

Olores bajo control en EDAR. Monitorización continua para una gestión más eficiente

WTTP Odour Control. Continuous Monitoring for More Efficient Management

La emisión de compuestos odoríferos en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) constituye un indicador sensible del comportamiento biogeoquímico de los procesos de tratamiento. No obstante, lejos de ser un mero inconveniente perceptivo, el olor se ha consolidado como un parámetro ambiental cuantificable. Su monitorización continua permite anticipar las desviaciones operativas, caracterizar las dinámicas microbianas y, sobre todo, optimizar la gestión integral de la instalación.

The emission of odorous compounds at wastewater treatment plants (WWTPs) is a sensitive indicator of the biogeochemical behaviour of treatment processes. However, far from being a mere perceptual inconvenience, odour has become established as a quantifiable environmental parameter. Continuous monitoring allows early response to operational deviations, characterisation of microbial dynamics and, above all, optimisation of overall plant management.

Gestión de las emisiones de olor en tiempo real gracias a la tecnología

La vigilancia avanzada de dichas emisiones se ha convertido así en una herramienta imprescindible para comprender, controlar y mitigar los fenómenos que las originan.

En las estaciones depuradoras de aguas residuales, los episodios de olor han sido habitualmente tratados como un impacto social del fenómeno odorífero, que producía quejas vecinales y afectaba a la reputación.

Sin embargo, este enfoque resulta cada vez más limitado en un contexto marcado por una mayor sensibilidad social, mayor profesionalización de la industria y una presión regulatoria creciente.

Hoy, en el ámbito de explotación y gestión avanzada de las depuradoras de aguas residuales, el olor ya no puede entenderse únicamente como un problema de percepción ciudadana sino como un indicador operativo primordial.

La presencia de emisiones odoríferas suele estar rela-

Technology-driven odour emission management in real time

Advanced monitoring of these emissions has thus become an essential tool for understanding, controlling and mitigating the causes.

Odour episodes at wastewater treatment plants have typically been treated to address the social impact of odour events, which can lead to complaints from residents and damage the facility's reputation.

However, this approach is becoming increasingly limited in a context of increasing social sensitivity, greater professionalism in the wastewater treatment industry and growing regulatory pressure.

Today, in the field of advanced WWTP operation and management, odour can no longer be understood solely as a problem of public perception but rather as a key operational indicator.

Odorous emissions are often linked to deviations or anomalies in biological or physicochemical processes,



La presencia de emisiones odoríferas suele estar relacionada con desviaciones y anomalías de los procesos biológicos o fisicoquímicos, condiciones de operación inadecuadas o situaciones de estrés en determinadas líneas de tratamiento

cionada con desviaciones y anomalías de los procesos biológicos o fisicoquímicos, condiciones de operación inadecuadas o situaciones de estrés en determinadas líneas de tratamiento. Ignorar esta dimensión técnica implica renunciar a una fuente de información diagnóstica de gran valor sobre el estado real de la planta.

La complejidad inherente al fenómeno oloroso dificulta su gestión mediante enfoques tradicionales de control. Las emisiones de olor en una EDAR son intermitentes, episódicas, multifactoriales y fuertemente dependientes de la meteorología. Un mismo proceso puede comportarse de forma muy diferente en función de variables dinámicas como el tipo de afluente, la carga orgánica, la ventilación de los reactores o la dirección del viento.

En este escenario, las campañas puntuales de medición o las actuaciones reactivas ofrecen una visión limitada que no refleja la evolución temporal y espacial del problema.

Transformando la señal odorífera en un parámetro operativo más

Es necesario evolucionar de un modelo reactivo hacia un modelo de gestión proactiva del olor. Basado en la monitorización continua y en el análisis de datos en tiempo real, el sistema integra el olor como una variable más del proceso; de su observación sistemática se anticipan desviaciones, se optimiza la operativa y finalmente se consigue minimizar el impacto ambiental y social.

Dónde y por qué se generan los olores en una EDAR

Para comprender el valor de la monitorización continua, es necesario partir de un conocimiento claro de dónde se originan los olores y qué procesos fisicoquímicos y biológicos están implicados en su generación.

En una EDAR, los focos críticos de emisión se concentran habitualmente en determinadas etapas del tratamiento:

- **Llegada e impulsión del influente:** donde pueden aparecer condiciones sépticas y compuestos reducidos asociados a largos tiempos de retención en la red de colectores.

Odorous emissions are often linked to deviations or anomalies in biological or physicochemical processes, inadequate operating conditions, or stress in specific treatment lines

inadequate operating conditions, or stress in specific treatment lines. Overlooking this technical dimension means losing a valuable source of diagnostic information on real plant status.

The inherent complexity of odours makes them difficult to manage using traditional control approaches. Odour emissions at a WWTP are intermittent, episodic, multifactorial and highly dependent on weather conditions. The same process can behave very differently depending on dynamic variables such as influent type, organic load, reactor ventilation and wind direction.

In this scenario, periodic measurement campaigns or reactive measures provide only a limited snapshot that fails to capture the temporal and spatial evolution of the problem.

Transforming the odour signal into an additional operating parameter

It is essential to evolve from a reactive to a proactive odour-management model, based on continuous monitoring and real-time data analysis. Such a system integrates odour as another variable in the process; systematic observation allows early detection of deviations, optimisation of operations and, ultimately, minimisation of environmental and social impact.

Where and why are odours generated at a WWTP

To understand the value of continuous monitoring, one needs first to have a clear understanding of where odours originate, and the physicochemical and biological processes involved in odour generation.

At WWTPs, critical emission sources are normally concentrated in specific treatment stages:

- **Influent intake and pumping:** where septic conditions and reduced compounds associated with long retention times in the sewer network may develop.
- **Pretreatment:** especially in screens, degritters and degreasers, where the accumulation of organic matter and insufficient ventilation favour the release of gases with perceptibly unpleasant odours.
- **Primary settling:** where sludge fermentation can generate emissions if proper purging or effective containment is lacking.
- **Sludge line:** usually the main source of persistent



- **Tratamiento preliminar:** especialmente en rejillas, desarenadores y desengrasadores, donde la acumulación de materia orgánica y una ventilación insuficiente favorecen la liberación de gases perceptibles por su olor desagradable.

- **Decantación primaria:** donde la fermentación de los lodos puede generar emisiones si no existe una correcta purga o un confinamiento eficaz.

- **Línea de fangos:** suele ser la principal fuente de olor persistente en la instalación, especialmente en los procesos de espesamiento, digestión y deshidratación

- **Almacenamiento y carga de fangos:** etapas caracterizadas por episodios intensos y localizados de emisiones que resultan difíciles de controlar sin una estrategia de supervisión continua.

Desde el punto de vista operativo y ambiental, los gases más relevantes son el sulfuro de hidrógeno (H_2S), el amoníaco (NH_3), determinados compuestos sulfurados, compuestos orgánicos volátiles (COV) específicos y, en algunos casos, metano (CH_4) y óxido nítrico (N_2O), que poseen una doble implicación tanto en la percepción del olor como en el rendimiento del proceso biológico

Es fundamental diferenciar claramente entre tres

odour at WWTPs, particularly in thickening, digestion and dewatering processes.

- **Sludge storage and loading:** stages characterised by intense and localised episodes of emissions that are difficult to control in the absence of a continuous monitoring strategy..

From an operational and environmental perspective, the most significant gases are hydrogen sulphide (H_2S), ammonia (NH_3), certain sulphur compounds, specific volatile organic compounds (VOCs) and, in some cases, methane (CH_4) and nitrous oxide (N_2O), which play a part in both odour perception and biological process performance.

It is essential to clearly distinguish between three related but often confused types of WWTP emissions:

- **Gaseous emissions:** characterised by the release of gases that can be measured using analytical instrumentation.

- **Odorous emissions:** linked to human perception and the olfactory threshold.

- **Emissions indicative of malfunction:** early warning signs of process deviations or biological imbalances.

This differentiation is essential for WWTP operation



conceptos técnicos que, aunque relacionados, a menudo se confunden respecto a las emisiones de las EDAR:

- **Emisiones gaseosas:** caracterizadas por la liberación de gases medibles mediante la instrumentación analítica.

- **Emisiones olorosas:** vinculadas con la percepción humana y el umbral olfativo.

- **Emisiones indicativas de mal funcionamiento:** señales tempranas indicadoras de desviaciones de proceso o desequilibrios biológicos.

Esta diferenciación resulta esencial para la operación y mantenimiento de una EDAR.

No toda emisión gaseosa es perceptible, ni todo olor implica necesariamente un incumplimiento normativo. Pero, en muchos casos, un aumento sostenido de determinados gases sí revela ineficiencias operativas o fallos en la aireación, purga o control biológico, cuyo diagnóstico temprano resulta esencial con el fin de prevenir impactos mayores, así como optimizar la explotación de la planta de tratamiento.

Límites de los enfoques tradicionales de control de olores

La gestión eficaz del olor en una EDAR exige superar los enfoques tradicionales, diseñados para un control puntual, reactivo y, generalmente, desvinculado del comportamiento dinámico de todo el proceso.

Si bien las técnicas convencionales (olfatometría, inspección visual, gestión de quejas y sistemas de desodorización) aportan información valiosa, presentan limitaciones de alcance cuando se pretende anticipar y optimizar la emisión odorífera en tiempo real; es por lo que el sector avanza hacia modelos de monitorización continua como un complemento técnico necesario.

Olfatometría dinámica: referencia normativa, alcance limitado

La olfatometría dinámica es el método normalizado para cuantificar el olor, basado en la percepción humana y ampliamente utilizado en estudios de impacto ambiental, evaluación de focos emisores y validación de sistemas de desodorización.

La gestión eficaz del olor en una EDAR exige superar los enfoques tradicionales, diseñados para un control puntual, reactivo y, generalmente, desvinculado del comportamiento dinámico de todo el proceso

and maintenance.

Not all gaseous emissions are perceptible, nor does every odour necessarily imply a regulatory infringement. However, a sustained increase in emissions of specific gases often reveals operational inefficiencies or failures in aeration, purging or biological control. Early diagnosis of such occurrences is essential to prevent major impacts and optimise WWTP operation.

Constraints of traditional odour control approaches

Effective odour management at a WWTP requires moving beyond traditional approaches, which are designed for ad hoc, reactive control and are generally decoupled from the dynamic behaviour of the process as a whole.

Although conventional techniques (olfactometry, visual inspection, complaint management and odour-control systems) provide valuable information, they are limited in scope when it comes to real-time anticipation and optimisation of odour emissions. The sector is, therefore, moving towards continuous monitoring models, which are regarded as a necessary technical complement.

Dynamic olfactometry: regulatory reference but limited scope

Dynamic olfactometry is the standardised method for quantifying odour, based on human perception, and it is widely used in environmental impact studies, emission-source assessment and odour-control system validation.

Benefits

- Standardised repeatable method, recognised by legislation.
- Allows comparable odour quantification at different facilities.
- Suitable for impact studies and specific characterisation of emission sources.

Shortcomings

- Discontinuous and unrepresentative of process behaviour over time.
- Inability to detect transient or operationally critical

Dynamic olfactometry is the standardised method for quantifying odour, based on human perception, and it is widely used in environmental impact studies, emission-source assessment and odour-control system validation

Las rondas de explotación y las observaciones directas aportan experiencia e información cualitativa valiosa sobre el comportamiento de la planta

Ventajas

- Método estandarizado, reconocido normativamente y replicable.
- Permite cuantificar el olor de forma comparable entre instalaciones.
- Adecuado para estudios de impacto y caracterización puntual de focos emisores.

Inconvenientes

- Naturaleza discontinua y no representativa del comportamiento temporal del proceso.
- Incapacidad para detectar episodios transitorios u operativamente críticos.
- Ausencia de información en tiempo real que permita una respuesta inmediata.

En la práctica, la olfatometría ofrece una visión precisa pero estática ya que no refleja la evolución dinámica del fenómeno odoroso.

Inspecciones visuales y rondas operativas: experiencia, pero reacción tardía

Las rondas de explotación y las observaciones directas aportan experiencia e información cualitativa valiosa sobre el comportamiento de la planta. Sin embargo, su eficacia depende completamente de la percepción humana y del momento de la observación.

Ventajas

- Bajo coste de implantación.
- Integradas en la rutina operativa.
- Aportan información cualitativa inmediata.

Inconvenientes

- Enfoque reactivo y subjetivo, condicionado por la percepción humana.
- Escasa capacidad para hallar la causa raíz de la incidencia.
- Limitada capacidad predictiva.

Si bien, su valor operativo es incuestionable, su capacidad de anticipación es mínima; en este método, el olor ya se ha manifestado cuando se detecta.

Gestión basada en quejas vecinales: indicador social, no técnico

La recepción y análisis de quejas ciudadanas continúa siendo un referente en la gestión del impacto odorífero. Aunque refleja el impacto real sobre el entorno,

Operational rounds and direct observations provide valuable experience and qualitative information about plant behaviour

episodes.

- Lack of real-time information enabling an immediate response.

In practice, olfactometry provides an accurate but static view, as it does not reflect the dynamic evolution of the odour event.

Visual inspections and operational rounds: experience, but delayed reaction

Operational rounds and direct observations provide valuable experience and qualitative information about plant behaviour. However, their effectiveness depends entirely on human perception and the timing of the observation.

Benefits

- Low implementation cost.
- Integrated into the operational schedule.
- Immediate qualitative information.

Shortcomings

- Reactive and subjective approach, conditioned by human perception.
- Limited capacity to identify the root cause of the incident.
- Limited predictive capacity.

Although it is of unquestionable operational value, predictive capacity is minimal. With this method, the odour has already manifested itself when detected.

Management based on resident complaints: social, non-technical indicator

The receipt and analysis of citizen complaints con-



es un indicador reactivo y no técnico; resulta más útil para evaluar la percepción social que para diagnosticar las causas que ocasionan la emisión.

Ventajas

- Señala episodios con impacto real sobre el entorno.
- Facilita la identificación de zonas sensibles.
- Útil como indicador reputacional.

Inconvenientes

- Totalmente reactiva y dependiente de factores subjetivos y sociales.
- No permite identificar el origen exacto del episodio.
- Genera actuaciones a posteriori, sin capacidad preventiva.

Las quejas vecinales ponen en evidencia que el problema existe, pero no aportan la información necesaria para evitar que vuelva a suceder.

Sistemas de desodorización sin retroalimentación continua: eficacia sin contexto

Los sistemas de desodorización (lavadores químicos, biofiltros, carbón activo) son herramientas eficaces para reducir emisiones olorosas, especialmente cuando se diseñan y operan correctamente. No obstante, en muchas situaciones, funcionan desligados del proceso biológico y sin control de rendimiento en tiempo real.

Ventajas

- Alta eficacia en la reducción de emisiones.
- Tecnología consolidada y de aplicación modular ampliamente implantada.
- Impacto directo sobre el entorno inmediato.

tinues to be standard practice in odour impact management. Although it reflects the real impact on the surrounding area, it is a reactive and non-technical indicator and is more useful for assessing social perception than for diagnosing emission causes.

Benefits

- Identifies incidents with a real impact on the surrounding area.
- Facilitates the identification of sensitive areas.
- Useful as a reputational indicator.

Drawbacks

- Completely reactive and dependent on social and subjective factors.
- Does not allow the exact origin of the episode to be identified.
- Generates actions after the event, with no preventive capacity.

Resident complaints indicate the existence of the problem but do not provide the information needed to prevent it from recurring.

Odour-control systems lacking continuous feedback: effectiveness without context

Odour-control systems (chemical scrubbers, biofilters, activated carbon) are effective tools for reducing odorous emissions, especially when correctly designed and operated. However, they frequently operate independently from the biological process, without real-time performance monitoring.

Benefits

- Highly effective in reducing emissions.
- Widely implemented consolidated technology with



Pretender controlar el olor únicamente con herramientas estáticas o reactivas equivale a operar sin una visión temporal ni con conocimiento de las causas que afectan al sistema de depuración

Inconvenientes

- Funcionamiento a menudo desacoplado del proceso real.
- Ausencia de retroalimentación continua sobre su rendimiento.
- Dificultad para detectar fallos, saturaciones o ineficiencias.

- Riesgo de sobredimensionamiento o infrautilización. Sin datos continuos, estos sistemas operan como una caja negra, imposibilitando una gestión basada en la evidencia, dificultando la optimización y la justificación técnica de su eficacia.

Sin datos continuos no hay anticipación ni validación

Cada una de estas metodologías aporta valor dentro de su ámbito. Pero su efectividad se ve limitada cuando se pretende gestionar un fenómeno altamente variable, multifactorial y dependiente de las condiciones dinámicas del proceso y el entorno.

Pretender controlar el olor únicamente con herramientas estáticas o reactivas equivale a operar sin una visión temporal ni con conocimiento de las causas que afectan al sistema de depuración.

Sin una base de monitorización continua, la gestión del olor no cuenta con una capacidad real de anticipación, ni de validación técnica de las medidas adoptadas.

La ausencia de datos en tiempo real convierte la gestión del olor en una sucesión de respuestas a posteriori, con un elevado coste operativo y una eficacia limitada. No se pueden detectar desviaciones incipientes, correlacionar episodios con variables operativas y evaluar la eficacia real de las acciones correctivas.

Por ello, en las EDAR de nueva generación, se está incorporando la monitorización ambiental continua como un elemento estructural de control operativo.

Así, la gestión del olor se transforma en un proceso basado en datos, donde la información obtenida en tiempo real permite anticipar incidentes, optimizar la operativa y valorar de manera objetiva las medidas implantadas.

La monitorización ambiental continua como herramienta operativa

La monitorización ambiental continua introduce un

Attempting to control odour solely with static or reactive tools is equivalent to operating without a long-term vision or knowledge of the causes affecting the treatment system

modular application.

- Direct impact on the immediate environment.

Shortcomings

- Operation often decoupled from the real process.
- Lack of continuous feedback on performance.
- Difficulty in detecting faults, overloads or inefficiencies.
- Risk of oversizing or underutilisation.

Without continuous data, these systems operate like a black box, making evidence-based management impossible, whilst hindering optimisation and technical justification of their effectiveness.

Without continuous data there is neither early detection nor validation

Each of these methodologies adds value within its own sphere. However, their effectiveness is limited when the goal is to manage a highly variable, multifactorial phenomenon that depends on the dynamic conditions of the process and the environment.

Attempting to control odour solely with static or reactive tools is equivalent to operating without a long-term vision or knowledge of the causes affecting the treatment system.

Without continuous monitoring, odour manage-





cambio profundo en la forma de abordar el olor en una EDAR. Más allá de su dimensión ambiental o de cumplimiento normativo, los sensores pasan a desempeñar el papel de herramientas de control de proceso, integradas en la gestión diaria de la planta.

La medición continua de gases asociados al olor permite establecer umbrales operativos internos de referencia, activar alertas tempranas y correlacionar los datos de emisiones con las variables de proceso (carga hidráulica, oxigenación, mezcla, purga de lodos) y con las condiciones meteorológicas locales. Esta capacidad analítica aporta valor en múltiples dimensiones operativas:

- Detección temprana de anomalías antes de que se materialicen en episodios olorosos perceptibles.
- Validación objetiva de la eficacia de acciones correctivas o inversiones tecnológicas.
- Priorización de actuaciones en función de datos cuantificables y trazables.
- Mantenimiento predictivo y preventivo, identificando procesos anómalos y desviaciones.

La información meteorológica es clave para interpretar correctamente los episodios de olor en una EDAR. La dirección y velocidad del viento, junto con la estabilidad atmosférica y la temperatura, condicionan la dispersión de los gases y la percepción del olor más allá del perímetro de la planta.

La correlación entre concentraciones de gases y variables meteorológicas permite analizar cada episodio con precisión y diferenciar de forma objetiva entre causas internas de la instalación y efectos externos al proceso.

De esta manera, la monitorización ambiental continua deja de ser un elemento accesorio y se convierte en un componente estructural del control avanzado de la EDAR. Una incorporación tecnológica que permite pasar de una gestión reactiva a una gestión proactiva basada en datos, en la que el olor se monitoriza, se interpreta y se gestiona con el mismo rigor que cualquier variable crítica del proceso.

Caso real: red de monitorización de olores en EDAR de Omán

Un ejemplo representativo de este enfoque es el proyecto desarrollado junto a NAMA Water Services en Omán. El operador gestiona una red extensa de estaciones depuradoras distribuidas en un territorio amplio y sometido a condiciones climáticas exigentes, con altas temperaturas y episodios de viento variables.

El reto inicial no se limitaba a controlar episodios aislados de olor, sino a disponer de una visión homogénea y comparable del comportamiento de múltiples instalaciones. La variabilidad del influente, las diferencias de diseño entre plantas y la dispersión geográfica dificultaban la aplicación de enfoques basados en campañas puntuales.

La solución adoptada se basó en el despliegue de

ment lacks early-detection capability or the capacity for technical validation of measures taken.

The absence of real-time data turns odour management into a series of reactive responses, with high operating costs and limited effectiveness. It is not possible to detect incipient deviations, correlate episodes with operational variables, or evaluate the actual effectiveness of corrective actions.

For this reason, continuous environmental monitoring is being incorporated into new-generation WWTPs as a structural element of operational control.

This enables odour management to become a data-driven process, where real-time information allows early detection of incidents, optimisation of operations and objective measurement of measures implemented.

Continuous environmental monitoring as an operational tool

Continuous environmental monitoring profoundly changes the way odour is addressed at a WWTP. Beyond environmental or compliance dimensions, sensors now play the role of process control tools that are integrated into the daily management of the plant.

- Early detection of anomalies before they become perceptible odour episodes.
- Objective validation of the effectiveness of corrective actions or investments in technology.
- Prioritisation of actions based on quantifiable, traceable data.
- Predictive and preventive maintenance, identifying anomalous processes and deviations.

Meteorological information is key to correct interpretation of odour episodes at a WWTP. Wind direction and speed, together with atmospheric stability and temperature, determine the dispersion of gases and the perception of odour beyond plant perimeters.

The correlation between gas concentrations and meteorological variables allows each episode to be analysed accurately and objectively and enables differentiation between internal causes within the facility and external effects on the process.

In this way, continuous environmental monitoring ceases to be a complementary element and becomes a structural component of advanced WWTP control. Integrating this technology enables a shift from reactive to proactive, data-based management, in which odours are monitored, interpreted and managed with the same rigour as any other critical process variable.

Case study: Odour-monitoring network at Oman WWTP

A representative example of this approach is the project carried out in collaboration with NAMA Water Services in Oman. The operator manages an extensive

redes móviles de sensores ambientales, capaces de medir de forma continua gases clave como el H_2S , NH_3 o COV, seleccionados por su relevancia como indicadores de influente séptico y de condiciones anaerobias en distintas etapas del proceso.

Los equipos se instalaron en puntos estratégicos de cada planta, incluyendo zonas de llegada, tratamiento preliminar, línea de fangos y perímetro, incorporando además medición meteorológica. Este enfoque permitió correlacionar picos de H_2S , NH_3 y COV con condiciones operativas concretas y con la dispersión del contaminante hacia el exterior.

Un ejemplo operativo recurrente fue la detección temprana de aumentos de los contaminantes asociados a influente séptico procedente de determinadas áreas de la red. La información continua permitió actuar antes de que se produjeran episodios de olor perceptible, ajustando la operación y reduciendo la recurrencia de incidencias.

Qué cambia cuando se dispone de datos continuos

La disponibilidad de datos en continuo transforma de forma tangible la gestión operativa de una EDAR. No se trata de generar más información, sino de convertir los datos en conocimiento operativo útil, capaz de sostener decisiones rápidas, de manera objetiva y verificable. El valor del proceso define la capacidad de mejorar la calidad de las decisiones y, finalmente, la eficiencia global del proceso de depuración.

Entre los cambios más relevantes que posibilita este enfoque destacan:

- **Mayor capacidad de respuesta operativa**, basada en señales objetivas que permiten actuar de forma inmediata ante desviaciones incipientes.
- **Anticipación y prevención**, evitando que pequeñas desviaciones deriven en episodios críticos o perceptibles externamente.
- **Priorización más eficiente de inversiones**, orientada a los puntos con mayor impacto real sobre el rendimiento y el entorno.
- **Solidez técnica y trazabilidad**, mediante los registros verificables que fortalecen la posición del operador frente a inspecciones y auditorías.

Un modelo de monitorización con el que el olor deja de ser un problema puntual para integrarse en una estrategia de mejora continua del proceso. Además de su impacto en la operación diaria, este enfoque resulta especialmente útil como soporte técnico a los programas de vigilancia ambiental y a la respuesta técnica ante requerimientos de las autoridades competentes, gracias a su capacidad de documentar y contextualizar cada evento en el tiempo y el espacio operativos.

Un modelo de monitorización en el que el olor deja de tratarse como un problema puntual y pasa a integrarse en una estrategia de mejora continua del pro-

network of treatment plants spread across a large area. These facilities operate in challenging weather conditions, with high temperatures and variable winds.

The initial challenge was not limited to controlling isolated odour episodes. It also encompassed obtaining a consistent and comparable vision of the behaviour of multiple facilities. The variability of the influent, different plant designs and geographical dispersion made it difficult to apply approaches based on specific campaigns.

The solution adopted was based on the deployment of mobile environmental sensor networks capable of continuously measuring key gases such as H_2S , NH_3 and VOCs, which were selected due to their relevance as indicators of septic influence and anaerobic conditions at different stages of the process.

The units were installed at strategic points in each plant, including inlet and pretreatment areas, sludge lines and perimeter areas, and the equipment also incorporated meteorological measurement capabilities. This approach made it possible to correlate peaks in H_2S , NH_3 and VOCs with specific operating conditions and with the dispersion of the pollutant to the outside.

A recurring operational example was the early detection of increases in pollutants associated with septic influent from certain areas of the network. Continuous information allowed action to be taken before perceptible odour episodes occurred, by adjusting operations and reducing the recurrence of incidents.

What changes when continuous data becomes available

The availability of continuous data tangibly transforms the operational management of a WWTP. It is not a question of generating more information, but rather of converting data into useful operational knowledge capable of supporting rapid decision-making in an objective and verifiable manner. The value of the process defines the ability to improve the quality of decisions and, ultimately, the overall efficiency of the treatment process.

The most significant changes made possible by this approach include:

- **Greater operational response capacity**, based on objective signals that enable immediate action to be taken in the event of incipient deviations.
- **Anticipation and prevention**, preventing small deviations from leading to critical or externally perceptible incidents.
- **More efficient prioritisation of investments**, focusing on areas with the greatest real impact on performance and the environment.
- **Technical robustness and traceability**, through verifiable records that strengthen the operator's position when dealing with inspections and audits.

This monitoring model means that odours go from



ceso. Este enfoque no solo optimiza la operación diaria de la planta, sino que también aporta un soporte técnico sólido a los programas de vigilancia ambiental y a la respuesta ante requerimientos de autoridades, al permitir documentar y contextualizar cada evento de forma precisa en el tiempo y en la operación.

Implicaciones para el futuro de las EDAR

La experiencia obtenida en proyectos de monitorización continua evidencia una evolución estructural en la gestión de las EDAR. La interconexión entre la gestión del agua y la calidad del aire ya no pueden abordarse como sistemas independientes. La instrumentación avanzada, la automatización y la teledetección están configurando un nuevo modelo de explotación integral, donde estos ámbitos dejan de gestionarse de forma independiente para integrarse bajo una misma lógica de control ambiental inteligente, donde los datos ambientales forman parte del núcleo de la toma de decisiones en tiempo real.

La monitorización ambiental continua se alinea con tendencias estratégicas como la digitalización del ciclo integral del agua, la optimización energética y de lodos y la integración de criterios ambientales y sociales en la operación diaria.

En consecuencia, el olor emerge como un indicador transversal, un parámetro capaz de conectar el comportamiento del proceso con su impacto externo y su cumplimiento normativo, fortaleciendo la capacidad de las EDAR para operar de manera más eficiente, con transparencia y sostenibilidad.

Conclusiones técnicas

En una EDAR moderna, el olor deja de considerarse una mera molestia y se consolida como un indicador operativo y ambiental de primer nivel. Su monitorización continua lo convierte en una ventana directa al estado real del proceso depurador y una fuente de información operativa de alto valor. **La monitorización continua permite contextualizar eventos, anticiparse a las desviaciones y actuar con una mayor eficacia operativa.**

La experiencia demostrada en múltiples instalaciones confirma que este enfoque es técnicamente viable, económicamente escalable y plenamente compatible con las rutinas de explotación del sector. La clave reside en medir, pero también en integrar los datos dentro del sistema de gestión, pasando de una lógica reactiva a una gestión basada en evidencia.

En definitiva, la monitorización ambiental continua deja de ser un complemento o elemento accesorio y se convierte en una herramienta estratégica del control avanzado de las EDAR. Un ámbito donde la eficiencia operativa y la responsabilidad ambiental convergen bajo la visión de una gestión inteligente. 🌱

being once-off problems to becoming an integral part of a strategy for continuous process enhancement. Apart from the benefits to daily operations, it is particularly useful in terms of providing technical support for environmental monitoring programmes and for meeting the requirements of the competent authorities. Continuous monitoring makes this possible by enabling each event to be documented and interpreted within its operational context.

Future implications for WWTPs

The experience gained in continuous monitoring projects points to a structural evolution in WWTP management. The interconnection between water management and air quality means that they can no longer be addressed as separate systems. Advanced instrumentation, automation and remote sensing are shaping a new integrated operating model, where these areas are no longer managed independently but are integrated under the same intelligent environmental control logic, in which environmental data is a central component of real-time decision-making.

Continuous environmental monitoring aligns with strategic trends such as the digitalisation of the integrated urban water cycle, energy and sludge optimisation, and the integration of environmental and social criteria into daily operations.

Consequently, odour becomes a cross-cutting indicator, a parameter capable of connecting process behaviour with its external impact and regulatory compliance, strengthening the capacity of WWTPs to operate more efficiently, transparently and sustainably.

Technical conclusions

At modern WWTPs, rather than being considered merely as a nuisance, odour has become a key operational and environmental indicator. Continuous odour monitoring provides a direct insight into the real status of the treatment process and a valuable source of operational information. **It allows events to be contextualised, early action to be taken in the event of deviations and greater operational efficiency.**

Proven experience in multiple installations confirms that this approach is technically feasible, economically scalable and fully compatible with the sector's operating routines. The key lies in measuring, but also in integrating the data into the management system, moving from a reactive approach to evidence-based management.

In conclusion, continuous environmental monitoring is no longer a complementary element. It has become a strategic advanced WWTP control tool. It is an area where operational efficiency and environmental sustainability converge under the vision of smart management. 🌱