

# Aplicación de la Inteligencia Artificial en la potabilización: Proyecto DrinkIA

Lluís Godo-Pla<sup>1,2</sup>, Pere Emiliano<sup>2</sup>, Fernando Valero<sup>2</sup>, Manel Poch<sup>1</sup>, Hèctor Monclús<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>LEQUIA | [www.lequia.udg.edu](http://www.lequia.udg.edu) ■ <sup>2</sup>ATLL | [www.atll.cat](http://www.atll.cat)

**E**ste año uno de los Premios al Talento Joven para la Gestión Sostenible del Agua de la Fundación Botín ha reconocido la labor del Dr. Hèctor Monclús de la Universidad de Girona en el proyecto DrinkIA, que aplica técnicas de inteligencia artificial (IA) a las potabiliza-

doras de agua de una forma integral y especialmente innovadora.

DrinkIA constituye un avance significativo para hacer frente a la alta complejidad de operación de las Estaciones de Tratamiento de Agua Potable (ETAPs). A pesar de que existen protocolos de actuación, la gran multiplici-

dad de parámetros tecnológicos, ambientales y económicos que afectan estas instalaciones crea gran incertidumbre y subjetividad en la toma de decisiones. El investigador ha liderado el desarrollo de un sistema de ayuda a la decisión (SAD) que automatiza este proceso aumentando la eficacia y la

Figura 1: Equipo multidisciplinar ATLL-LEQUIA

DrinkIA parte de la experiencia del grupo de investigación LEQUIA de la Universidad de Girona en sistemas de ayuda a la decisión aplicados a la gestión del agua, y de las necesidades de innovación, automatización y sostenibilidad ambiental de la empresa "ATLL Concessionària de la Generalitat de Catalunya S.A. (ATLL)".

Se trata, pues, de un proyecto colaborativo de éxito entre universidad y empresa. El equipo de la UdG ha contado, además del Dr. Hèctor Monclús, con el Dr. Manel Poch, la Dra. Montserrat Dalmau y el Sr. Lluís Godo-Pla. Por parte de ATLL han participado en el proyecto el Dr. Fernando Valero, el Sr. Pere Emiliano y todos los expertos, tecnólogos y gestores de las estaciones potabilizadoras involucradas.



robustez de las decisiones, reduciendo a la vez el tiempo de toma de decisiones y los costes asociados.

### LOS RETOS DE LA POTABILIZACIÓN

Las ETAPs proporcionan agua salubre, potable y de alta calidad. Aunque existen numerosos procedimientos de calidad y protocolos de actuación. La operativa de las mismas es compleja debido la gran multiplicidad de parámetros de tipo tecnológico, ambiental o económico generando incertidumbre y subjetividad en la toma de decisiones (Figura 2).

Esta complejidad crecerá en el futuro debido al cambio climático -con más episodios de sequía y lluvias torrenciales-, a los cambios demográficos importantes evidenciando la vulnerabilidad de algunas infraestructuras frente a un régimen cada vez más dinámico del recurso de entrada. Para ello la Unión Europea ha adoptado una propuesta para revisar la actual directiva del agua potable estableciendo parámetros de calidad más restrictivos. Para anticiparse y hacer frente a todos estos cambios, las ETAPs del futuro necesariamente tendrán que estar dotadas de una alta flexibilidad y resiliencia.



Figura 1. Logo Proyecto DrinkIA

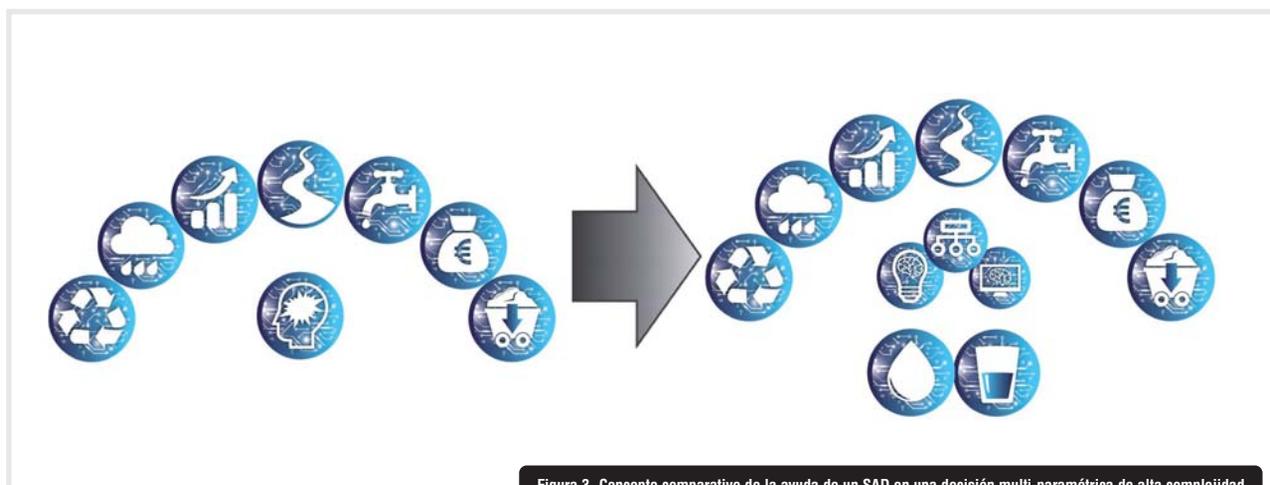


Figura 3. Concepto comparativo de la ayuda de un SAD en una decisión multi-paramétrica de alta complejidad



Figura 4: Etapas secuenciales para el desarrollo de un SAD

En los últimos 30 años se han registrado más de 100 patentes sobre metodología y herramientas de seguimiento y control (sensores y/o sondas) en ETAPs. Si bien en algún caso estas patentes indican cómo gestionar individualmente una operación unitaria de las ETAPs (pre-oxidación, coagulación, floculación, decantación, filtros de carbón activo, filtración por membrana, desinfección), ninguna plantea una gestión integrada. Podemos, pues, afirmar que en la actualidad no existe o, por lo menos, no se ha descrito ningún tipo de método computacional que dé soporte a procesos de toma de decisión en el tratamiento de aguas potables a un nivel integrado, abordando todas las operaciones y actores implicados.

El proyecto DrinkIA es, pues, original e innovador, en tanto que:

- Es un SAD pionero ya que incluye un sistema de control integrado para ETAPs.
- Permite una gestión estratégica y estandarizada en la toma de decisiones.
- Optimiza y objetiva las decisiones mediante un control integrado.
- Mejora la calidad del agua tratada reduciendo los costes de tratamiento.
- Está alineado con los conceptos de “economía circular” (reduce las emisiones y el consumo energético) y de “industria 4.0” (más automatización).

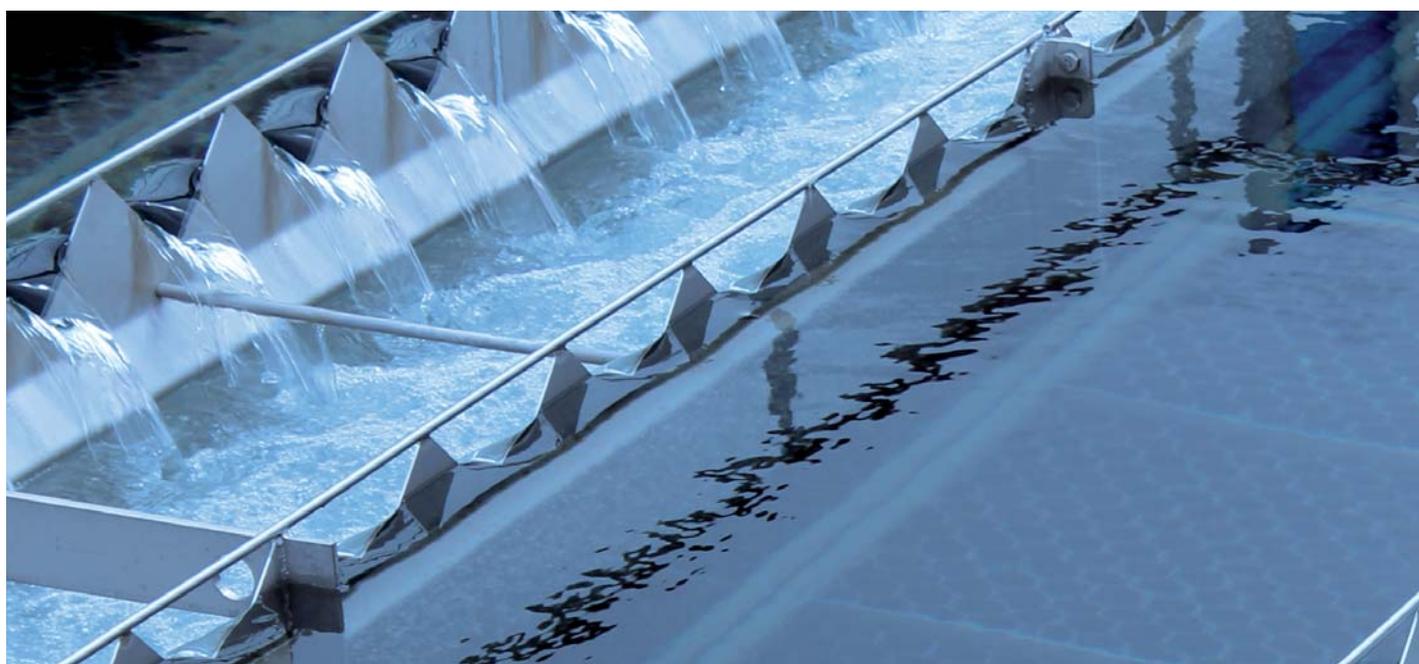
#### DESARROLLO DEL SAD

Una de las tecnologías más adecuadas para afrontar estos retos son los SADs. Los SADs son sistemas inteligentes capaces de integrar diferentes tipos de modelos (técnicas de inteligencia artificial, métodos numéricos

y/o estadísticos) y herramientas (adquisición y procesado de datos y operación en tiempo real) para reducir la incertidumbre y la subjetividad de los procesos de toma de decisión.

El proyecto DrinkIA ha desarrollado un SAD que integra las reglas de control automático en los tratamientos de potabilización con la mejor estrategia operativa de la ETAPs. De este modo, se mejora la eficacia y se reducen el tiempo y la incertidumbre de las tomas de decisión a través de un conjunto de principios teóricos que dotan estos procesos de “racionalidad”. El objetivo último es estandarizar, objetivar y automatizar la operación de las potabilizadoras.

Para su desarrollo ha sido necesario un procedimiento secuencial. Aunque hay diferentes protocolos publicados,



## DRINKIA, GALARDONADO EN LOS V PREMIOS AL TALENTO JOVEN PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA DE LA FUNDACIÓN BOTÍN

La Fundación Botín entregó el pasado mes de septiembre sus V Premios al Talento Joven para la Gestión Sostenible del Agua. Estos galardones, que se enmarcan dentro de las actividades que desarrolla el Observatorio del Agua de la Fundación Botín, contemplan dos categorías diferentes: la primera referente a tecnologías y modelos de gestión que contribuyan a la gestión sostenible del agua y una segunda categoría sobre actuaciones o proyectos educativos que favorezcan la sensibilización sobre la importancia de una gestión sostenible de los recursos hídricos.

Es en la primera categoría en la que Hèctor Monclús Sales, investigador del Laboratori d'Enginyeria Química i Ambiental (LEQUIA) de la Universitat de Girona ha sido premiado por el proyecto DrinkIA.

El otro premio en esta categoría fue otorgado a un grupo investigador internacional responsable del desarrollado de un sistema de seguimiento de alta frecuencia que emplea tecnología GPS para monitorizar los mercados informales de agua.



el procedimiento que se escogió para el desarrollo es el propuesto por el doctor en Ingeniería Química del grupo LEQUIA de la Universitat de Girona, Manel Poch (Figura 3).

La primera etapa consistió en el planteamiento del problema donde se definió qué respuesta debía dar el SAD, esta etapa se realizó mediante diferentes reuniones con los expertos, operadores, usuarios y jefes de planta. Posteriormente se adquirieron los da-

tos y el conocimiento, para ello fue necesario contar con el apoyo y voluntad de los expertos del proceso que transmitieron toda su experiencia e indicaron los requisitos para que la herramienta fuese lo más útil posible, a la vez que pudiese abarcar todos los procesos. Esta etapa abarca un tiempo de ejecución amplio ya que el objetivo es codificar y estructurar el conocimiento experto en reglas de control y supervisión. Una vez adquiridos los

datos y codificado el conocimiento se realizó el análisis cognitivo. Este análisis cognitivo incluyó el uso de diferentes herramientas (análisis estadístico, minería de datos, aprendizaje automático) que permitieron escoger el modelo (basado en datos o en conocimiento) idóneo para el SAD. Finalmente la última etapa del desarrollo finalizó con la implementación y validación del SAD. Esta etapa, todavía en ejecución, es crucial ya que permite que el SAD



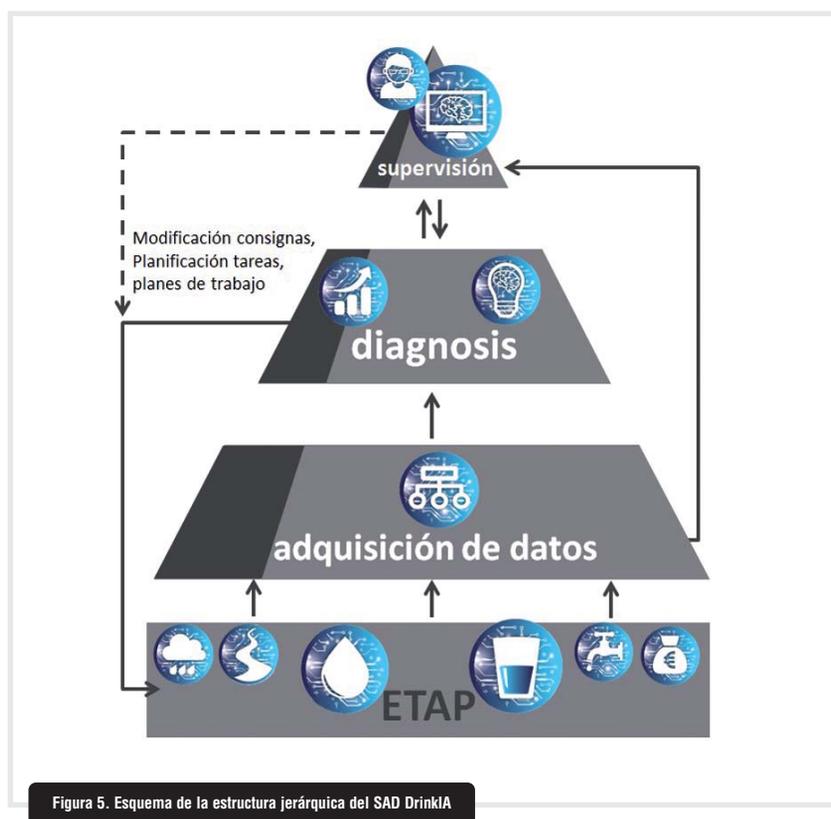


Figura 5. Esquema de la estructura jerárquica del SAD DrinkIA

obtenido proporcione resultados fiables y permite depurar posibles errores cometidos a lo largo de las etapas de desarrollo.

Una de las ventajas de los SADs recae en su capacidad de justificar las acciones y la posibilidad de la interacción con el usuario permitiendo que los SADs tengan una mayor aceptación por parte del usuario final que otros sistemas o modelos matemáticos de caja negra.

## RESULTADOS

Durante el periodo de desarrollo se han superado barreras de tipo tecnológico (compatibilidad con otras herramientas de gestión y automatización) y cultural (reticencias iniciales de operadores y gestores de planta que conseguimos revertir a través de sesiones de formación), pero en términos globales, la valoración es muy positiva y está avalada por los siguientes resultados:

- DrinkIA ha permitido que los operarios tengan más independencia del jefe de planta permitiendo que este realice tareas de supervisión y por lo tanto se permitirá una optimización de las plantillas horarias del personal de planta.
- Se ha sistematizado la toma de decisiones mejorando el conocimiento de los procesos.
- La supervisión en continuo de la operación de la ETAP permite la modificación de consignas en línea con lo que favorece una mayor calidad del agua tratada.

Para alcanzar estos buenos resultados es necesario dotar al SAD de una estructura que permita integrar diferentes niveles de jerarquía. Para ello la operativa del SAD se ha estructurado jerárquicamente, donde podemos identificar 3 niveles. El primer nivel es el responsable de la adquisición y procesado de los datos necesarios para el SAD. El segundo

nivel incluye una diagnosis usando modelos de razonamiento que permiten realizar una propuesta de actuación y finalmente el tercer nivel que supervisa e integra todas las conclusiones derivadas del nivel anterior incorporando datos externos si son necesarios y proponiendo soluciones alternativas si fuera el caso.

Actualmente, el SAD del proyecto DrinkIA está instalado, en modo de pruebas, en las dos potabilizadoras operadas por ATLL: Llobregat (Abrera) y Ter (Cardedeu). Dos grandes instalaciones que proporcionan agua potable a la ciudad de Barcelona y a varios municipios de su área metropolitana; en total, una población de 4,5 millones de habitantes más la industria y los servicios establecidos en la zona. El SAD opera en lazo abierto proponiendo cual sería la mejor estrategia de operación a partir de una valoración multi-paramétrica. Se consideran aspectos técnicos de la ETAP, la calidad del agua de entrada, las condiciones actuales del sistema de abastecimiento, las condiciones meteorológicas, los costes operativos y los costes horarios a lo largo del proceso de tratamiento.

Por otra parte, todo el conocimiento científico y tecnológico obtenido mediante el proyecto DrinkIA se ha podido difundir en los siguientes congresos y jornadas:

- 1 presentación oral en el XIII congreso de la Mesa-Española-de-Tratamiento-de-Aguas (META2018), junio 2018, León.
- 1 presentación oral del XVIII Congreso internacional de la Environmental-Modelling-and-Software Society, junio 2016, Toulouse (Francia).
- 1 presentación oral en el IX Congreso internacional de la sociedad de Environmental-Modelling-and-Software, junio 2018, Fort Collins (Colorado-USA). Premio a la segunda mejor presentación.