

Optimización de la nitrificación en el mundo real en la EDAR de Grapevine, TX

Muchas cuencas hidrográficas de EE.UU. son susceptibles a la contaminación por nutrientes de nitrógeno y fósforo. Por lo tanto, las formas de fósforo y nitrógeno suelen encabezar la lista de contaminantes clave que se regulan y también pueden presentar importantes complejidades de tratamiento. El deterioro de las masas de agua y la gestión del medio acuático requieren datos. Datos sobre qué contaminantes pueden perjudicar a las aguas receptoras para sus usos designados, como el contacto primario o secundario, y para proteger la vida acuática sensible. Las pruebas y el seguimiento de los vertidos puntuales y difusos a las aguas receptoras se realizan para comprender el impacto de los contaminantes en cada cuenca. Los datos también impulsan la eficacia y optimización del tratamiento de las aguas residuales. Los datos de muestras y compuestos son necesarios para el cumplimiento de los permisos, pero cuando se utilizan procesos de tratamiento biológico como la nitrificación, la eficacia y optimización máximas del tratamiento requieren algo más.

*Con el cumplimiento de los permisos y la optimización de la planta como factores determinantes, esta nota explicará cómo una instalación de Texas ha conseguido ambas cosas. La planta de tratamiento de aguas residuales de Grapevine realizó una prueba utilizando una tecnología innovadora de Hach® logrando hasta una **28 % de reducción** en el consumo de energía con respecto a su funcionamiento estándar.*

Mantener un cumplimiento constante de los permisos para nutrientes requiere mayores niveles de atención y datos para esos sistemas biológicos que otros tipos de contaminantes. El nitrógeno en forma de amonio suele ser el principal nutriente regulado para la calidad del agua. Muchas plantas de tratamiento de aguas residuales de todo el mundo están obligadas a controlar las concentraciones de nitrógeno amoniacal para el cumplimiento de los permisos.

Las normativas para la calidad del agua pueden incluir especies de nitrógeno como: Nitrógeno total (TN), Kjeldahl total (TKN), Amonio (NH_4), Nitrito (NO_2) y Nitrato (NO_3). Esta nota tratará principalmente de la especie de nitrógeno más común que se impone a las instalaciones de aguas residuales como regulación numérica: el amonio. El nitrógeno amoniacal puede ser una especie de nitrógeno independiente como límite del permiso o puede formar parte de una forma de nitrógeno más amplia como el nitrógeno total, el nitrógeno inorgánico total o el nitrógeno total Kjeldahl, como se muestra en la figura 1. La nitrificación es el proceso biológico clave en la producción de nitrógeno.

La nitrificación es el proceso biológico clave para eliminar el amonio. El amonio se elimina aeróbicamente en zonas óxicas donde los microorganismos lo convierten principalmente en nitrito y nitrato. La nitrificación controlada en las plantas de tratamiento de aguas residuales suele ser el proceso que más energía consume en la planta. La adición de aire al agua se consigue normalmente mediante la adición de aire subsuperficial con soplantes o la aireación superficial con agitación mecánica del agua.

Además del elevado consumo de energía para conseguir una nitrificación adecuada, también es un sistema muy sensible a los cambios de carga diurnos, a las fluctuaciones estacionales de temperatura, a las cargas tóxicas y a los desequilibrios de sólidos biológicos. Cualquiera de estas condiciones, o una combinación de ellas, puede provocar un deterioro extremadamente rápido de la calidad del agua efluente y la posible pérdida de la nitrificación. A veces estas condiciones pueden solucionarse rápidamente, como en el caso de la falta de aireación, cuando puede aumentarse el caudal de aire del sistema, pero en otros casos la pérdida de nitrificación puede tardar días en recuperarse.

Hay dos formas comunes de nitrógeno que son importantes para el tratamiento de aguas residuales y que pueden confundirse, el amoniaco y el amonio.

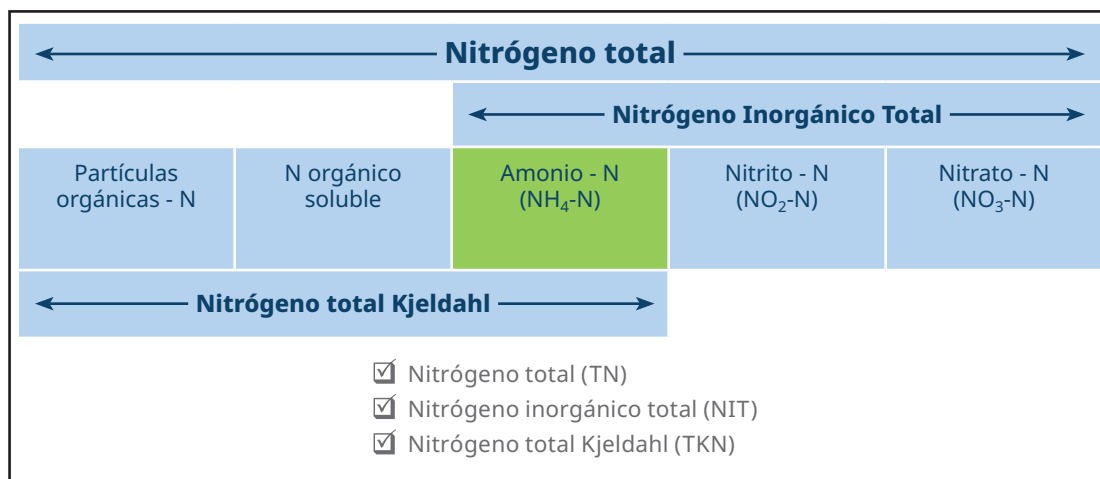
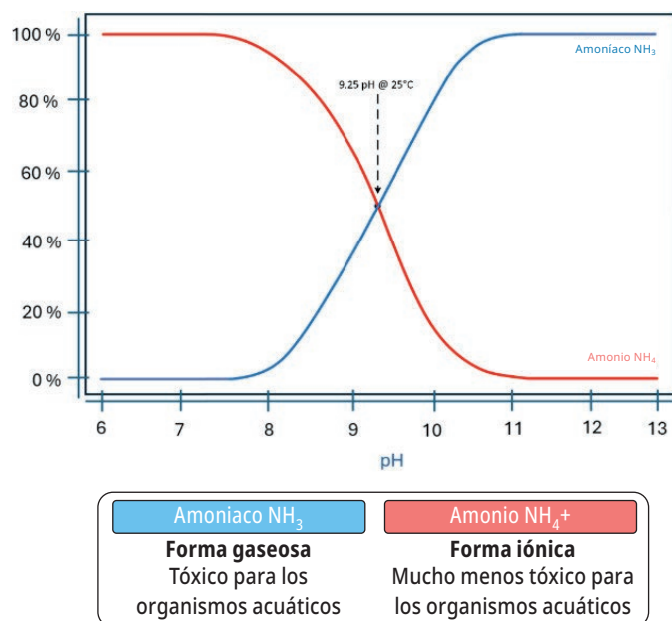


Figura 1

Figura 2



Amoníaco y amonio

¿Es amoníaco o amonio? Depende. Depende del pH y de la temperatura. El peso atómico entre el amoníaco y el amonio varía en un átomo de hidrógeno y la prevalencia de una u otra especie depende del pH. A un pH de 9,25 a 25°C, la especie predominante será la mitad de amoníaco (NH_3) y mitad amonio (NH_4^+). El pH típico de las aguas residuales municipales suele estar entre 6,9 y 8,2. En la mayoría de los sistemas de aguas residuales municipales, la forma predominante es la iónica, medida como amonio NH_4^+ . Esto depende, por supuesto, del pH de las aguas residuales y de la temperatura en cada punto de medición. Esta relación condicional se ilustra en la figura 2.

El NH_4^+ amónico es la forma iónica y se considera mucho menos tóxica para los organismos acuáticos.

El amoníaco NH_3 es la forma gaseosa, se considera altamente tóxica para los organismos acuáticos.

La tecnología de detección de amoníaco por gas de Hach es un caballo de batalla de la industria para la monitorización y el control del amoníaco en línea. Esta tecnología utilizada en la planta de tratamiento de aguas residuales de Grapevine, que se describe a continuación, utiliza un principio sencillo y rápido para medir el amoníaco en este entorno dinámico de pH y temperatura. El analizador valora la muestra sobre 12 pH y, a continuación, mide el amoníaco gaseoso (NH_3). Esta metodología innovadora crea el ciclo de medición más rápido de cualquier analizador en línea basado en química húmeda y permite confiar en que, independientemente del pH o la temperatura, se está midiendo un valor real de amoníaco. El método de detección de gas también elimina cualquier problema de interferencia del color de la muestra que pueda surgir con los métodos colorimétricos.

Una vez que el analizador completa la conversión de los iones de amonio en gas amoníaco, el valor de la medición se muestra como amonio (NH_4^+).

Ciudad de Grapevine TX, Antecedentes

El sistema municipal de aguas residuales de la ciudad de Grapevine, Texas, da servicio a una población de unos 51.000 habitantes y vierte sus aguas a un afluente que alimenta el lago Grapevine.

El sistema de tratamiento de aguas residuales de este municipio consta de aireación de mezcla completa y un caudal medio diario de 3,2 MGD. La instalación debe cumplir unos límites estacionales de amonio de 2 mg/l de media diaria de abril a octubre y una media de 7 días de 5 mg/l, con unos límites ligeramente superiores para los meses de invierno de 6 mg/l de media diaria. Con esos límites en vigor, han estado funcionando, como muchas instalaciones, con un presupuesto ajustado, lo que requiere un cuidado y un tiempo adicionales para asegurarse de que la instalación cumple la normativa.

Periódicamente se toman muestras elementales y compuestas para garantizar que el proceso funciona correctamente. Al final del sistema de aireación se toman muestras de control de sólidos, $\text{NH}_4\text{-N}$ y otros para garantizar que los procesos biológicos funcionan como es debido.

Uno de los mayores gastos operativos de la instalación es la aireación para impulsar la reducción biológica del amonio a través de la nitrificación. La instalación ha utilizado tradicionalmente el Potencial de Reducción de Oxidación (ORP) y el Oxígeno Disuelto (DO) en línea como mediciones sustitutas para monitorizar la eliminación de amonio en las balsas de aireación.

La solución

La planta de tratamiento de Grapevine decidió probar el nuevo analizador de amonio NH600sc de Hach en uno de sus tres trenes de aireación. El nuevo analizador y su unidad de filtración se instalaron al final del tren de aireación que se muestra en la imagen 1. Esto permitió a la planta beneficiarse por primera vez de mediciones de amoníaco en tiempo real a través de su sistema SCADA. El control de la aireación basado en el amonio está ganando popularidad por las siguientes razones:

1. El uso del parámetro específico que se va a tratar, en este caso el amonio, es más eficaz que el uso de mediciones sustitutas como el OD y el ORP. Esto se debe en gran parte a otras interferencias y exigencias en mediciones como las de OD y ORP. No son mediciones directas y, por ello, el control directo eficaz de la nitrificación es limitado.



Imagen 1

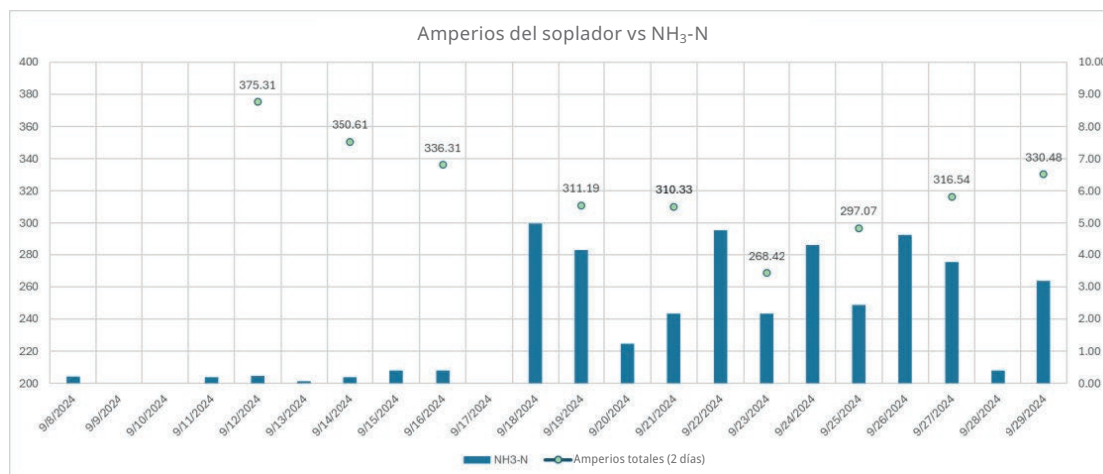


Figura 3

- El ahorro energético aumenta con cada mejora en la calidad de los datos. Pasar del análisis de ORP al DO en línea es un cambio de optimización sustancial. Además, pasar de las mediciones de OD en línea a las de amonio en línea reduce los errores y mejora aún más el rendimiento del sistema.
- Un tratamiento excesivo para la eliminación de amonio puede tener importantes repercusiones en las emisiones de carbono. Desde un punto de vista macroeconómico, el funcionamiento a mayor velocidad de los soplantes y las presiones de los colectores, o el funcionamiento de los soplantes fuera de su curva óptima, etc., cuando da lugar a un tratamiento excesivo, aumenta las emisiones de carbono innecesarias. Eia.gov afirma que en 2023 la media de emisiones de CO₂ por kWh consumido. Hacer funcionar las soplantes a velocidades más bajas dentro de sus curvas de carga reduce el desgaste y prolonga su vida útil.

Este nuevo analizador aportó a la instalación un nivel de visibilidad diurna del que carecían el muestreo puntual y las muestras compuestas.

En la figura 3 pueden verse los resultados de unas pocas semanas de funcionamiento. La planta utilizó los valores de amonio en tiempo real del analizador para empezar a reducir lentamente la aireación. Controlaron de cerca este tercio de la depuradora y permitieron que los niveles de amonio aumentaran hasta un nivel que sigue estando por debajo de lo exigido en su permiso.

En la figura 3, el primer punto de datos de amperios representa el funcionamiento estándar antes de realizar los cambios con el nuevo analizador. Las siguientes reducciones en la velocidad del soplante continúan hasta que pudieron apagar completamente uno de sus dos soplantes de 100 CV. Funcionaron con una soplante apagada manualmente durante un día como prueba satisfactoria y, a continuación, volvieron a poner en línea la segunda soplante. En total, durante este periodo, observaron un **28% de disminución** en el uso de energía cuando se retiró la segunda soplante, y luego una reducción media de energía **del 18,4%**. Esta reducción de la aireación podría representar un ahorro anualizado de 29.953 \$, según la tarifa eléctrica de la instalación.

Además del ahorro en dólares, este caso podría representar una reducción anualizada de las emisiones de carbono de unas 404.449 lbs. CO₂.

Conclusión

El nuevo analizador de amonio en línea NH6000sc de Hach demostró ser una gran herramienta para la ciudad, permitiendo un nuevo nivel de visibilidad que antes no era posible. La tecnología de electrodo selectivo de gas de Hach proporciona un tiempo de respuesta rápido a diferencia de otras tecnologías, proporcionando valores cada 5 minutos para un control y seguimiento eficaces en un entorno biológico que cambia rápidamente. En palabras de uno de los responsables del sistema:

“El nuevo analizador de Hach nos ha permitido reducir con confianza la aireación para optimizar la eficiencia sin preocuparnos de alcanzar nuestro límite de amonio”.



El nuevo diseño permite la instalación en el exterior sin necesidad de una segunda carcasa. La nueva configuración de reactivos se utiliza a un ritmo que permite su sustitución cada 6 meses. Se ha integrado en la unidad un nuevo sistema de bombeo de muestra y un robusto sistema de retrolavado por aire. Pero a menudo los analizadores son tan precisos y fáciles de usar como su sistema de filtración.

La capacidad de los nuevos sistemas de filtración FX620 de Hach para proporcionar un fuerte flujo de aire de retorno hace que la frecuencia de limpieza manual sea baja, incluso en aplicaciones con alto contenido en sólidos como el licor mezcla. El personal sacó el filtro para inspeccionarlo y comprobó que tenía un aspecto estupendo. El personal de la planta se sorprendió de lo ligero y fácil de desmontar que era el filtro. El nuevo diseño de soporte de la membrana permitía un desmontaje rápido y una instalación segura. Al final, la mejora del proceso de la planta, la protección del medio ambiente, el cumplimiento de los requisitos de los permisos y el equilibrio entre todo ello siendo buenos administradores de la financiación y la energía son factores que influyen en la decisión de utilizar sensores y analizadores en línea. La innovación de Hach avanza para llevar herramientas como esta a las plantas con valores destacados en la simplicidad y la precisión.



Representantes / Distribuidores Autorizados

 Argentina

Tel: (+54 11) 5352 2500

Email: info@dastecsrl.com.ar

Web: www.dastecsrl.com.ar

 Uruguay www.dastecsrl.com.uy

 Paraguay www.dastecsrl.com.py

