVE WATER QUALITY

The TRIHSENS project has demonstrated an innovative solution for real-time monitoring and control of drinking water quality at the Tambre Drinking Water Treatment Plant (DWTP) in Santiago de Compostela (Spain). Within the framework of this project, a low-cost integrated solution has been developed for detecting and providing early warning of the presence of contaminants in drinking water. This innovative solution will enable DWTP operating personnel to make operational decisions more quickly, more accurately and more reliably, thereby further improving the quality of the water. The project was carried out by a multidisciplinary team from four companies: VIAQUA, ROCA ROIBÁS, SYSPRO AUTOMATION and AYCO INTERNET; and two technology centres: AIMEN and CETAQUA Galicia.

### Introduction

Drinking water disinfection is a treatment process necessary to reduce the risk of waterborne disease transmission. There are a number of different disinfection processes in existence, most of which are based on organic matter oxidation processes, such as ozonisation or chlorination. In Spain, chlorination is the most commonly implemented process for water disinfection, due to its low cost and carryover effects, which allows water quality to be maintained throughout the supply network. Chlorination must be carried out in a controlled manner to prevent the formation of intermediate products resulting from the combination of chlorine with other compounds (e.g., traces of organic matter), which would adversely affect the final quality of the water.

Spanish legislation sets out a number of requirements for these processes in Royal Decree-Law RD 140/2003, with the aim of ensuring compliance with sanitary drinking water quality parameters. The most common way of monitoring these parameters is through manual sampling and complex analytical techniques. This corrective strategy is time-consuming and involves high analysis costs, which increases operating costs associated with water disinfection. In addition, the need to wait for the results of laboratory analyses prevents operating personnel from responding rapidly to incidents.

*TRIHSENS offers an online solution for drinking water quality control*

### Method and results

To improve this response, the ConectaPeme TRIHSENS project validated a cost-effective solution for real-time monitoring and control of drinking water quality, following a three-stage strategy. Firstly, an energy-efficient LED fluorescence sensor was installed to estimate the concentration of organic matter in real time. The new sensor was successfully integrated into the monitoring system of the Tambre DWTP, along with other plant parameters such as pH, free chlorine, temperature and turbidity, thus enabling continuous monitoring of the drinking water treatment process. Fluorescence sensors were chosen because they enable online measurement with high repeatability and higher sensitivity than other absorbance measurements. Moreover, these sensors have a long operating life.

The sensor was designed and manufactured by the project consortium based on the information obtained from the

## Método y resultados

Para mejorar esta respuesta, el proyecto ConectaPeme TRIHSENS ha validado una solución de bajo coste para la monitorización y control de la calidad del agua potable a tiempo real, siguiendo una estrategia en tres pasos.

En primer lugar, se ha instalado una sonda LED de fluorescencia de bajo consumo para la estimación de la concentración de materia orgánica en tiempo real. La nueva sonda se ha integrado de forma efectiva en el sistema de monitorización de la ETAP del Tambre junto con otros parámetros de planta, como el pH, cloro libre, temperatura y turbidez, permitiendo un seguimiento continuo del proceso de tratamiento del agua de consumo. Se ha optado por los sensores de fluorescencia ya que permiten una medición online con una alta repetitividad y una sensibilidad superior a otras medidas de absorbancia, además de tener una alta vida útil efectiva.

La sonda ha sido diseñada y fabricada por el consorcio basándose en la información obtenida de la caracterización de las aguas a través de matrices de excitación-emisión de fluorescencia, determinando las longitudes de onda de los compuestos húmicos y correlacionándolos con la materia orgánica presente en el agua de salida de la ETAP. La alta sensibilidad alcanzada en la sonda permitió medir concentraciones de materia orgánica por debajo de 1 ppm. Además, la sonda se adaptó al entorno industrial de la ETAP y a la matriz de medida, permitiendo el desarrollo de una sonda estable, robusta y precisa.

La sonda de medición de materia orgánica construida y validada en el marco del proyecto se ha integrado con un software de predicción de la calidad del agua de consumo que, a través de un sistema de redes neuronales artificiales (RNA), permite estimar parámetros críticos de control de la calidad del agua de consumo en tiempo real. Esta integración evita la necesidad de esperar a los resultados de análisis externos, estableciendo una respuesta predictiva en lugar de reactiva, de menor coste que el derivado del muestreo. Además, el personal operario puede seguir en cualquier momento el estado de la calidad del agua potable, anticipándose a cualquier evento contaminante.

Para facilitar la respuesta del personal de operaciones, se ha implantado un sistema de soporte a la decisión, a través de una serie de consignas y reglas preestablecidas, en función de los resultados de las RNA. Este actúa como un sistema de control y prevención de respuesta inmediata de actuación frente a episodios de contaminación. Además, define los cambios en la estrategia de operación a establecer en cada momento y permite optimizar el consumo de químicos asociados al control de la calidad del agua de consumo, permitiendo una reducción en los costes de operación de la planta.

La validación en la ETAP del Tambre del sistema de monitorización y alarma TRIHSENS con una matriz real y de manera continua ha permitido alcanzar un desarrollo cercano a mercado, es decir, la demostración del prototipo y sistema en un entorno real. Además, este sistema se plantea como una solución fácilmente replicable en otras ETAP, adaptándose a las necesidades del cliente y a la tipología de agua, ya que permite flexibilizar las consignas a establecer, el reentrenamiento de las redes neuronales para cada tipo de ETAP y se sirve de un servidor externo accesible desde cualquier lugar. Otro punto a destacar es que la herramienta de soporte cuenta con distintas capas de visualización. De este modo, tanto el personal operario en su día a día como el equipo de gestión de control de la calidad de las aguas, así como el público en general -si se deseara- pueden estar al tanto de la evolución de los distintos parámetros de interés en el agua de consumo, aumentando así la transparencia del sistema de gestión.



characterisation of the water through fluorescence excitation-emission matrix spectroscopy. This technology was used to determine the wavelengths of the humic compounds and correlate them with the organic matter present in the outlet water of the DWTP. The high sensitivity achieved in the sensor design makes it possible to measure organic matter concentrations of less than 1 ppm. In addition, the sensor was adapted to the industrial environment of the DWTP and the measurement matrix. The result is a stable, robust and precise sensor.

The organic matter measurement sensor built and validated within the framework of the project has been integrated with drinking water quality predictive software, which, by means of a system of artificial neural networks (ANNs), makes it possible to estimate critical drinking water quality control parameters in real time. This integration does away with the need to wait for the results of external analysis and enables the establishment of a predictive rather than a reactive response, at a lower cost than the cost associated with sampling. Moreover, operating personnel can monitor drinking water quality status at any time and take early action to address contamination events.

To facilitate the response of the operating personnel, a decision support system has been implemented through a series of pre-established set-points and rules based on the results of the ANNs. This acts as a control and prevention system for immediate response to contamination episodes. The decision support system also defines the changes in the operating strategy to be implemented at any given time and enables optimisation of the consumption of chemicals associated with drinking water quality control, thus reducing plant operating costs.

The validation of the TRIHSENS monitoring and alarm system at the Tambre DWTP with a real measurement matrix and on a continuous basis, i.e., the demonstration of the prototype and system in a real environment, has brought the development process to a point where it is close to launch in the marketplace. The system can be easily replicated in other DWTPs and adapted to client needs and the type of water. It affords flexibility in the establishment of set-points, the neural networks





La solución TRIHSENS permitirá a las potabilizadores adaptarse a los nuevos cambios legislativos que se establecerán en 2022 a través de la trasposición a la legislación española de la nueva Directiva Europea, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. La legislación, cada vez más restrictiva, conlleva una necesaria modernización y digitalización de las instalaciones de potabilización de agua para asegurar una óptima calidad del agua de consumo. Esta digitalización debe llevarse a cabo sobre todo en el caso de las ETAP de menor tamaño, donde la instrumentación y control es más limitada y cuentan con menores recursos. Por ello, en el desarrollo del sistema TRIHSENS, se ha puesto un especial énfasis en el establecimiento de una herramienta de bajo coste para poder incrementar la automatización de las pequeñas ETAP, que cuentan con una mayor dificultad para adaptarse a la nueva legislación. De esta manera se presenta una herramienta robusta y de fácil integración accesible a plantas de cualquier tamaño que podrá contribuir a la digitalización de la gestión del ciclo del agua en España.

*El cambio de soluciones reactivas a predictivas en el tratamiento del agua de consumo humano*

## Conclusiones

El proyecto TRIHSENS ofrece una solución integral en tres etapas. Esta se centra en el desarrollo de un sensor de coste efectivo basado en fluorescencia, modelos de predicción de inteligencia artificial y un sistema de soporte a la decisión que, de forma combinada, permiten dar una respuesta de alerta temprana y de mayor eficiencia en el tratamiento del agua de consumo humano. De este modo, se contribuye a una gestión eficiente de los procesos de potabilización.

## Agradecimientos

El proyecto TRIHSENS se enmarca dentro del programa ConectaPeme 2018 de la Axencia Galega de Innovación (GAIN), cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), participando cuatro empresas (VIAQUA, ROCA ROIBÁS, SYSPRO y AYCO) y dos centros tecnológicos (AIMEN y CETAQUA Galicia). ■

can be retrained to adapt to all types of DWTP and the system uses an external server accessible from anywhere.

Also of note is the fact that the support tool has different visualisation layers. In this way, operating personnel in their daily work, the water quality control management team and the general public, if desired, can monitor the evolution of the different drinking water parameters of interest, thus increasing the transparency of the management system.

The TRIHSENS solution will allow drinking water treatment plants to adapt to the new legislative changes due to come into force in 2022 as a result of the transposition into

Spanish law of the new European Directive on the quality of water intended for human consumption. The increasingly stringent legislation means that water treatment facilities will have to undergo modernisation and digitisation to ensure optimum drinking water quality.

This digitisation is particularly necessary at smaller DWTPs, where instrumentation and control, as well as resources, are more limited. Therefore, in the development of the TRIHSENS system, special emphasis has been placed on the creation of a low-cost tool to improve the automation of small DWTPs, which have greater difficulty in adapting to the new legislation. As a result, the project has developed a robust, affordable, easy-to-integrate tool for plants of all sizes, a tool that can contribute to the digitisation of urban water cycle management in Spain.

*The shift from reactive to predictive solutions in drinking water treatment*

## Conclusions

The TRIHSENS project offers an integrated, three-stage solution, based on the development of a cost-effective fluorescence sensor, AI-based prediction models and a decision support system. These elements combine to enable rapid response based on early warnings, resulting in greater efficiency in the management of drinking water treatment processes.

## Acknowledgements

The TRIHSENS project was carried out within the framework of the ConectaPeme 2018 Programme coordinated by the Axencia Galega de Innovación (Galician Innovation Agency - GAIN). The project was co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF) and featured the participation of four companies (VIAQUA, ROCA ROIBÁS, SYSPRO and AYCO) and two technology centres (AIMEN and CETAQUA Galicia). ■

Ander Castro Fernández. Investigador, CETAQUA | Researcher, CETAQUA

Teresa Alvarinho Pereira. Project manager, CETAQUA | Project manager, CETAQUA  
Fundación Centro Gallego de Investigaciones del Agua

Susana González Blanco. Responsable técnica del área de Gestión de Infraestructuras Críticas y Resiliencia, CETAQUA  
Technical Director of Critical Infrastructure Management and Resilience, CETAQUA

Santiago Gómez Cuervo. Técnico Investigador Medio Ambiente, Centro Tecnológico AIMEN | Technical Environmental Researcher, AIMEN Technology Centre

Miguel Placer Lorenzo. Técnico Junior Smart Systems & Smart Manufacturing, Centro Tecnológico AIMEN  
Junior Technical Specialist in Smart Systems & Smart Manufacturing, AIMEN Technology Centre

Francisco Rodríguez Lorenzo. Técnico Smart Systems & Smart Manufacturing, Centro Tecnológico AIMEN  
Technical Specialist in Smart Systems & Smart Manufacturing, AIMEN Technology Centre

Leticia Rodríguez-Hernández. Directora de Desarrollo sostenible, VIAQUA, Gestión Integral de Aguas de Galicia | Director of Sustainable Development, Viaqua

Diana Peleteiro Higuero. Jefa de ETAP, VIAQUA | DWTP Director, VIAQUA