



# Uso de coagulantes naturales Bewat para la precipitación química de fósforo en EDAR

Los compuestos inorgánicos como el cloruro férrico son los más ampliamente utilizados para la precipitación química de fósforo en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) por ser más económicos. En los últimos años, los coagulantes de base natural se presentan como una solución innovadora para la precipitación química frente a las sales metálicas ya que, gracias a su origen vegetal, son solubles en agua, no requieren de ajustes de pH, no aportan metales ni cloruros al efluente y además no presentan peligrosidad en su transporte, almacenamiento y manipulación. En este sentido, los coagulantes naturales son un recurso más sostenible medioambientalmente que los inorgánicos. En el proyecto Life Newest se ha validado el uso a escala real de los coagulantes naturales Bewat derivados de materias primas vegetales en cuatro EDAR de la Comunidad Valenciana. Se ha conseguido sustituir el uso de  $FeCl_3$  en dos EDAR con afluente completamente urbano, así como en dos EDAR con afluente urbano con componente industrial.

### Palabras clave

EDAR, fósforo, cloruro férrico, coagulantes naturales, eutrofización.

### USE OF BEWAT NATURAL COAGULANTS FOR CHEMICAL PRECIPITATION OF PHOSPHORUS IN WWTP

*Inorganic products such as ferric chloride are the most widely used for the chemical precipitation of phosphorus in wastewater treatment plants (WWTP) because they are cheaper than natural products. In recent years, natural-based coagulants have been used as an innovative solution for chemical precipitation against metal salts because natural coagulants have the following advantages: they are soluble in water, they do not require pH adjustments, they do not add metals or chlorides to the effluent and they do not present dangerous in its transport, storage and handling. To sum up, natural coagulants are a more environmentally sustainable resource than inorganic coagulants. In the Life Newest project, the full-scale use of Bewat natural coagulants derived from vegetable raw materials has been validated in four WWTP in the Valencian Community. It has been possible to replace the use of  $FeCl_3$  in two WWTP with a completely urban inlet and two WWTP with an urban and industrial inlet.*

### Keywords

WWTP, phosphorus, ferric chloride, natural coagulants, eutrophication.

#### Sergio Lloret Salinas

licenciado en Ciencias Biológicas, técnico de I+D+i de Egevasa

#### Alejandro Boluda Ferri

ingeniero técnico industrial, jefe de Mantenimiento en Xàtiva-Canals, Global Omnium

#### Vicente Vidal Sanchis

licenciado en Ciencias Biológicas, jefe de la EDAR Benigànim, Egevasa

#### Vicente Mondragón Andreu

licenciado en Física, especialidad medioambiental, jefe de la EDAR Lloc Nou d'en Fenollet, Egevasa

#### Miguel Navalón Mollá

licenciado en Ciencias Químicas, especialidad industrial, jefe de la EDAR Canals-L'Alcudia de Crespins, Global Omnium

#### Vicent Albelda i Tudó

licenciado en Ciencias Químicas, jefe de la EDAR Ontinyent-Agullent, Egevasa

#### Gloria Fayos Miñana

doctora en Farmacia, directora de Aguas Residuales de Global Omnium



## 1. INTRODUCCIÓN

La incorporación del fósforo en las masas de agua ha aumentado de forma notable en los últimos tiempos como consecuencia de su uso en abonos agrícolas, en actividades industriales, en detergentes y en productos de usos domésticos. El fósforo presente en las aguas residuales proviene principalmente de las aguas residuales urbanas (50-65%), de los vertidos de residuos alimenticios y de los compuestos de fosfato inorgánico contenido en los detergentes y los productos de limpieza (30-50%).

Las aguas residuales pueden contener en este punto altos niveles de fósforo (del orden de 10-30 mg/L), que pueden ser tóxicos para peces e invertebrados, ya que altas cantidades producen eutrofización. La eutrofización es una de las principales formas de contaminación del agua, causa un crecimiento exponencial de algas y el desarrollo incontrolado de algunas especies sobre otras. Todo ello ocasiona una mala apariencia de las aguas, problemas de olores por descomposición de plantas y un escaso nivel de oxígeno disuelto que afecta negativamente a la respiración de los peces, los animales acuáticos y las plantas adheridas en el lecho de los cursos de agua.

La mayor parte de las EDAR emplean la precipitación química como método para la eliminación de fósforo. La precipitación química o coagulación es un proceso de desestabilización de cargas de las partículas coloidales que se produce al neutralizar las fuerzas que las mantienen separadas, por medio de la adición de productos químicos y la aplicación de energía de mezclado. La precipitación química elimina por sedimentación sales insolubles que arrastran el fósforo a través de la

adición de un coagulante inorgánico. Las sales metálicas son los productos más utilizados para la precipitación de fósforo.

Las sales metálicas más comunes son el cloruro férrico, sulfato férrico, cloruro ferroso y policloruro de aluminio. El uso de polímeros combinados con sales de hierro y aluminio también ha proporcionado resultados satisfactorios. Cuando se adicionan estas sales al agua se producen una serie de reacciones muy complejas donde los productos de hidrólisis son más eficaces que los iones mismos. Estas sales reaccionan con la alcalinidad del agua y producen los hidróxidos de aluminio o hierro que son insolubles y forman los precipitados que contienen y arrastran al fósforo.

Esta tecnología presenta las siguientes desventajas:

- Los coagulantes inorgánicos son productos tóxicos y corrosivos, siendo peligrosos para los trabajadores durante su manipulación.

- La dosificación de coagulantes inorgánicos aporta sales, incrementando los valores de cloruros y sulfatos en el agua depurada y por tanto la conductividad, pudiendo ocasionar incumplimientos en los límites de vertido y reducir el tiempo de vida de las instalaciones.

- Ciertos valores de hierro residual aportan coloración al agua.

- El proceso de precipitación química incrementa la generación de fangos, limitando la eficiencia y caudal de trabajo de la instalación utilizada.

- La dependencia de grandes procesos industriales a nivel mundial conlleva constantes subidas de precio de los reactivos de precipitación inorgánicos, como el cloruro férrico o el policloruro de aluminio, generando un aumento de los costes del tratamiento.

La tecnología ecoinnovadora presentada en este trabajo consiste en la utilización de polímeros orgánicos de origen natural, los cuales se extraen de la corteza de la acacia negra (*Acacia mearnsii*) y, tras sufrir ciertas modificaciones químicas menores, son capaces de mejorar la eficiencia coagulante en comparación con otros materiales inorgánicos, utilizados hoy en día, dando lugar a un gran número de ventajas técnicas, económicas y medioambientales:

- Debido a su fuerte carácter catiónico, presenta una acción coagulante mejorada durante el tratamiento de sistemas coloidales, neutralizando las cargas y atrayendo las partículas en suspensión.

- No modifica el pH del medio acuoso y, además, presenta una eficiencia óptima en un rango muy amplio de pH, entre 4,5 y 9.

- No consume alcalinidad del medio. De esta manera, su eficiencia coagulante siempre es máxima ya que no sufre hidrólisis en medio acuoso.

- Proporciona una rápida floculación y decantación. Elimina o reduce considerablemente el consumo de floculante.

- Protege contra la corrosión de las partes metálicas, ya que no aumenta la conductividad del medio.

- Se sirve en medio líquido, listo para ser dosificado sin necesitar una dilución previa, y presenta una aplicación sencilla.

- Mejora la relación coste/beneficio frente a otros coagulantes inorgánicos, pudiendo reducir las dosis de trabajo hasta un 75%.

- Es un polímero de base orgánica, respetuoso con el medio ambiente. No es corrosivo ni tóxico, lo que favorece los procesos biológicos posteriores.

- Elimina o reduce casi por completo el uso de agentes alcalinizantes, tales como hidróxido de sodio o calcio.

En el presente artículo se muestran los resultados derivados del uso del coagulante natural Bewat distribuido por la empresa Servyeco sobre cuatro EDAR de la Comunidad Valencia. Para abarcar el máximo número de escenarios posibles se han seleccionado dos EDAR con un afluente completamente urbano (EDAR Lloc nou d'en Fenollet y EDAR Benigànim) y dos EDAR con aporte urbano e industrial (EDAR Ontinyent-Agullent y EDAR Canals-L'Alcudia de Crespins). En concreto, se centra en mostrar la capacidad de los productos de la gama Bewat (Bewat NW3 y Bewat MA) para la precipitación química de fósforo analizando al mismo tiempo posibles mejoras derivadas en la línea de agua como por ejemplo reducción en los valores de sólidos suspendidos o cloruros.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Las EDAR urbanas objeto de estudio han sido Lloc nou d'en Fenollet y Be-

nigànim, gestionadas por la empresa Egevasa. Ambas reciben un afluente completamente urbano, aunque de forma incidental la EDAR de Benigànim recibe vertidos procedentes de la industria conservera (con elevados valores de conductividad y DQO) que añadieron un nuevo escenario para valorar el comportamiento de los productos Bewat en la eliminación de fósforo.

La EDAR de Lloc nou d'en Fenollet posee las siguientes características principales:

- Afluente 100% asimilable a carga urbana.
- Caudal: 125 m<sup>3</sup>/día.
- Límite de Pt según autorización de vertido (AV) de 4 mgP/L valor medio anual.

La EDAR de Benigànim posee las siguientes características principales:

- Afluente 100% asimilable a carga urbana con vertidos ocasionales de la industria conservera.
- Caudal: 1.000 m<sup>3</sup>/día.
- Límite de Pt según AV de 2 mgP/L valor medio anual.

Las EDAR urbanas con aporte industrial objeto de estudio han sido Ontinyent-Agullent y Canals-L'Alcudia de Crespins, explotadas por las empresas Egevasa y Global Omnium, respectivamente. La EDAR de Ontinyent-Agullent está dotada con un tratamiento de doble etapa (A+B) y posee un afluente urbano con componente industrial. La carga industrial que recibe esta EDAR es media, lo que la convierte en una instalación apta para una primera valoración técnico-económica. Por lo que respecta a la EDAR de Canals-L'Alcudia de Crespins, posee un afluente con una mayor carga de contaminantes (en términos de conductividad, DQO y cromo) con vertidos recurrentes procedentes de la industria de los curtidos y tratamiento fisicoquímico primario para su reducción.

La EDAR de Ontinyent-Agullent posee las siguientes características principales:

- Afluente urbano con componente industrial.
- Vertidos de la industria textil.
- Caudal: 20.000 m<sup>3</sup>/día.

**FIGURA 1.** Sistema de dosificación instalado en la EDAR de Lloc nou d'en Fenollet.



**FIGURA 2.** Sistema de dosificación instalado en la EDAR de Ontinyent-Agullent.





- Límite de Pt según AV de 1 mgP/L valor medio anual.

La EDAR de Canals-L'Alcudia de Crespins posee las siguientes características principales:

- Afluyente urbano con importante componente industrial (valores elevados de conductividad y cromo).

- Vertidos de la industria textil y curtidos.

- Caudal: 5.000 m<sup>3</sup>/día.

- Límite de Pt según AV de 1 mgP/L valor medio anual.

El sistema de dosificación instalado en cada una de las EDAR (**Figuras 1 y 2**) dispone de control mediante PLC para el ajuste y monitorización de la dosis de coagulante.

La dosificación de los productos Bewat se ha basado en el principio fundamental de garantizar en todo momento la calidad del vertido de las EDAR de estudio y evitar que posibles afecciones del proceso en otro punto del tratamiento puedan restar significatividad a los resultados obtenidos.

Los análisis realizados durante la dosificación de los productos Bewat han sido los siguientes:

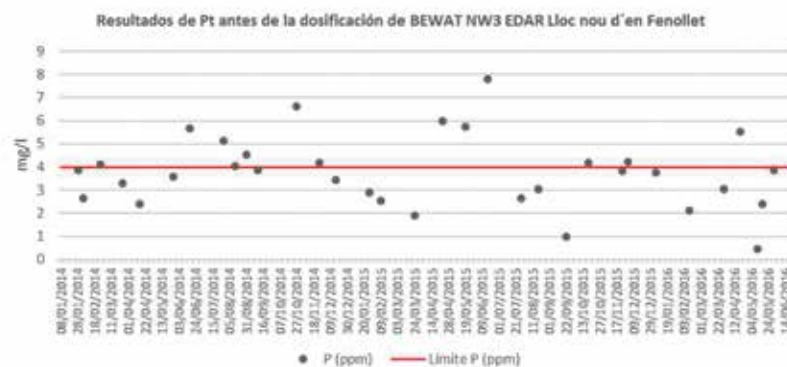
- Análisis de los valores de fósforo total con una periodicidad de tres veces por semana tanto en el afluyente a la EDAR como en el efluente.

- Análisis semanal de los parámetros establecidos en la autorización de vertido de cada una de las EDAR de estudio: pH, conductividad, demanda biológica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos en suspensión (SS).

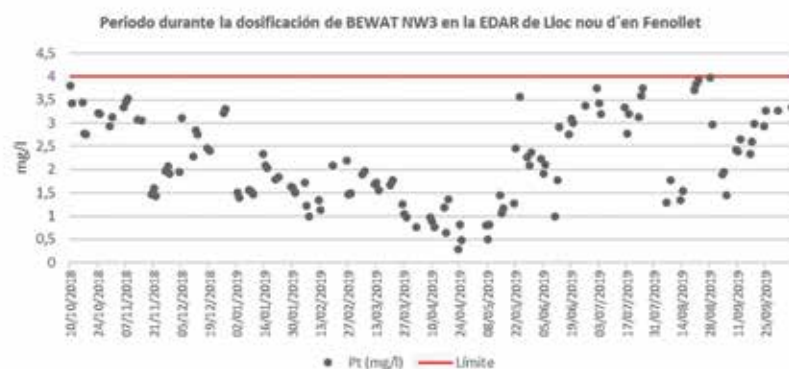
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dosis de trabajo del producto Bewat NW3 durante la implementación de la tecnología en la EDAR de

**FIGURA 3.** Valores de Pt antes de la implementación de la nueva tecnología sin dosificación de coagulante.



**FIGURA 4.** Valores de Pt a después de la implementación de la nueva tecnología.



Lloc nou d'en Fenollet (10/10/2018-08/10/2019) fue de 44 mg/L, lo que permitió el cumplimiento del actual límite de vertido de Pt.

En las **Figuras 3 y 4** se muestra la evolución del Pt en el efluente antes y después de la dosificación de Bewat NW3, siendo ambos periodos previos a la entrada en vigor de la autorización de vertido registrada el 18/09/2020.

En términos cuantitativos, antes de la dosificación de Bewat NW3 el valor medio de fósforo total en el efluente durante el periodo analizado era de 3,76 mg P/L. Tras la implantación de la nueva tecnología el valor medio en el efluente fue de 2,3 mg P/L. Esto indica una mejora media en la precipitación de fósforo de un 39% tras la dosificación de Bewat NW3.

Se puede concluir que el producto Bewat NW3 permite la correcta precipitación química de fósforo en la EDAR de Lloc nou d'en Fenollet con el cumplimiento de los límites de vertido a una concentración de trabajo de 44 mg/L.

En el caso de la EDAR de Benigànim, ya se disponían de los resultados obtenidos para la EDAR de Lloc nou d'en Fenollet, por lo que el tiempo de ajuste de la dosificación de Bewat NW3 se redujo de forma significativa. De forma adicional se procedió a la dosificación de Bewat MA desde el 01/09/2019 para valorar este otro producto de la gama Bewat. La dosificación de productos Bewat se inició en la EDAR de Benigànim el 31/10/2019 y finalizó el 01/12/2020. Durante este periodo se pueden distinguir las siguientes fases:

- Desde el 31/10/2019 al 14/11/2019 se inició un programa de reducción en la dosificación de cloruro férrico pasando de una dosis de 40 mg/L de cloruro férrico a 40 mg/L de Bewat NW3.

- Desde el 14/11/2019 al 01/09/2020 se dosificó solo Bewat NW3 a una dosis de 40 mg/L. Esta dosis se incrementó de manera puntual por la entrada de vertidos en la EDAR.

- Desde el 01/09/2020 al 01/12/2020 se dosificó Bewat MA a una concentración de 40 mg/L.

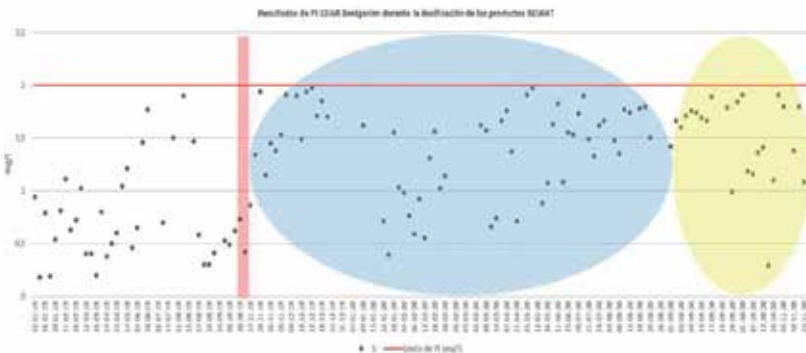
En la **Figura 5** se resumen los resultados obtenidos y las distintas áreas de estudio. El área rectangular roja hace referencia al periodo en que se redujo la dosis de cloruro férrico, la elipse de color azul al periodo de dosificación exclusiva de Bewat NW3 y la elipse amarilla a periodo de dosificación de Bewat MA de forma exclusiva.

Como se observa en la **Figura 5**, durante el periodo de dosificación de Bewat NW3 y Bewat MA se cumple con el límite de fósforo total establecido de 2 mg P/L. Se puede concluir que los productos Bewat NW3 y Bewat MA permiten la correcta precipitación química de fósforo en la EDAR de Benigànim con el cumplimiento de los límites de vertido a una concentración de trabajo de 40 mg/L.

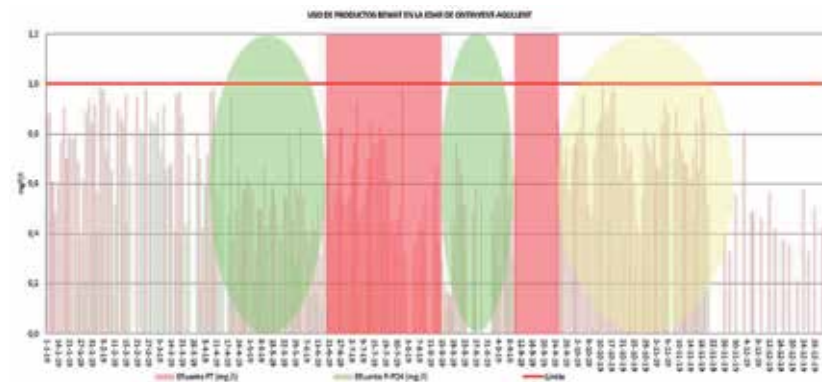
Por lo que respecta a la dosificación de los productos Bewat en la EDAR de Ontinyent-Agullent, se establecieron las siguientes tres fases orientadas a una reducción paulatina de la dosis de cloruro férrico basada en las siguientes premisas:

- Las dos primeras fases estaban enfocadas a valorar como el cloruro férrico y Bewat NW3 pueden traba-

**FIGURA 5.** Periodo de dosificación de Bewat NW3 y Bewat MA en la EDAR de Benigànim.



**FIGURA 6.** Periodo de dosificación de Bewat NW3 en la EDAR de Ontinyent-Agullent.



jar de forma conjunta a diferentes temperaturas (temperatura de invierno media de 16°C y temperatura media de verano de 24°C). Esto se hace así dado que posibles alteraciones sobre el proceso biológico (las bacterias nitrificantes y heterótrofas ven influenciadas sus tasas de crecimiento por la temperatura) pueden afectar al rendimiento de depuración (en términos de SS y DQO) y con ello afectar a los rendimientos de eliminación de fósforo.

- En la precipitación química de fósforo parte del cloruro férrico utilizado sigue la línea de tratamiento en la línea de fangos (facilitando su compactación y sedimentación) y posterior digestión anaerobia. Valorar cómo Bewat NW3 puede sustituir completamente la dosis de cloruro férrico en estos dos aspectos requiere un importante periodo

de tiempo dado que por ejemplo el tiempo de retención hidráulico en la digestión anaerobia suele ser de en torno a 25 días.

Estas dos premisas han obligado a que durante un periodo de tiempo se hayan tenido que utilizar de forma conjunta cloruro férrico y Bewat NW3 hasta la llegada de la tercera fase (25/09/2019-25/11/2019). Las fases serían las siguientes:

- 1ª Fase (11/04/2019-19/06/2019). Este periodo corresponde a temperaturas de invierno en el reactor biológico (16 °C). Esta fase corresponde a la primera elipse verde de la **Figura 6**.

- 2ª Fase (16/08/2019-11/09/2019). Este periodo corresponde a temperaturas de verano en el reactor biológico (24 °C). Esta fase



corresponde a la segunda elipse verde de la **Figura 6**.

- 3ª Fase (25/09/19-25/11/19). Este periodo corresponde al periodo donde se sustituyó por completo el cloruro férrico por Bewat NW3 según los resultados positivos obtenidos en las otras dos fases. Esta fase corresponde a la elipse amarilla de la **Figura 6**.

Las áreas rectangulares rojas hacen referencia periodos donde se dosificó de nuevo solo cloruro férrico para poder comparar los distintos escenarios de estudio y dejar que el sistema elimine posibles remanentes de Bewat.

Las dosis de trabajo de los productos químicos empleados durante la implementación de la tecnología quedan descritas a continuación:

- 1ª Fase. Durante este periodo se utilizó una concentración media de cloruro férrico de 51 mg/L y de 44 mg/L de Bewat NW3. Se observa que dicha relación permite el cumplimiento del valor límite de Pt.

- 2ª Fase. Durante este periodo se utilizó una concentración media de cloruro férrico de 56 mg/L y de 83 mg/L de Bewat NW3. Se observa que dicha relación permite el cumplimiento del valor límite de Pt.

- 3ª Fase. Durante este periodo se suprimió completamente la dosificación de cloruro férrico y solo se utilizó el producto Bewat NW3, realizándose un programa de reducción en la dosificación, intensificando el control analítico para asegurar la calidad del vertido. El programa de reducción permitió alcanzar concentraciones de trabajo de hasta 60 ppm. El uso del reactivo de estudio ha permitido reducir por completo la dosificación de cloruro férrico.

Se puede concluir que el producto Bewat NW3 permite la correcta precipitación química de fósforo en la EDAR de Ontinyent-Agullent con el cumplimiento de la autorización de vertido a una concentración de trabajo de 60 mg/L.

Por último, la dosificación de Bewat NW3 se inició en la EDAR de Canals-L'Alcudia de Crespins el 22/01/2020 y finalizó el 24/11/2020. Durante este periodo se pueden distinguir las siguientes fases:

- Desde el 22/01/2020 al 06/04/2020 se inició un programa de reducción en la dosificación de cloruro férrico pasando de una dosis de 120 mg/L de cloruro férrico a 120 mg/L de Bewat NW3.

- Desde el 06/04/2020 al 01/09/2020 se dosificó solo Bewat NW3 a una dosis de 120 mg/L. Esta dosis se incrementó de manera puntual por la entrada de vertidos en la EDAR.

- Desde el 01/09/2020 al 24/11/2020 se dosificó Bewat MA a una concentración de 120 mg/L.

En la **Figura 7** se resumen los resultados obtenidos y las distintas áreas de estudio. El área rectangular roja hace referencia al periodo en que se redujo la dosis de cloru-

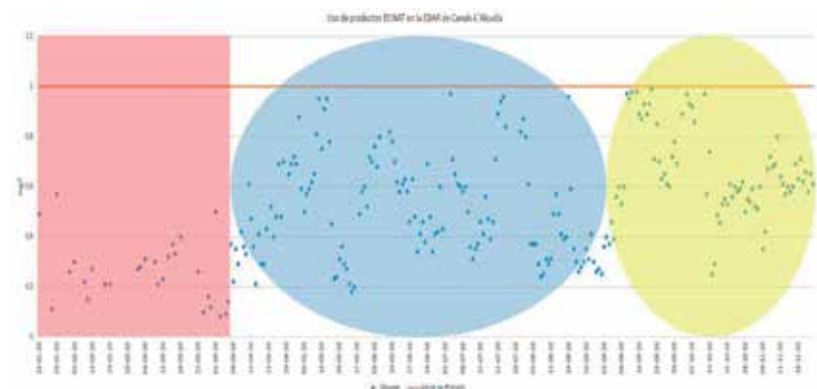
ro férrico, la elipse de color azul al periodo de dosificación exclusiva de Bewat NW3 y la elipse amarilla a periodo de dosificación de Bewat MA de forma exclusiva.

Como se observa en la **Figura 7**, durante el periodo de dosificación se cumple con el límite de fósforo total establecido de 1 mg P/L. Se puede concluir que los productos Bewat NW3 y Bewat MA permiten la correcta precipitación química de fósforo en la EDAR de Canals-L'Alcudia de Crespins con el cumplimiento de la autorización de vertido a una concentración de trabajo de 120 mg/L.

La dosificación de los productos de la gama Bewat lleva asociada una posible interacción sobre todo un conjunto de parámetros físico-químicos relacionados con el tratamiento de las aguas residuales. Se ha procedido a comparar estos parámetros con los resultados obtenidos en años anteriores en los cuales no se dosificaba ningún coagulante (EDAR Lloc nou d'en Fenollet) o se dosificaba cloruro férrico (EDAR Ontinyent-Agullent). Los parámetros analizados han sido: conductividad, sólidos suspendidos, demanda química de oxígeno, cloruros y hierro.

La caracterización recogida en el histórico para los parámetros

**FIGURA 7.** Periodo de dosificación de Bewat NW3 y Bewat MA en la EDAR de Canals-L'Alcudia de Crespins.



de conductividad, SS y DQO en la EDAR de Lloc nou d'en Fenollet se muestra en la **Figura 8**. Como puede observarse, durante todo este tiempo se cumplió con los límites de vertido de la EDAR de Lloc nou d'en Fenollet.

En la **Figura 9** se muestran los valores obtenidos para los parámetros de conductividad, SS y DQO durante la implementación de la tecnología.

La autorización de vertido de la EDAR de Lloc nou d'en Fenollet establece valores límite de SS de 35 mg/L y de DQO de 125 mg/L. Como se observa en las **Figuras 8 y 9**, se cumplen con los valores límite establecidos.

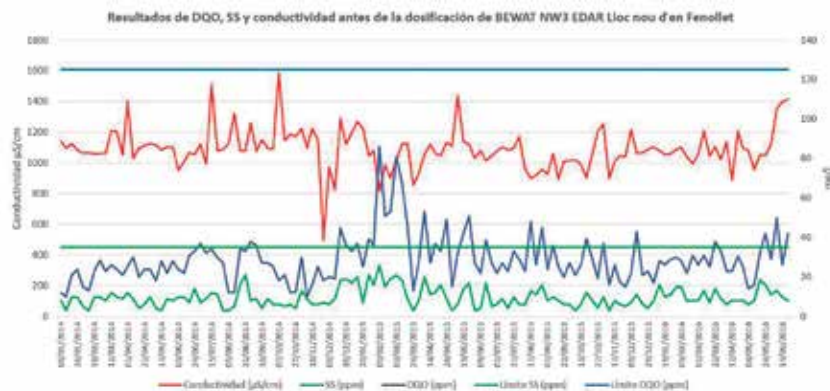
En la **Tabla 1** se muestran los valores medios obtenidos y se observa como los mejores resultados se obtienen mediante la implementación de la nueva tecnología, basada en la dosificación del producto Bewat NW3, obteniéndose mejoras significativas en ciertos parámetros físico químicos como conductividad, SS y DQO.

Por lo que respecta a la EDAR de Ontinyent-Agullent se ha analizado la caracterización recogida durante el año 2018 para los parámetros de conductividad, SS y DQO, como se muestra en la **Figura 10**. Se puede observar que durante todo el ejercicio 2018 se cumplió con los límites establecidos en la autorización de vertido para la EDAR de Ontinyent-Agullent.

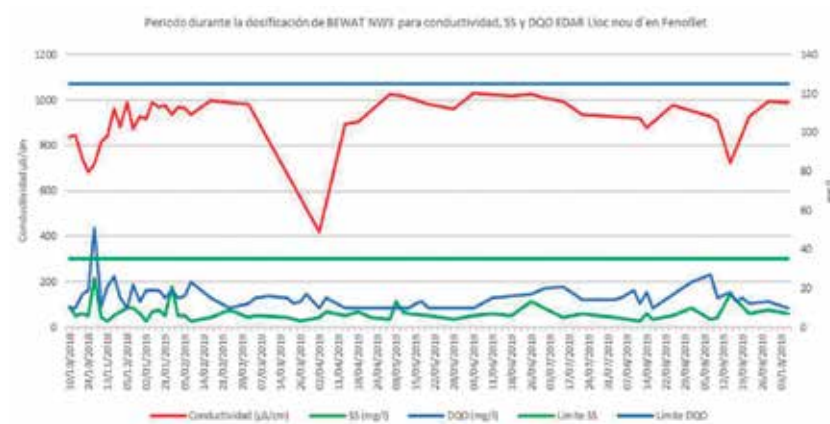
En la **Figura 11** se muestran los valores obtenidos para los parámetros de conductividad, SS y DQO durante la implementación de la tecnología.

La autorización de vertido de la EDAR de Ontinyent-Agullent marca valores límite de SS de 35 mg/L y de DQO de 125 mg/L. Como se

**FIGURA 8.** Valores de conductividad, SS y DQO antes de la implementación de la nueva tecnología.



**FIGURA 9.** Valores de conductividad, SS y DQO durante la dosificación de Bewat NW3.



**FIGURA 10.** Valores de conductividad, SS y DQO antes de la implementación de la nueva tecnología.



TABLA 1					
VALORES FISIQUÍMICOS MEDIOS ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NUEVA TECNOLOGÍA.					
Conductividad media (µS/cm)	Conductividad Bewat NW3 (µS/cm)	SS medio (mg/L)	SS Bewat NW3 (mg/L)	DQO media (mg/L)	DQO Bewat NW3 (mg/L)
1091	917	10	7	29	25



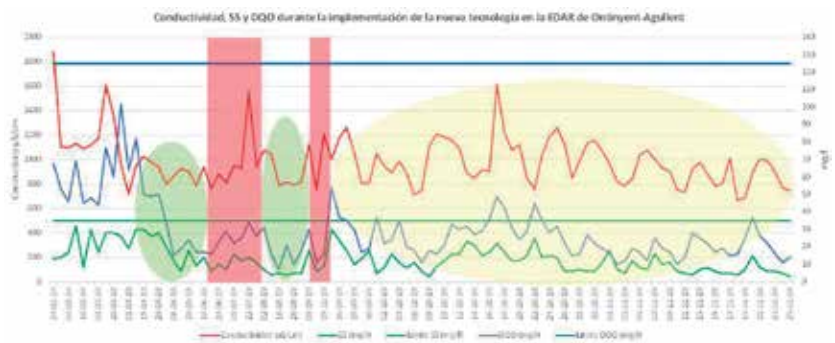
observa en la **Figura 11**, durante todo el periodo de implementación de la nueva tecnología se cumplieron con los valores límite establecidos. Los valores medios obtenidos se presentan en la **Tabla 2**. En ella también se observa que los mejores resultados en ciertos parámetros fisicoquímicos, como conductividad, SS y DQO, se obtienen mediante la implementación de la nueva tecnología, basada en la dosificación del producto Bewat NW3.

Por último, se han analizado los valores de cloruros y hierro en el efluente debido al carácter aditivo que puede tener el cloruro férrico sobre estos parámetros. En la **Figura 12** se muestran los valores de cloruros y hierro durante el año 2019 donde el área rectangular roja hace referencia al periodo donde solo se dosificó cloruro férrico y la elipse amarilla donde se dosificó solo Bewat NW3.

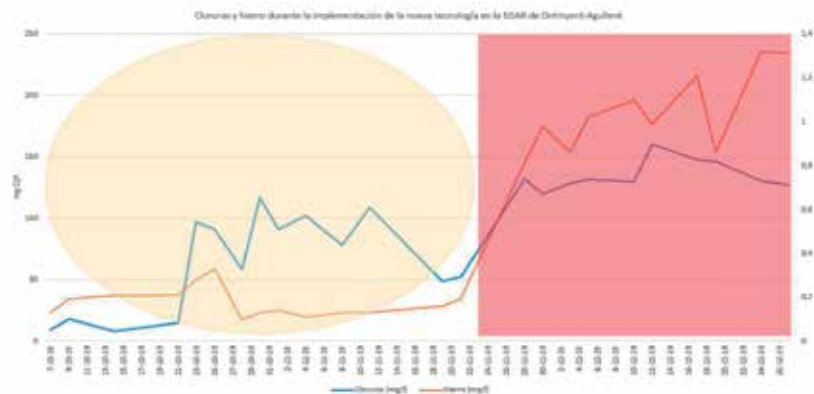
Los valores medios obtenidos se resumen en la **Tabla 3**, en la que se observa cómo hay una importante reducción en el valor medido de cloruros y de hierro durante la implementación de la nueva tecnología, como consecuencia de la eliminación total del uso de cloruro férrico.

» Con este estudio se concluye que los productos Bewat son aptos para la precipitación química del fósforo en EDAR urbanas, demostrando así que los coagulantes naturales son un recurso más sostenible medioambientalmente que los inorgánicos

**FIGURA 11.** Valores de conductividad, SS y DQO durante la dosificación de Bewat NW3.



**FIGURA 12.** Valores de cloruros y hierro en el efluente.



<b>TABLA 2</b>					
<b>VALORES FISICOQUÍMICOS MEDIOS ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NUEVA TECNOLOGÍA.</b>					
Conductividad media 2018 (cloruro férrico)	Conductividad Bewat NW3 (µS/cm)	SS medio 2018 (cloruro férrico) (mg/L)	SS Bewat NW3	DQO media 2018 (cloruro férrico) (mg/L)	DQO Bewat NW3 (mg/L)
1.064	968	13	11	35	24

<b>TABLA 3</b>			
<b>VALORES MEDIOS DE CLORUROS Y HIERRO EN EL EFLUENTE.</b>			
Valor medio de cloruros durante la dosificación de cloruro férrico (mg/L)	Valor medio de cloruros durante la dosificación de Bewat NW3 (mg/L)	Valor medio de hierro disuelto durante la dosificación de cloruro férrico (mg/L)	Valor medio de hierro disuelto durante la dosificación de Bewat NW3 (mg/L)
142,22	63,89	1,06	0,18



» En EDAR urbanas sin aporte industrial, los coagulantes Bewat permiten reducir la concentración de cloruros y hierro en el efluente frente al uso de cloruro férrico. Este hecho es de gran importancia en autorizaciones de vertido con límite en la concentración de cloruros. Por su parte, en las EDAR con aporte industrial, se reducen las concentraciones de sales en el efluente frente al uso de cloruro férrico, mejorando así la calidad del efluente en términos de reducción de conductividad y rendimientos de eliminación de SS y DQO

#### 4. CONCLUSIONES

En el presente estudio se ha valorado el uso de los productos de la gama Bewat de Servyeco para la precipitación química de fósforo, tanto en EDAR urbanas sin componentes industrial (EDAR Lloc nou d'en Fenollet y EDAR Benigànim) como en EDAR urbanas con componente industrial (EDAR Ontinyent-Agullent y EDAR Canals-L'Alcudia) en el marco del proyecto europeo Life16 ENV/ES/000156 Newwest.

En las EDAR de Lloc nou d'en Fenollet y EDAR Benigànim se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Los productos Bewat son aptos para la precipitación química del fósforo en EDAR urbanas.
- El consumo de los productos Bewat óptimo para la precipitación química del fósforo en esta clase de EDAR es de 40 mg/L para alcanzar el límite de descarga en el efluente.
- Los productos Bewat mejoran notablemente la calidad del efluente en términos de rendimientos de eliminación de DQO.
- Los productos Bewat permiten reducir la concentración de cloruros y hierro en el efluente frente al uso de cloruro férrico. Este hecho es de gran importancia en autorizaciones de vertido con límite en la concentración de cloruros.

En el caso de las EDAR de Ontin-

yent-Agullent y Canals-L'Alcudia de Crespins las conclusiones obtenidas han sido:

- Los productos Bewat ensayados son aptos para la precipitación química de fósforo en EDAR con un aporte industrial medio y elevado en términos de DQO, SS, Cr y conductividad.
- El consumo de los productos Bewat óptimo para la precipitación química de fósforo en esta clase de EDAR es de 60 mg/L para alcanzar un límite de descarga en el efluente inferior a 1 mg/L para la EDAR de Ontinyent-Agullent y 120 mg/L para la EDAR de Canals-L'Alcudia de Crespins donde el aporte industrial es más elevado.
- Estos coagulantes mejoran notablemente la calidad del efluente en términos de reducción de conductividad y rendimientos de eliminación de SS y DQO.
- Los productos Bewat permiten reducir las concentraciones de sales en el efluente frente al uso de cloruro férrico.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación de la Comisión Europea a través del programa Life (LIFE16 ENV/ES/000156 Newwest), así como la colaboración de la EPSAR, adscrita a la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica.

#### Bibliografía

- [1] Drewnowski, J. (2014). The impact of slowly biodegradable organic compounds on the oxygen uptake rate in activated sludge systems. *Water Sci. Technol.*, núm. 69, págs. 1.136-1.144.
- [2] Bezirgiannidis, A.; Plesia-Efstathopoulou, A.; Ntougias, S.; Melidis, P. (2019). Combined chemically enhanced primary sedimentation and biofiltration process for low cost municipal wastewater treatment. *J. Environ. Sci. Health Part A*, núm., 54.
- [3] Dong, T.; Shewa, W.A.; Kyle, M.; Dagnew, M. (2019). Optimizing chemically enhanced primary treatment processes for simultaneous carbon redirection and phosphorus removal. *Water*, núm. 11, págs. 547.
- [4] Pinto, M.B.; Samanamud, G.R.L.; Baston, E.P.; França, A.B.; Naves, L.L.; Loures, C.C.; Naves, F.L. (2019). Multivariate and multiobjective optimization of tannery industry effluent treatment using *Musa* sp. flower extract in the coagulation and flocculation process. *J. Clean. Prod.*, núm. 219, págs. 655-666.
- [5] Sandino, J. (2004). *Chemically enhanced primary treatment (CEPT) and its applicability for large wastewater treatments plant*. IWA Publishing, London, UK.
- [6] De Feo, G.; De Gisi, S.; Galasso, M. (2008). Definition of a practical multi-criteria procedure for selecting the best coagulant in a chemically assisted primary sedimentation process for the treatment of urban wastewater. *Desalination*, núm. 230, págs. 229-238.
- [7] Kos, L.; Michalska, K.; Zylła, R. (2006). Removal of pollutants from textile wastewater using organic coagulants. *Fibres Text. East. Eur.*, núm. 6, págs. 218-224.
- [8] Huang, J.C.; Li, L. (2000). An innovative approach to maximize primary treatment performance. *Water Sci. Technol.*, núm. 42, págs. 209-222.
- [9] Poon, C.S.; Chu, C.W. (1999). The use of ferric chloride and anionic polymer in the chemically assisted primary sedimentation process. *Chemosphere*, núm. 39, págs. 1.573-1.582.
- [10] Drewnowski, J.; Makinia, J. (2014). The role of biodegradable particulate and colloidal organic compounds in biological nutrient removal activated sludge systems. *Int. J. Environ. Sci. Technol.*, núm. 11, págs. 1.973-1.988.
- [11] Puig, S.; van Loosdrecht, M.C.M.; Flaming, A.G.; Colprim, J.; Meijer, S.C.F. (2010). The effect of primary sedimentation on full-scale WWTP nutrient removal performance. *Water Res.*, núm., 44, págs. 3.375-3.384. 