

ACTIVIDAD 2: ESTUDIO DE LOS TRATAMIENTOS DE DESODORIZACIÓN

El objetivo de esta actividad es el de realizar un estudio a escala piloto, pero suficientemente grande como para obtener datos directamente extrapolables, de diferentes tecnologías de desodorización. Aunque existen muchas posibles técnicas aplicables a la eliminación de olores, las más utilizadas a escala industrial son, sin duda, el lavado químico, la adsorción en carbón activo, tratado o no, la biofiltración y ozonización.

En el presente proyecto se han instalado cuatro plantas piloto de 1000 m³/h de capacidad de tratamiento cada una, en paralelo, aunque con la posibilidad de conectarlas en serie, pudiendo aspirar o no de los mismos focos de emisión. Para estudiar la eficiencia, se realizarán medidas en continuo, o al menos a pequeños intervalos de tiempo, de los principales gases indicadores (H₂S, NH₃, COVs) tanto a la entrada como la salida de cada una de las plantas de tratamiento, y se contrastarán sus eficiencias con la nariz electrónica. (Ver figura 1)



Figura 1. Área de pilotaje de desodorización EDARi Helados Alacant

Lavado químico

Uno de los sistemas de desodorización más utilizados es el de la neutralización - oxidación química de los compuestos causantes de los malos olores. Existen situaciones en que el olor viene causado por una mezcla de compuestos susceptibles de ser oxidados y también neutralizados mediante soluciones de

lavado ácidos ó alcalinos según sea necesario. El proceso consiste en utilizar un reactivo oxidante en un equipo de absorción de gases. Se combina la absorción física del gas en el líquido y la reacción química, siendo el conjunto de ambos fenómenos la solución más eficaz para el caso de compuestos causantes de malos olores. Los productos de la oxidación son sustancias que no huelen o que son fácilmente absorbidos en una segunda torre.

Como reactivos de oxidación existe una amplia gama. Los más utilizados industrialmente son:

- Hipoclorito sódico en medio alcalino
- Agua oxigenada
- Permanganato potásico
- Ozono

El sistema de tres reactivos en dos etapas está constituido por una instalación de lavado de gases del tipo oxidación - neutralización de 2 etapas, consta de dos torres de lavado en serie conectadas entre sí mediante conductos del diámetro adecuado (Ver figura 2). En la primera torre se efectúa un lavado de neutralización utilizando como reactivo H_2SO_4 mientras que en la segunda torre tiene lugar una reacción de oxidación- neutralización con un reactivo oxidante, como el $NaClO$ y $NaOH$ para la neutralización química. El gas a lavar entra por la parte inferior de la primera torre impulsado por un exhaustor que proporciona el caudal y presión necesarios para aspirar el aire y hacerlo pasar por las dos torres. Cada torre dispone de una bomba de recirculación para impulsar el líquido de lavado hasta las boquillas de pulverización que están en cabeza de la torre, de manera que el lavado sea a contracorriente.



Figura. 2 Planta piloto lavado químico. EDARi Helados Alacant

Cada torre dispone de una bomba de recirculación para impulsar el líquido de lavado hasta las boquillas de pulverización que están en cabeza de la torre, de manera que el lavado sea a contracorriente. Las torres de lavado van dotadas de sondas de nivel que comandan una electro-válvula y permiten disponer de un volumen de agua constante en el depósito de recirculación. También disponen de una sonda de medición del potencial redox y dos sondas de medición de pH para mantener siempre la solución en su estado óptimo de trabajo. Tanto en la primera torre (lavado neutralización) como en la segunda torre (lavado oxidación - neutralización) se adicionan los reactivos mediante unas bombas dosificadoras cuyo funcionamiento viene gobernado el set point del controlador de potencial redox.

Para mantener la solución de pH alcalino se adiciona hidróxido sódico mediante una segunda bomba que en este caso recibe la señal de un control de pH. El reactivo de la segunda torre es una solución alcalina de hidróxido

sódico al 20% que dispone de bomba dosificadora y pH-metro independientes para mantener las condiciones de trabajo y acabar de neutralizar. Las bombas dosificadoras se alimentan de los respectivos depósitos de reactivo (ácido sulfúrico, hipoclorito sódico comercial e hidróxido sódico comercial).

Este sistema de lavado de gases se basa en hacer pasar la corriente de gas a través de un lecho de relleno, en este caso anillos, al tiempo que por la parte superior de la torre se pulveriza la solución de lavado. El correcto dimensionado de este sistema permite alcanzar elevados rendimientos con bajas pérdidas de carga (Ver figura 3).



Figura. 3 Lecho de relleno de anillos. Sistema lavado de gases. Planta piloto lavado químico

El relleno de la torre es de un material que proporciona una gran superficie de contacto que favorece la transferencia de materia. Por lo general se trata de un piezas tabicadas de formas cilíndricas o esféricas disponibles en multitud de materiales: desde plástico hasta sofisticadas aleaciones. Se viene utilizando desde hace muchos años y, en el caso de las marcas más conocidas, los procesos de separación están profundamente documentados.

Sistema carbón activo

El carbón activo es un material sólido cuya propiedad principal es la de ser un excelente adsorbente. Esta propiedad le otorga la capacidad de adsorber moléculas sobre su superficie, retirándolas del medio con el que se encuentre en contacto.

Los filtros de carbón activo, se basan en el proceso de adsorción. Las moléculas en fase gas o líquido serán unidas físicamente a una superficie, en este caso la superficie es de carbón activo. Las moléculas adsorbidas son el adsorbato y el material retenedor es el adsorbente. Ver figura 4



Figura 4. Vista de la planta de carbón activo

La capacidad de adsorción de un carbón activo depende de varios factores como:

- Tipo de carbón activo: Se ha de elegir tipo adecuado de adsorbente en función de su aplicación.
- Sustancia a adsorber: Los gases o vapores que presentan una masa molecular y una temperatura de ebullición altas, son generalmente bien adsorbidos. En caso contrario como ocurre con los hidrocarburos y sulfuros, es necesario un recubrimiento especial (impregnación del adsorbente).

- Temperatura: Cuanto menor es la temperatura el proceso es mas favorable.
- Concentración: Cuanto mayor sea la concentración de adsorbato mayor será la cantidad necesaria de adsorbente.
- Humedad: el rango de humedad relativa adecuada está entre un 70-75%.
- Velocidad de paso adsorbato/adsorbente: A menor velocidad mayor será la capacidad de retención del carbón activo.

Cuando el carbón activo no retiene el tipo de moléculas que se requiere eliminar del gas, el adsorbente puede impregnarse con algún elemento químico que reaccionara con las mismas. En este caso los carbones son llamados carbones activos impregnados.

Estos carbones impregnados tienen la particularidad de que se pueden regenerar mediante un baño y volver a ser utilizados aunque la efectividad de este disminuye.

Sistema de biofiltración

Un biofiltro para aire contaminado consiste en un lecho de biomasa dentro de una construcción en forma de cuba que puede ser activada mediante la adición de ciertos microorganismos. El aire contaminado se aspira mediante unas conducciones diseñadas a tal efecto. En una primera etapa se eliminan las partículas para evitar problemas de taponamiento y además la reducción de la superficie útil. A continuación el gas se trata para adecuarse a la temperatura y humedad óptimas. Por último la corriente de aire, impulsada por medio de ventiladores centrífugos, pasa a través del relleno donde microorganismos especializados convierten los contaminantes en CO₂, H₂O y biomasa.

Los contaminantes desaparecen siempre que sean los nutrientes de los microorganismos presentes en el lecho biológico. Estos microorganismos se generan espontáneamente aunque, en muchos casos, también es recomendable realizar una siembra específica para asegurar la efectividad del biofiltro. Por ejemplo en algunas situaciones es suficiente con un riego de lixiviados de depuradora de aguas residuales para la eliminación del H₂S y el NH₃. Por la parte superior del lecho de biomasa del biofiltro sale la corriente de gases libres de contaminación.

a) Parámetros para la selección de un biofiltro:

- Biodegradabilidad de los contaminantes
- Nivel de concentración
- Caudal de aire a tratar
- Relleno (orgánico ó inorgánico)
- Temperatura
- Nivel de humedad

b) Tipos de soporte de biomasa

- Relleno de tipo orgánico: puede ser suelo, compost, turba, brezo, corteza, mezclas de rellenos. Estos rellenos presentan una flora microbiana natural y los nutrientes necesarios para la actividad microbiana. Dependiendo del tipo de relleno escogido, éste tendrá unas características diferentes que pueden hacer variar el dimensionamiento del biofiltro. Los rellenos orgánicos tienen además un cierto efecto tampón sobre el pH (ver foto 5)



Figura. 5 Imagen del relleno del biofiltro y de la planta piloto completa

- Rellenos de tipo inorgánico: pueden servir de soportes inertes para rellenos orgánicos. Algunos rellenos inorgánicos como el carbón activo pueden adsorber parte del contaminante y regular su concentración y posibles efectos tóxicos para los microorganismos.

Para la sustentación del lecho de biomasa se utilizan rejillas en diferentes materiales, siendo los más adecuados los plásticos anticorrosivos y el poliéster reforzado con fibra de vidrio. Algunos de estos sistemas incorporan rejillas

modulares de dimensiones estándar con distintas alturas de pies de apoyo, que proporcionan una gran versatilidad en los montajes a la vez que una gran resistencia química y mecánica y, bajo coste.

c) Temperatura y humedad

Estos dos factores son muy importantes y están relacionados. A mayor temperatura de la corriente, se observa una mayor evaporación del agua presente en el relleno, que es un fenómeno no deseado en el biofiltro. De todos modos la temperatura de trabajo viene determinada por el tipo de microorganismo y en los casos más usuales el rango de trabajo está entre temperatura ambiente y unos 35-40°C.

El nivel de humedad recomendado está entre el 40 y el 60% de humedad (w/w)

d) Pérdidas de carga

La pérdida de carga en el biofiltro influye en el coste de explotación del biofiltro. En el diseño del mismo se debe tener en cuenta que la pérdida de carga varía con la carga superficial aplicada y que además con el tiempo, debido al asentamiento de la biomasa, suele aumentar. Por ello es importante medir este parámetro y a partir de un límite esponjar la biomasa para restablecer los parámetros de diseño en la medida de lo posible (Ver figura 6).

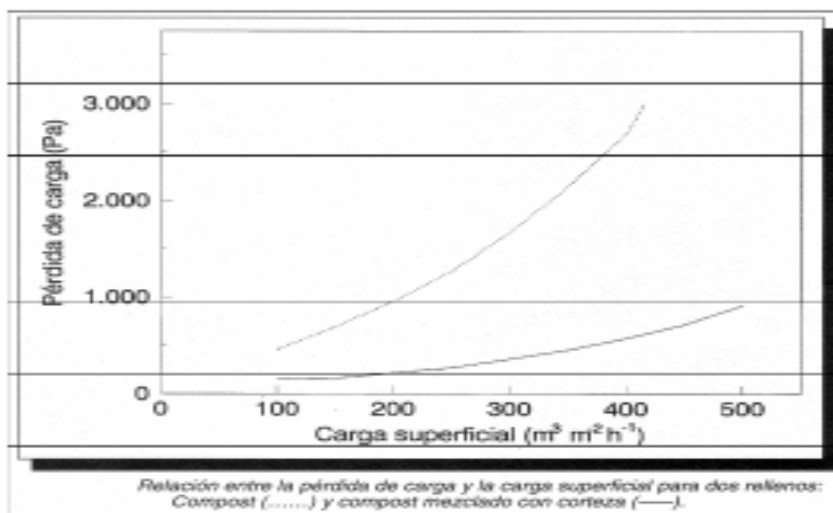


Figura. 6 Comportamiento de las pérdidas de carga en el Biofiltro

La concentración máxima admisible en el biofiltro se determina en función de la biotoxicidad del contaminante. Por ejemplo para compuestos como los alcoholes las concentraciones pueden ser más altas que para compuestos más

tóxicos como los compuestos aromáticos halogenados. La concentración mínima es aquella que nos garantiza que los componentes se difunden en el lecho y que puede llevarse a cabo la transferencia de materia.

Numerosos estudios y múltiples referencias avalan esta tecnología como un medio eficaz para solucionar el problema de las emisiones con malos olores.

Sistema generador de ozono

El OZONO es el mayor oxidante y el desinfectante más potente que se conoce, el único que responde realmente ante los casos difíciles, propiciando además un excelente control microbiológico, siendo un virucida muy efectivo. Debido a la gran capacidad destructora, (oxidante) y por la rapidez en que se disgrega su tercer átomo volviéndose oxígeno es empleado con absoluta seguridad, con óptimos resultados e infinitamente más confiables que los obtenidos mediante otros productos químicos. (Ver figura 7) Es evidente que el O₃ es muy rápido y eficaz en su actuación, siendo además inodoro, insípido y no se le conoce derivados que pudieran ser perjudiciales para la salud. Es el agente oxidante que actúa más rápidamente en la desinfección propiciando un excelente control microbiológico. Es el segundo elemento con mayor poder oxidante después del flúor.

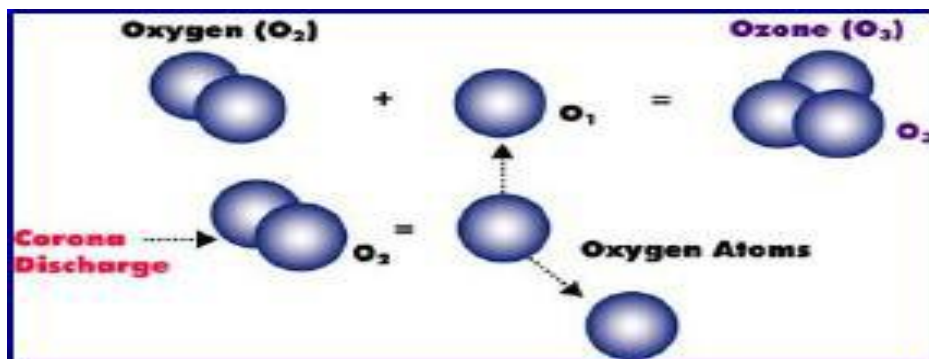


Figura. 7 Capacidad oxidante del ozono

La inestabilidad del ozono, que en un principio podría parecer un inconveniente, ya que lo hace difícil de envasar y que obliga a su fabricación in situ, se convierte en una de sus mayores virtudes debido a que tras su actuación como oxidante se transforma en oxígeno y desaparece sin dejar residuos. De esta manera se convierte en una herramienta de valor inestimable para el control higiénico-sanitario de puntos críticos. Por otro lado, al permitir trabajar en continuo simplifica enormemente el proceso, abaratando costes de mano de obra y manipulación, transporte y almacenamiento de agentes tóxicos o peligrosos.

El ozono se produce cuando las moléculas de oxígeno existentes en el gas de alimentación son expuestas a una descarga de corona eléctrica controlada dentro del generador. Durante la producción de ozono la descarga de corona produce calor por lo que se requiere un sistema de refrigeración que mantenga la temperatura dieléctrica constante garantizando de esta forma un flujo de ozono constante a la salida, para lo cual, el equipo de generación de ozono, lleva incorporados dos potentes ventiladores que se encargan de mantener dicha temperatura constante, estabilizando, de esta forma, la producción.

La aplicación del ozono en la oxidación por vía húmeda es aquel tratamiento en el que, el aire a tratar, es forzado a pasar a través de un lavador de gases y constituye una de las tecnologías más avanzadas en la eliminación del olor, cuya aplicación está aumentando considerablemente en todo el mundo. (Ver figura 8)



Figura. 8 Equipo compacto generador de ozono Modelo SGC-22

Las ventajas de su uso en desodorización se podrían resumir en:

- Su gran poder oxidante, muy por encima del hipoclorito ($E_0 = 2,07 \text{ V.}$, contra $E_0 = 1,34 \text{ V.}$). Su capacidad de atacar el doble enlace y el anillo aromático, mediante la reacción denominada ozonólisis.
- La ausencia de compuestos residuales en el tratamiento.

Las sustancias causantes de olor más corrientes en este tipo de emanaciones son:

- Sulfuro de hidrógeno - Mercaptanos.
- Formaldehído - Dimetilamina.

- Monoestireno. - Aldehidos y cetonas.

Debido a la complejidad y a la variabilidad de la mezcla de los gases emanados, resulta muchas veces difícil el predecir a nivel teórico cuáles van a ser las reacciones de degradación con el ozono hasta el punto de resultar dificultosa la predicción de la eficacia del tratamiento. Afortunadamente en depuradoras de agua residual urbana, la composición de los gases de emanación no varía demasiado, aunque sí su concentración.

El generador de ozono incorpora en el interior de la caja, construida en acero inoxidable, un concentrador de oxígeno de alta calidad, el cual, a partir de aire comprimido²), extrae el oxígeno necesario para el proceso de generación de ozono. La célula de generación de ozono, está basada en la Tecnología "Floating Plate Technology "

- Producción de ozono estable
- Tecnología de producción de ozono rentable y duradera

Principales características:

- Carcasa en acero inoxidable para instalación sobre suelo o montaje en pared
- Concentrador de oxígeno y compresor
- Refrigeración mediante aire
- Producción de ozono regulable de 0 al 100%
- Voltímetro de referencia
- Rotámetro de gas
- Manómetro
- Interruptor manual
- Conexión de gas ¼"
- Alimentación eléctrica 230V, monofásico
- Célula de generación de ozono en titanio, (Floating Plate Technology)

Principales componentes del generador:

Medidor de Flujo del Oxígeno: Indica la cantidad de gas oxígeno.

Medidor de Presión del Reactor: Indica el nivel de presión existente en el reactor.

Válvula del Ajuste de la Presión: Indica la presión existente en las en las células del generador.

Medidor de Referencia (0-5 Voltios de C.C.): Indica la demanda de la señal de control que es enviada al generador.

Indicador de Salida del Ozono (Luz Roja): Verifica que los módulos del ozono están trabajando y producen ozono.

Ajuste de la Salida del Ozono: Controla el ozono producido por la máquina, de 0% a 100% de la producción máxima certificada impresa en la placa del número de serie.

Sensor de Temperatura: Protege los componentes electrónicos contra una temperatura demasiado elevada.