



Selección de las mejores tecnologías de reducción de olores de una depuradora de aguas industriales a través de análisis de eficiencia, CAPEX y OPEX

Sílvia Nadal Lorenzo *product manager* de Air Quality Department de Labaqua

Marisa Latorre Adán responsable de Gas Treatment - Air Quality Department de Labaqua

1. Introducción

En la actualidad, y debido a la importante presión urbana de los últimos años, cada vez es más frecuente que algunas actividades industriales y algunas infraestructuras de tratamiento ambiental, como son las depuradoras de aguas residuales, las plantas de secado térmico de fangos o las plantas de tratamiento de residuos, se encuentren ubicadas muy próximas a núcleos habitados, con los consecuentes conflictos con los vecinos, ya sea por ruidos o por problemas de olores.

Aunque hoy en día ya se dispone de mucha experiencia en el tratamiento de emisiones de olor, aún, en muchas ocasiones, se instalan tecnologías de depuración por analogía sin tener en consideración que es imprescindible estudiar y caracterizar a consciencia la emisión o emisiones del caso concreto, antes de decidir qué sistema de depuración se debe aplicar.

Así pues, aunque diferentes actividades industriales (una industria papelera, una industria de tratamiento de residuos cárnicos o una industria química, por ejemplo) generen problemas de olor, el tono hedónico de las emisiones de cada una de estas actividades es diferente, debido a la presencia de diferentes contaminantes en dichas emisiones.

Algunos de estos contaminantes presentes en las emisiones de olor, como son por ejemplo el H_2S , el NH_3 , algunos mercaptanos y algunos aldehidos, son solubles en agua o en soluciones químicas y podrán ser depurados mediante sistemas de lavado. Sin embargo, otros contaminantes, como los tioéteres y los terpenos presentes en las emisiones de las depuradoras y en las emisiones de las plantas de tratamiento de residuos, los ácidos grasos volátiles y algunos aldehidos presentes en las plantas de degradación de materia orgánica animal o el acrilato de



etilo presente en las plantas de fabricación de resinas y polímeros, no son solubles y, en consecuencia, se deberá buscar otra tecnología como una adsorción con carbón activado, un proceso biológico de depuración o una oxidación térmica. La selección del tratamiento dependerá siempre de los compuestos presentes, de las concentraciones de los mismos y de la eficiencia de depuración necesaria.

Actualmente, existen diferentes tecnologías de desodorización de vanguardia, como la biofiltración de altas prestaciones (BAP) con soporte mixto inorgánico y orgánico, los sistemas de oxidación térmica y otras (como los sistemas de alta dispersión suplementaria, los sistemas de oxidación mediante plasma no térmico...) que permiten reducir de forma muy eficiente el impacto odorífero de una actividad sobre su entorno.

Dado el alcance específico de cada una de estas tecnologías, su aplicabilidad debe deducirse ineludiblemente tras una evaluación detallada de los casos correspondientes que implique disponer tanto del conocimiento representativo de las emisiones (no solo de las características organolépticas como la concentración de olor y especiación detallada de la composición) como de unas condiciones de diseño verosímiles (que en el fondo suponen las auténticas reglas de juego) y de un conocimiento probado de los aspectos técnicos (de capacidad, prestaciones específicas, ingeniería...) relacionados con las tecnologías susceptibles de aplicación e implantación.

Teniendo en cuenta todo ello, a continuación se expone un caso en el que, tras la caracterización en profundidad de la emisión a depurar, se discute la naturaleza del sistema de tratamiento más indicado. En este caso real se detalla cómo, a través de metodologías estandarizadas de modelización de escenarios y de evaluación técnico-económica (CAPEX/OPEX) de diferentes tecnologías correctivas, ha sido posible plantear soluciones tecnológicas adaptadas a un cliente industrial (y no al revés) que cumplen con sus expectativas técnicas (garantías de eficacia), económicas y medioambientales.

2. Caso real: tratamiento de las emisiones de olor de la depuradora de una industria alimentaria de fabricación de zumos

La depuradora tiene una capacidad de tratamiento de 5.000 habitantes equivalentes (he) y consta de las siguientes etapas: una homogeneización previa, seguida de una decantación y de un proceso biológico en lechos móviles que se basa en el crecimiento de biomasa en unos soportes plásticos que están en continuo movimiento en el reactor biológico.

Dado que la producción de la fábrica, y en consecuencia también la de aguas residuales, aumenta de forma muy considerable durante la primavera y el verano, el funcionamiento de la depuradora no es constante en el tiempo y, aunque funciona de forma óptima en la depuración de aguas, genera considerables emisiones de olor. Para reducir el impacto de esta actividad sobre su entorno, pues existen zonas residenciales a menos de 20 m de distancia, la propiedad decidió confinar todas las balsas de la depuradora y extraer el aire para tratarlo de forma adecuada, reduciendo así el impacto de olor.

Una vez confinada la emisión, se realizaron varias campañas para determinar la composición de los gases a tratar. Se observaron importantes variaciones tanto de la composición como de las concentraciones en función de la materia prima utilizada en proceso, y sorprendió que, además de H₂S y COV sulfurados, existían importantes concentraciones de terpenos (α-pineno, limoneno, mirceno, careno...), cetonas, alcoholes y, también, aldehídos. En la **Tabla 1** se muestra de forma resumida los contaminantes y las concentraciones analizadas en valor promedio en la emisión conjunta de la estación depuradora.

Se modelizó el alcance de la emisión de olor en la situación inicial, y el alcance de la emisión de olor al aplicarse una tecnología fin de línea con una eficiencia de desodorización superior al 95%. Se observó que, con esta actuación, el alcance de la emisión quedaba mucho más centrada en la parcela de la planta de fabricación y ya no afectaba a los vecinos, tal como se observa en la **Figura 1**.

Tabla 1. Compuestos y concentraciones de contaminantes en la emisión de la EDAR. Fuente: Labaqua.

Parámetro	Unidad	Valor
Caudal de la emisión	Nm ³ /h	40.000
Temperatura de la emisión	°C	<35
Concentración de olor	uo _e /m ³	28.750
Contaminantes presentes en la emisión		
Total terpenos	µg/m ³	441
Aldehídos	µg/m ³	4
Alcoholes y cetonas	µg/m ³	14
COV sulfurados	mg/m ³	13
H ₂ S	mg/m ³	46

Figura 1. Alcance de la emisión de olor de la depuradora de una fábrica en la situación inicial y tras la aplicación de una tecnología de desodorización con un 95% de eficiencia. En el gráfico de la izquierda la zona en rojo corresponde a una concentración de olor de 10 uoE/m³, la verde de 7 uoE/m³ y la violeta de 5 uoE/m³, mientras que en el gráfico de la derecha la zona en rojo corresponde a una concentración de olor de 1,5 uoE/m³. Fuente: Labaqua.

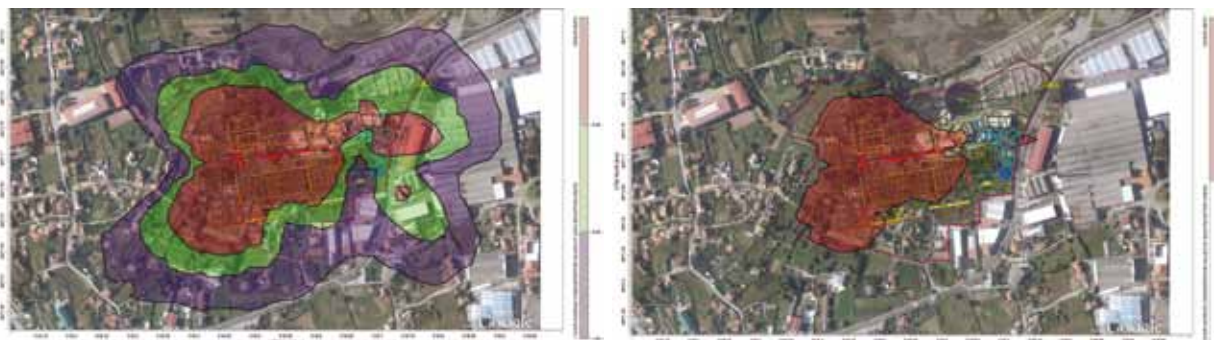


Tabla 2. Comparativa de costes asociados a las diferentes tecnologías de desodorización evaluadas. Fuente: Labaqua.

Valores de diseño	Unidades	<i>Biotrickling</i>	<i>Scrubber</i> básico-oxidante	Carbón (H ₂ S)	BAP	Biofiltro astilla de pino
Caudal	m ³ /h	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Tiempo residencia	s	8	2	1	19	38
Superficie útil	m ²	44			267	320
Tiempo vida media	años				8	2,5
Pérdida de carga	Pa	1.200	900	1.500	800	1.300
Eficiencia de depuración esperada para este caso		60%	70%	>95%	>95%	>80%
Necesidades de servicios						
Consumo total agua	m ³ /d	16,0	2,4		4,0	4,8
Precio agua potable	€/m ³	1,8	1,8		1,8	1,8
Coste consumo agua anual	€/año	10.512	1.553		2.628	3.154
Potencia total absorbida	kW	25,2	30,9	31,4	16,8	31,6
Precio electricidad	€/kWh	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Coste potencia consumida anual	€/año	22.037	27.031	27.547	14.690	27.675
Coste productos químicos anual	€/año		55.983			
Producción total purga	m ³ /d	16,0	0,6		2,0	2,4
Precio unitario gestión purga	€/m ³	20,0	20,0		8,0	8,0
Coste gestión residual anual	€/año	116.800	4.424		5.840	7.008
Coste reposición carbón anual	€/año			87.901		
Coste explotación anual	€/año	149.350	88.992	115.448	23.160	37.836
Coste inversión	€	235.000	85.000	50.000	300.000	150.000
Coste total reposición biomedio (extracción + reposición)	€				198.400	44.333
Coste explotación 5 años	€	746.749	454.958	577.240	150.799	209.181
Reposiciones soporte a 5 años	€				0	44.333
CAPEX / OPEX a 5 años	€	981.749	539.958	627.240	415.800	311.060
CAPEX / OPEX a 15 años	€	2.475.250	1.419.880	1.781.720	845.800	939.205



Para reducir los malos olores en una EDAR es imprescindible caracterizar correctamente las emisiones antes de evaluar la tecnología de desodorización a aplicar según la función del caudal de tratamiento, la temperatura de la emisión, los contaminantes presentes y la eficiencia de depuración necesaria

Una vez determinada la eficiencia de desodorización necesaria, se realizó, tal como se muestra en la **Tabla 2**, una evaluación de diferentes tecnologías de depuración existentes en el mercado, y se evaluaron como criterios de selección los siguientes aspectos:

- Eficiencia de desodorización esperada para la emisión considerada.
- Espacio ocupado (dado que se trata de una fábrica existente con un espacio disponible limitado).
- Los costes asociados CAPEX y OPEX.

Como puede observarse de la **Tabla 2**, las únicas tecnologías que permiten obtener la eficiencia de depuración necesaria en este caso son la adsorción con carbón activado y el biofiltro de altas prestaciones (BAP).

Se realizó, igualmente, un análisis comparativo de costes CAPEX y OPEX, y se observó que aunque el coste de inversión del BAP puede ser elevado, debido a los bajos costes de explotación, ya que no requiere el consumo de productos químicos, a que el consumo eléctrico es muy reducido y que la pérdida de carga es baja y a que la reposición del biomedio tan solo debe realizarse cada 8 años en este tipo de aplicación, resulta ser la tecnología con menores costes asociados a 5 años. La tecnología BAP ofrece, desde el primer día, una eficiencia de

depuración máxima y, comparado con la adsorción con carbón activado, su compra se amortiza en un período inferior de 3 años y que incluso a los 15 años es la tecnología que ofrece unos costes globales inferiores.

Cabe añadir que este BAP fue instalado en el verano del año 2012 y desde entonces el sistema está funcionando a pleno rendimiento y sin que se hayan registrado quejas en relación al impacto odorífero de la depuradora. Debido a los problemas de espacio mencionados, el BAP se ubicó sobre una estructura metálica, encima de un paso de camiones, tal y como se muestra en la **Figura 2**.

3. Conclusiones

Es imprescindible caracterizar correctamente las emisiones antes de evaluar la tecnología de desodorización a aplicar, en función del caudal de tratamiento, la temperatura de la emisión, los contaminantes presentes y la eficiencia de depuración necesaria.

Así mismo, se deberá evaluar la tecnología más eficiente para cada caso concreto, teniendo en consideración que, con frecuencia, las tecnologías avanzadas que a priori pueden presentar unos CAPEX más elevados al permitir unos OPEX inferiores resultan ser, a medio plazo, comparativamente menos costosas que el resto de tecnologías y ofrecen unas eficiencias de depuración mucho más elevadas. 🌱

Figura 2. Imágenes del biofiltro de altas prestaciones (BAP) instalado en la desodorización de las emisiones de la EDAR de la industria alimentaria. Fuente: Labaqua.

