



CONTROL BASADO EN AMONIO

El monitoreo continuo y el control de amonio en la aireación permiten a las PTAS cumplir el DS 90 y optimizar su operación.

Pablo Pozas
Gerente División Instrumentación de Simtech
ppozas@simtech.cl



El amonio (NH_4^+) es un parámetro crítico en la operación de plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) debido a su toxicidad y contribución al nitrógeno total descargado. En Chile, su regulación está establecida en el Decreto Supremo N° 90/2000, que fija límites estrictos –generalmente entre 1 y 2 mg/L de N-NH_4^+ – según la clasificación del cuerpo receptor, lo que obliga a mantener procesos biológicos estables y monitoreo permanente. Cumplir estos valores en condiciones operativas variables requiere integrar tecnologías que combinen medición en tiempo real y control automático de aireación. En este contexto, Simtech introduce dos soluciones complementarias para mejorar la gestión del amonio:

- YSI IQ SensorNet: Plataforma que realiza monitoreo continuo de amonio mediante sensores ionoselectivos, permitiendo estrategias de

control basadas en amonio (ABAC).

- Vacomass: Sistema de control de aireación que ajusta sopladores y válvulas según la carga real del proceso, evitando la sobre aireación, la principal fuente de consumo energético en sistemas de lodos activados.

Experiencias internacionales muestran que el control basado en amonio puede reducir significativamente el consumo energético y mejorar la estabilidad del proceso biológico. Asimismo, casos documentados por YSI evidencian mejoras sustanciales en la eficiencia y en el cumplimiento normativo cuando se integran sensores de amonio con estrategias avanzadas de aireación.

En síntesis, el monitoreo y control inteligente de amonio se consolida

como una herramienta esencial para que las plantas de tratamiento cumplan de forma sostenida el DS 90, operen con eficiencia energética y avancen hacia una gestión ambientalmente responsable. La integración de YSI IQ SensorNet y Vacomass constituye una solución validada para enfrentar los desafíos actuales en la gestión de amonio y la optimización del proceso biológico.

EJEMPLO DE APLICACIÓN

La Brockton Advanced Water Reclamation Facility (AWRF), ubicada en Brockton, Massachusetts (EE.UU.), es una planta con capacidad de 14 MGD que utiliza el sistema IQ SensorNet de YSI para optimizar su proceso de aireación Bardenpho de 4 etapas. Esta red de sensores de calidad de agua permite reducir de manera efectiva el nitrógeno total y cumplir con un exigente límite de descarga de 3 mg/L. Su integración proporciona monitoreo continuo y preciso, habilitando un control ajustado de la aireación y contribuyendo directamente a un uso más eficiente de la energía.

Cabe destacar que sus estanques de aireación están equipados con un conjunto completo de sensores de calidad de agua:

- Tres sensores FDO para medir oxígeno disuelto (DO) en las zonas aeróbicas y post-aeróbicas.
- Dos sensores UV NitraVis para monitorear nitratos en las zonas anóxicas.
- Un sensor SensoLyte de pH en el efluente.
- Un sensor AmmoLyte ISE de amonio en la zona aeróbica, donde los niveles fluctúan diariamente entre 1 y 10 mg/L.

La ubicación del sensor de amonio es crítica para el control de aireación basado en amonio (ABAC). Un estudio piloto determinó que los sensores deben situarse donde las lecturas superen 1 mg/L durante la mayor parte del día para lograr un control óptimo. Variaciones en la carga de nutrientes llevaron, incluso, a ubicaciones diferentes en el tren sur de aireación.

IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO

Tras una serie de mejoras durante cinco años, los estanques norte implementaron completamente el control basado en amonio, mientras que los estanques sur continúan utilizando control por oxígeno disuelto.

- Basins Norte (ABAC): Operan con un setpoint variable entre 1 y 5 mg/L de NH₄⁺, guiado por el sensor ubicado en la zona aeróbica. Estas unidades son impulsadas por sopladores turbo de 300 HP (x2), 200 HP y 150 HP, sumando 950 HP.
- Basins Sur (Control por DO): Mantienen un setpoint fijo de 2.5 mg/L DO, utilizando un sensor al final de la zona aeróbica. Se emplean tres sopladores centrífugos antiguos de 300 HP y dos sopladores turbo de 150 HP, sumando 1.200 HP.

El mantenimiento preventivo de los sensores considera:

Sensores DO (estanques sur):

- Limpieza y verificación semanal con un instrumento DO portátil.
- 21 sensores en total con un trabajo de unas 5 horas semanales.
- Revisión de datos de las últimas 24 horas para identificar anomalías.

Sensores de amonio (estanques norte):

- Comparación mensual contra muestras puntuales de laboratorio.
- Tiempo total por sensor: 40 minutos (20 min prueba de laboratorio).
- Mejor precisión cuando el sensor marca entre 1 y 2.5 mg/L.

- Filtrar inmediatamente las muestras para evitar cambios rápidos en concentración.

Consejo: usar el rango analítico 0-2.5 ppm para mayor exactitud y filtrar de inmediato las muestras para evitar desviaciones.

COMPARACIÓN Y CONCLUSIÓN

La comparación directa del consumo energético entre ABAC vs. control por DO muestra diferencias significativas:

- Norte (ABAC): El consumo energético en junio 2024 fue de 10.858 kWh/MGD
- Sur (Control por DO): El consumo energético en junio 2024 llegó a 19.737 kWh/MGD

Esto significa que los estanques norte consumen 45% menos de energía por MGD tratado, siendo 1.8 veces más eficientes que los estanques sur.

El control basado en amonio permite ajustar dinámicamente la aireación según la demanda real del proceso, evitando la sobreactuación de los sopladores. En contraste, el control por DO mantiene un setpoint constante, incluso en períodos de baja carga, generando sobre aireación innecesaria.

¿Por qué la diferencia?



Lecturas de los sensores en un controlador IQ SensorNet 2020 3G.

- ABAC responde a la carga real de amonio, incrementando o reduciendo la aireación según la necesidad inmediata del proceso.
- Evita la sobre aireación, uno de los principales factores de consumo excesivo de energía.
- Control DO fijo no distingue períodos de baja carga, manteniendo aireación elevada aunque no sea necesaria.
- ABAC permite setpoints variables, ajustándose a ciclos diarios de carga y mejorando la eficiencia general.

Como conclusión se puede decir que la experiencia de Brockton AWRF demuestra que la tecnología YSI IQ SensorNet mejora significativamente la eficiencia energética y el cumplimiento normativo en plantas de tratamiento de aguas servidas.

La combinación de sensores avanzados, mantenimiento adecuado y estrategias modernas de control de aireación (especialmente el control basado en amonio) permite operar con alta eficiencia, reduciendo costos de energía sin comprometer la calidad del efluente.

Este caso evidencia que la optimización del control de aireación es una de las opciones con mayor potencial de ahorro energético en la industria de tratamiento de aguas residuales. 