

# INSTALACIÓN DE DESODORIZACIÓN. METODOLOGÍA DEGREMONT® PARA DISEÑO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN Y CAPTACIÓN DEL AIRE

Villamediana García, Marcos - SUEZ Treatment Solutions

Sáez Azcona, Ane – SUEZ Treatment Solutions

Moreira Rato, Rodrigo - SUEZ Treatment Solutions

## SUMARIO

Uno de los problemas que se plantea en el diseño de las instalaciones de tratamiento de olores y del sistema de ventilación de una estación depuradora de aguas residuales es, por una parte, identificar y cuantificar correctamente los agentes contaminantes que generan olor y, por otra parte, fijar los caudales a evacuar de cada zona

La cuantificación de los contaminantes olfativos, cuando la estación depuradora aún no se ha construido, debe basarse necesariamente en estimaciones obtenidas de plantas similares.

En lo referente a los caudales de aire a evacuar, tradicionalmente, el diseño de los sistemas de ventilación se ha basado en un criterio de renovaciones/hora del aire contenido en los locales y depósitos, sin tener en cuenta las diferentes contaminaciones olfativas que se generan en cada zona. Esto puede suponer, en algunos casos, que las instalaciones de desodorización estén sobredimensionadas en unas zonas e infradimensionadas en otras, con la correspondiente pérdida de eficacia global en los resultados de la desodorización y con un posible riesgo de sobrecostos de operación.

La metodología degremont® permite cuantificar, durante la fase de diseño de la estación depuradora y con una precisión razonable, los caudales de aire a evacuar de cada zona a desodorizar, teniendo en cuenta los contaminantes olfativos que se van a generar y la concentración máxima de diseño admisible en cada zona. Por tanto, con esta metodología, el número de renovaciones/hora no es el parámetro principal de cálculo

El método de cálculo propuesto abarca las siguientes fases del diseño:

- Definición de zonas a desodorizar (focos emisores de olor) en la estación depuradora.
- Clasificación de las zonas y adopción de concentraciones máximas de contaminantes en cada una de ellas.
- Cálculo de los flujos máxicos de emisión de contaminantes en cada zona a partir de las superficies de emisión y de los flujos específicos de contaminantes, por unidad de superficie, asignados a cada zona de acuerdo con la base de datos elaborada por Suez.
- Selección del sistema de extracción de aire y del coeficiente de homogeneidad a aplicar en cada zona y cálculo de los caudales teóricos de aire.
- Verificación del número de renovaciones/hora en cada zona, para garantizar la correcta ventilación, y cálculo de los caudales reales de aire a extraer.

La metodología de SUEZ para cálculo del sistema de captación de aire permite adecuar los caudales extraídos de cada zona a las contaminaciones olfativas que se generan en la misma, lo cual es importante de cara



a garantizar la eficacia del sistema en cada una de las zonas a desodorizar. Esto permite, al mismo tiempo, optimizar los caudales de aire extraídos, lo que se traduce en una optimización del tamaño de la instalación (optimización del CAPEX) y en un menor consumo energético (optimización del OPEX).

Además, el cálculo del aire basado en la contaminación aportada por cada foco emisor permite dotar al sistema de una mayor flexibilidad, ya que, si se prevén los sistemas de regulación necesarios, es relativamente sencillo predecir y adaptar, en cada momento, los caudales de extracción de aire al número de líneas o número de equipos en servicio, con el consiguiente ahorro en costos de operación

En definitiva, la metodología Degremont® presentada se traduce en una optimización del diseño de la instalación que permite, al mismo tiempo, optimizar los resultados del tratamiento y minimizar los costes de operación.

## PALABRAS CLAVE

Olores, aire, desodorización, contaminantes, concentraciones, renovaciones, caudales.

## INTRODUCCIÓN

Como consecuencia de unos condicionantes medioambientales cada vez más exigentes, han ganado en importancia las instalaciones de tratamiento de olores en las estaciones de depuración de aguas residuales, abarcando más zonas a desodorizar, con instalaciones más automatizadas, con nuevas tecnologías, con necesidad de instalaciones más fiables y con mayores exigencias en los niveles permitidos de contaminación olfativa, tanto dentro del recinto de la estación como en los límites de la misma.

Tradicionalmente, el diseño de los sistemas de extracción de aire para tratamiento de olores se ha basado en un criterio de renovaciones/hora del aire contenido en los locales, sin tener en cuenta las diferentes contaminaciones olfativas que se generan en cada zona.

Esto puede suponer, en algunos casos, que las instalaciones de desodorización estén sobredimensionadas en unas zonas e infradimensionadas en otras zonas, con la correspondiente pérdida de eficacia global en los resultados de la desodorización y con un posible riesgo de sobrecostos de operación.

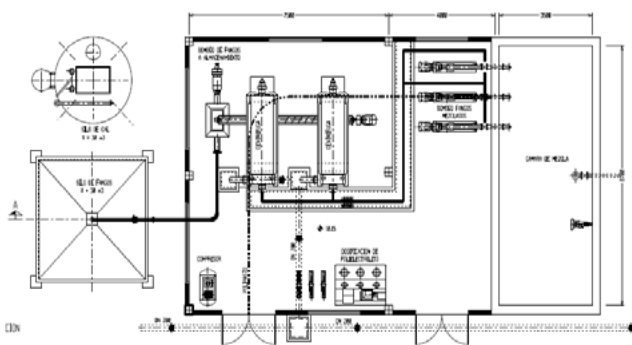


Figura 1: Edificio de deshidratación

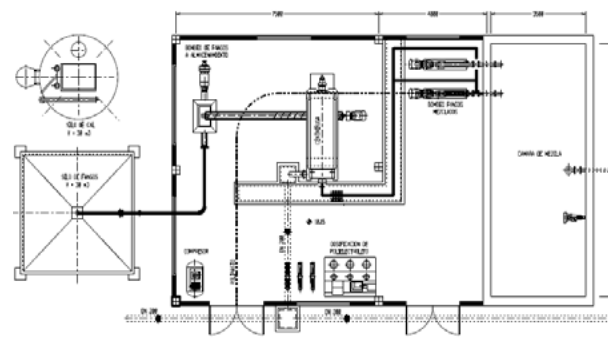


Figura 2: Edificio de deshidratación

Aplicando solamente el criterio de renovaciones/hora en dos edificios de deshidratación exactamente iguales, como los de las figuras 1 y 2, extraeríamos el mismo caudal de aire hacia el sistema de tratamiento sin tener en cuenta que uno de los edificios contiene el doble de equipos y, por tanto, emite mayor cantidad de olores.

En el cálculo tradicional tampoco se tienen en cuenta las concentraciones de contaminantes en el interior del recinto, siendo este un parámetro de gran importancia.

## IDEAS BÁSICAS DE LA METODOLOGÍA DEGREMONT® PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE VENTILACION

La metodología de SUEZ, objeto de esta presentación, permite cuantificar, durante la fase de diseño de la estación depuradora, con una precisión razonable, los contaminantes olfativos que se van a generar en cada zona de la instalación y los caudales de aire necesarios para evacuar dicha contaminación.

La metodología propuesta basa el cálculo de los caudales de aire que se extraen de cada zona a desodorizar en dos magnitudes básicas.

La primera magnitud a tener en cuenta es el flujo másico de cada uno de los contaminantes que generan olor en las diferentes zonas a desodorizar.

La segunda magnitud es la concentración máxima admisible, para cada contaminante, dentro del recinto a desodorizar. Dicha concentración puede estar condicionada por diversos factores, entre los cuales los más importantes son los que hacen referencia a la seguridad y confort de las personas y a la protección de los materiales y equipos.

El caudal de aire a extraer en una determinada zona vendrá determinado, en todos los casos, por el cociente entre el flujo másico de un determinado contaminante y la concentración máxima de diseño adoptada para dicho contaminante.

Por tanto, el cálculo de la instalación de desodorización se basa en las cantidades de contaminantes que generan olor y no en el número de renovaciones del volumen de aire contenido en los locales. La tasa de renovación del aire solo se tiene en cuenta para la comprobación final del nivel de ventilación. NO es el parámetro principal de diseño.

## DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El método de cálculo propuesto incluye las siguientes fases:

- Definición de las áreas a desodorizar.
- Definición de zonas a desodorizar (focos emisores de olor) en cada área.
- Clasificación de las zonas y adopción de concentraciones máximas de contaminantes en cada una de ellas.
- Cálculo del flujo másico de emisión de contaminantes en cada zona.
- Selección del sistema de extracción de aire y del coeficiente de homogeneidad a aplicar en cada zona.
- Cálculo de caudales teóricos de aire a extraer de cada zona.
- Verificación del número de renovaciones en cada zona y cálculo de los caudales reales a extraer.

### Selección de las zonas a desodorizar

En primer lugar, es necesario seleccionar las áreas de la planta que requieren un tratamiento de olores. Por ejemplo, el pretratamiento, la decantación primaria o el tratamiento de fangos.

A su vez, dentro de cada área a desodorizar pueden existir diversas sub-áreas.

Por ejemplo, en el pretratamiento, se pueden distinguir el desbaste grueso, el tamizado, el desarenado-desengrase, etc.



En el área de tratamiento de fangos estarían las sub-áreas de espesamiento, de deshidratación de fangos, etc.

### **Definición de focos emisores de olor**

En cada área o sub-área, hay que identificar todos los focos emisores de olor, asociándose una extracción de aire a cada uno de ellos

Para optimizar el sistema de captación de aire, lo correcto es confinar, en la medida de lo posible, cada una de las zonas de emisión y realizar captaciones de aire localizadas en cada una de ellas

En el área de desbaste, son focos emisores de olores cada reja, cada tamiz, cada canal de desbaste, la obra de distribución, cada contenedor, cada tornillo transportador, etc.

En el área de desarenado-desengrase, deben considerarse como zonas emisoras de olor y, por tanto deben tener asociado un caudal de aire a extraer, cada desarenador, los vertederos de salida, la obra de distribución, cada separador de grasas, cada clasificador de arenas, cada contenedor, el pozo de retornos, etc.

Es fundamental hacer un correcto inventario de todos los focos de emisores de olor ya que el resultado del cálculo será tanto más preciso cuanto mayor rigor exista en la identificación y cuantificación de dichos focos emisores.

Las zonas de trabajo situadas dentro de las áreas a desodorizar también se pueden considerar como zonas de extracción de aire, con una pequeña generación de contaminantes olfativos, para considerar las pequeñas fugas que se producen desde las zonas confinadas.

Para cada zona de emisión de olor es necesario conocer la superficie de contacto con el aire ambiente, ya que la cantidad de olor emitida por cada foco emisor es directamente proporcional a la superficie de exposición.

También es importante conocer el volumen de influencia de cada uno de los focos o zonas de emisión de olor.

### **Clasificación de las zonas de extracción de aire y concentraciones máximas de diseño**

Como ya se avanzó al comienzo de la presentación, la concentración de los agentes contaminantes en el interior de las zonas a desodorizar es uno de los dos parámetros básicos para el diseño de la instalación de extracción de aire.

Hay dos razones fundamentales para fijar unas concentraciones límite de cada uno de los agentes contaminantes.

La primera razón se refiere a la seguridad de las personas. Desde este punto de vista, la toxicidad de los contaminantes olfativos obliga a limitar las concentraciones a que están expuestos los operadores de la planta.

Adicionalmente, es importante también mantener un cierto nivel de confort en las zonas habituales de trabajo, y una alta concentración de contaminantes en el interior de los edificios o, lo que es lo mismo, una intensidad elevada de olor no contribuyen a ello.

La segunda razón se refiere a la durabilidad de los equipos. El riesgo de corrosión que va asociado a los contaminantes que generan olor hace necesario limitar las concentraciones de estos, incluso en los recintos no accesibles a personas, para evitar causar daños a los materiales y a los equipos.

La metodología de cálculo propuesta clasifica los puntos de emisión de olor o zonas de captación de aire en cuatro tipos diferentes:

- Clase VME (valor medio de exposición). Corresponde a las zonas habituales de trabajo.



- Clase VLE (valor límite de exposición). Corresponde a zonas cubiertas donde las personas solo deben acceder de forma ocasional.
- Clase C1 (nivel 1 de concentración). Se aplica a recintos no accesibles a personas, tales como canales y depósitos, construidos en hormigón sin ninguna protección específica
- Clase C2 (nivel 2 de concentración). Se aplica a obras, no accesibles a personas, construidas en hormigón, con algún tipo de protección frente al ataque de elementos contaminantes. También se refiere a elementos o depósitos fabricados en acero inoxidable.

Los contaminantes que generan olor en una estación depuradora de aguas residuales pueden ser muy variados. Los contaminantes que habitualmente se consideran en el cálculo, por ser los de mayor incidencia en la generación de olores, son sulfuro de hidrógeno, amoníaco y mercaptanos. En algunos tratamientos específicos también se consideran las aminas.

A falta de otro requerimiento específico, SUEZ adopta, para cada una de las zonas definidas y para cada contaminante, las concentraciones máximas que aparecen en siguiente tabla

Tabla 1

Zona	H <sub>2</sub> S (mg/l)	X-SH (mg/l)	NH <sub>3</sub> (mg/l)
VME (zonas de trabajo)	7	1	7
VLE (zonas de acceso ocasional)	14	1	14
C1 (zonas de estructuras no protegidas)	25	2,5	50
C2 (zonas de estructuras protegidas)	50	5	100

### Flujo másico de emisión contaminantes en cada zona

Como ya se indicó anteriormente, el otro parámetro básico en el diseño del sistema de extracción de aire es el flujo másico de contaminantes que se genera en cada zona.

Precisamente, uno de los principales problemas que se plantea en el diseño de las instalaciones de tratamiento de olores es cuantificar correctamente los agentes contaminantes que generan mal olor, que deben servir a su vez para cuantificar los caudales a evacuar de cada zona.

Cuando se trata de una estación existente, la solución es relativamente sencilla, ya que existen tecnologías y métodos analíticos que permiten cuantificar las contaminaciones olfativas con bastante precisión. El problema es más complejo cuando la estación depuradora aún no se ha construido.

Suez ha elaborado una base de datos, a partir de mediciones realizadas en diferentes instalaciones, y para diferentes procesos, en la que se incluyen los flujos específicos, por unidad de superficie, asociados a cada proceso de tratamiento de agua o de fangos.

De esta forma, para el diseño de las nuevas instalaciones, es posible asignar flujos específicos de contaminantes a cada superficie emisora de olores identificada anteriormente y, a partir de ellos, calcular los flujos horarios másicos de cada uno de los contaminantes olfativos y para cada zona de emisión de olores.

Es importante esta cuantificación de los flujos horarios másicos de contaminantes por varias razones.



En primer lugar, el conocimiento de este parámetro, para cada zona, permite optimizar el dimensionamiento del sistema de extracción de aire, adecuándolo a las cantidades de contaminantes a extraer.

En segundo lugar, el conocimiento del flujo horario total de contaminantes ayuda a dimensionar correctamente el sistema de tratamiento del aire, especialmente, si se trata de un proceso químico con reactivos.

En tercer lugar, el conocimiento de los flujos horarios de contaminantes generados en cada zona, y asociado a determinados equipos, permitirá una mejor gestión del sistema de extracción de olores y de tratamiento del aire, adecuándolo al número de equipos o número de líneas en servicio, lo que se traducirá en un ahorro en costos de operación.

### Selección del sistema de extracción de aire y del coeficiente de homogeneidad a aplicar en cada zona

La experiencia demuestra que las concentraciones de contaminantes dentro del recinto a desodorizar no son homogéneas debido a varias razones.

Por una parte, no existe uniformidad en las entradas de aire fresco en los recintos y tampoco existe uniformidad en la generación y difusión de los contaminantes.

Por otra parte, siempre existen corrientes preferenciales del aire fresco y del aire extraído debido a los obstáculos que encuentra el aire y a las formas de los edificios.

Por ello, es necesario considerar un factor corrector para compensar las circunstancias anteriores. Esta es la definición del coeficiente de homogeneidad.

Cuando la inyección es forzada, es posible realizar una mejor difusión del aire fresco en el interior del recinto. En cambio, cuando el aire fresco entra por rendijas, puertas y ventanas, la difusión es más aleatoria. Por esta razón, el coeficiente de homogeneidad no debe ser igual en ambos casos

Para un recinto con formas regulares, normalmente, el coeficiente de homogeneidad adopta un valor de 3, cuando solo existe extracción de aire, y un valor de 1,5 cuando se realiza soplado y aspiración de aire combinados

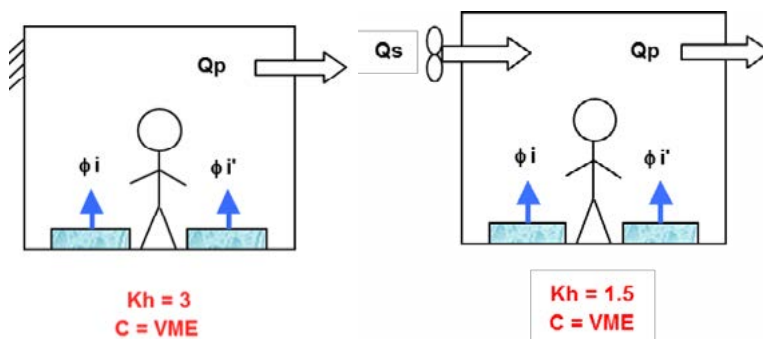


Figura 3

Figura 4

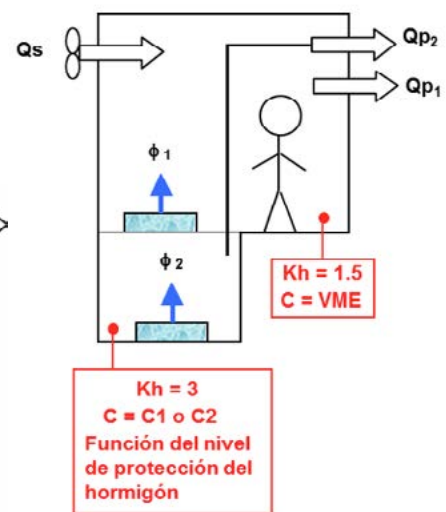


Figura 5

En las figuras anteriores se presentan tres ejemplos de concentraciones máximas de diseño adoptadas y de coeficientes de homogeneidad en función de que la captación de aire se realice de una zona habitual de trabajo



o no (zonas VME, C1 o C2) y del tipo del sistema de captación de aire previsto (aspiración simple o soplado más aspiración).

### **Cálculo de los caudales teóricos de aire en cada zona**

Una vez evaluados todos los datos previos, se puede calcular el caudal teórico de extracción de aire de cada zona. Para ello, se calcula el caudal de extracción de aire que requiere cada contaminante, función del flujo másico y de la concentración máxima, se selecciona el caudal máximo de los tres calculados y se multiplica por el coeficiente de homogeneidad adoptado

El caudal teórico de aire a extraer de cada zona viene definido por la siguiente expresión:

$$Q \text{ teórico} = Kh \times \text{máximo} (F_1/C_1 ; F_2/C_2 ; F_3/C_3)$$

donde

$F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$  son los flujos másicos, en mg/h, de los contaminantes 1, 2 y 3 generados en cada zona

$C_1$ ,  $C_2$  y  $C_3$  son las concentraciones máximas, en mg/m<sup>3</sup> de aire, de los contaminantes 1, 2 y 3 a no sobrepasar en cada zona

Kh es el coeficiente de homogeneidad adoptado para cada zona

### **Verificación del número de renovaciones/hora en cada zona y cálculo de caudales reales de extracción**

Si, una vez calculados los caudales teóricos de extracción de aire, se analiza el número de renovaciones/hora del aire contenido en el recinto, se puede comprobar que el resultado es bastante dispar. En general, en los recintos de elevada generación de contaminantes, normalmente en las zonas de agua bruta o fangos, las tasas de renovación de aire resultantes suelen ser bastante elevadas. En cambio, en determinadas zonas de trabajo, las tasas teóricas de renovación del aire resultantes suelen ser mucho más bajas que las 8 o 10 renovaciones/hora que en el cálculo tradicional se viene adoptando como valor de diseño.

En esta nueva metodología propuesta, para el cálculo de los caudales de aire a extraer, la tasa de renovación solamente se utiliza para verificar que la entrada de aire fresco permite una correcta ventilación del recinto a desodorizar.

Los valores considerados normalmente, desde el punto de vista de ventilación del local, son de 4 a 6 renovaciones/hora, en las zonas habituales de trabajo, y de 2 a 3 renovaciones/hora en el resto de las zonas.

Los caudales reales a extraer deben responder a la condición más desfavorable entre el caudal teórico, calculado en función de la contaminación de olor generada, o el caudal el necesario por necesidades mínimas de ventilación.

Su cálculo responde a la siguiente expresión:

$$Q \text{ real} = \text{máximo} (Q \text{ teórico}; TR \times V)$$

donde

TR es la tasa de renovación de aire mínima, por razones de ventilación

V es el volumen de la zona correspondiente a la zona de extracción de aire

En los casos en que se ha previsto inyección forzada de aire, el caudal de soplado es aproximadamente el 80% del caudal de aire extraído. Se considera que el 20% de aire restante entra a través de las rendijas, puertas y ventanas





## EJEMPLO DE CÁLCULO

El método de diseño expuesto se puede realizar con ayuda de una hoja de cálculo como la que aparece en la tabla adjunta

Tabla 2

ZONA DE LOCALIZACIÓN	Conc. Max	Superficie contaminante m <sup>2</sup>	Volumen m <sup>3</sup>	Extracción									Caudales adoptados								
				Flujos superficiales mg/m <sup>2</sup> .h			Flujos masicos mg/h			Concentracion deseada mg/m <sup>3</sup>			Caudal de extracción para cada elemento m <sup>3</sup> /h	Caudal máximo m <sup>3</sup> /h	Coef. Homog. Kh	Caudal Qp teórico m <sup>3</sup> /h	Trvt calculado 1/h	Trvt elegido 1/h	Caudal de soplado m <sup>3</sup> /h	Caudal de extracción m <sup>3</sup> /h	
				H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3			
<b>ZONA DE DESBASTE</b>																					
Obra de entrada							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Canales de desbaste							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Rejas de desbaste grueso							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Transportadores de residuos de rejas							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Tamices							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Transportadores de residuos de tamices							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Contenedores							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Zona de trabajo							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
sub-total							0	0	0									0			0
<b>DESARENADO-DESENGRASE</b>																					
Canal de entrada de agua							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Canal de reparto a desarenadores							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Desarenadores							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Canal de salida de desarenadores							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Clasificador de arenas							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Contenedor arenas							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Pozo bombeo de grasas							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Concentrador de grasas							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Contenedor grasas							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Pozo bombeo vaciados							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Zona de trabajo							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
sub-total							0	0	0									0			0
<b>BOMBEO DE AGUA PRETRATADA</b>																					
Bombeo de agua pretratada							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Bombeo vaciados biológico							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
sub-total							0	0	0									0			0
<b>TRATAMIENTO PRIMARIO</b>																					
Canales de entrada							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Sedipacs-plano de agua							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Sedipacs-canales recogida de agua							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Sedipacs-zona de flotantes							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Zona de trabajo							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
Galería Sedipacs							0	0	0				0	0	0	0		0	0,00		0
sub-total		0	0				0	0	0									0			0
							entrada a tratamiento														
TOTAL							0	0	0	0	0	0									0

En el ejemplo propuesto se diseña el sistema de extracción de aire de una línea de tratamiento de agua en la cual se han identificado las siguientes áreas a desodorizar: zona de desbaste, desarenado-desengrase, elevación de agua pre-tratada y tratamiento primario.

En cada una de las áreas a desodorizar se identifican todos los posibles focos emisores de olor, asignando al final del cálculo un caudal de aire a extraer a cada uno de ellos.

Así, dentro del desarenado-desengrase, se han identificado los 11 focos emisores de olor indicados en la tabla 2. Se ha incluido la propia área de trabajo como una zona de extracción de aire.

En el área de elevación de agua pre-tratada existen dos zonas de emisión de olor.

El inventario de focos emisores se completa clasificando cada una de las zonas de emisión, en función del límite de concentración elegido, y calculando la superficie de emisión de olor y el volumen correspondientes a cada zona

A continuación, se asignan flujos específicos, por unidad de superficie, a cada foco emisor y se calculan los flujos máxicos de contaminantes que deben extraerse de cada zona. La suma de todos los flujos máxicos define la contaminación total a eliminar en el sistema de tratamiento de olores



Tabla 3

ZONA DE LOCALIZACIÓN	Conc. Max	Superficie contaminante m <sup>2</sup>	Volumen m <sup>3</sup>	Flujos superficiales mg/m <sup>2</sup> .h			Flujos masicos mg/h		
				H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3
<b>DESARENADO-DESENGRASE</b>									
Canal de entrada de agua	C1	17	12	30,0	12,0	10,0	495	198	165
Canal de reparto a desarenadores	C1	28	20	30,0	12,0	10,0	840	336	280
Desarenadores	VME	345	1311	80,0	10,0	15,0	27.600	3.450	5.175
Canal de salida de desarenadores	C1	70	49	30,0	12,0	10,0	2.100	840	700
Clasificador de arenas	VME	5	26	10,0	0,5	0,0	45	2	0
Contenedor arenas	VME	2	12	10,0	0,5	0,0	20	1	0
Pozo bombeo de grasas	C1	3	5	300,0	20,0	10,0	900	60	30
Concentrador de grasas	VME	5	26	50,0	2,0	3,0	225	9	14
Contenedor grasas	VME	2	12	50,0	2,0	3,0	100	4	6
Pozo bombeo vaciados	C1	3	5	10,0	0,5	0,0	30	2	0
Zona de trabajo	VME	128	740	1,8	0,6	0,5	230	77	64
sub-total		606	2.215				32.585	4.978	6.433
<b>BOMBEO DE AGUA PRETRATADA</b>									
Bombeo de agua pretratada	C1	81	89	30,0	12,0	10,0	2.430	972	810
Bombeo vaciados biológico	C1	3	5	10,0	0,5	0,0	30	2	0
sub-total		84	94				2.460	974	810
							<b>entrada a tratamiento</b>		
<b>TOTAL</b>							<b>32.585</b>	<b>4.978</b>	<b>6.433</b>

Seguidamente, para las concentraciones máximas adoptadas en cada zona, se calcula el caudal de extracción de aire que le correspondería a cada elemento contaminante y se selecciona el caudal máximo de los tres valores calculados.

En función del sistema de captación de aire elegido, extracción simple o extracción más soplado, se fija un coeficiente de homogeneidad y se calcula el caudal de aire teórico a extraer de cada zona, resultando los valores que aparecen en la tabla 4.

En este ejemplo, se ha previsto inyección forzada de aire en toda la zona de desarenado y en el pozo de bombeo de agua pretratada. En el resto de las zonas se considera extracción simple.

Tabla 4

ZONA DE LOCALIZACIÓN	Conc. Max	Superficie contaminante m <sup>2</sup>	Volumen m <sup>3</sup>	Flujos superficiales mg/m <sup>2</sup> .h			Flujos masicos mg/h			Concentración deseada mg/m <sup>3</sup>			Extracción					
				H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3	Caudal de extracción para cada elemento m <sup>3</sup> /h			Cof. Homog.	Caudal Qp teórico m <sup>3</sup> /h	
													H2S	R-SH	NH3			
<b>DESARENADO-DESENGRASE</b>																		
Canal de entrada de agua	C1	17	12	30,0	12,0	10,0	495	198	165	25	2,5	50	20	79	3	79	3	238
Canal de reparto a desarenadores	C1	28	20	30,0	12,0	10,0	840	336	280	25	2,5	50	34	134	6	134	3	403
Desarenadores	VME	345	1311	80,0	10,0	15,0	27.600	3.450	5.175	7	1	18	3.943	3.450	288	3.943	1,5	5.914
Canal de salida de desarenadores	C1	70	49	30,0	12,0	10,0	2.100	840	700	25	2,5	50	84	336	14	336	3	1.008
Clasificador de arenas	VME	5	26	10,0	0,5	0,0	45	2	0	7	1	18	6	2	0	6	1,5	10
Contenedor arenas	VME	2	12	10,0	0,5	0,0	20	1	0	7	1	18	3	1	0	3	1,5	4
Pozo bombeo de grasas	C1	3	5	300,0	20,0	10,0	900	60	30	25	2,5	50	36	24	1	36	3	108
Concentrador de grasas	VME	5	26	50,0	2,0	3,0	225	9	14	7	1	18	32	9	1	32	1,5	48
Contenedor grasas	VME	2	12	50,0	2,0	3,0	100	4	6	7	1	18	14	4	0	14	1,5	21
Pozo bombeo vaciados	C1	3	5	10,0	0,5	0,0	30	2	0	25	2,5	50	1	1	0	1	3	4
Zona de trabajo	VME	128	740	1,8	0,6	0,5	230	77	64	7	1	18	33	77	4	77	1,5	115
sub-total		606	2.215				32.585	4.978	6.433									7.873
<b>BOMBEO DE AGUA PRETRATADA</b>																		
Bombeo de agua pretratada	C1	81	89	30,0	12,0	10,0	2.430	972	810	25	2,5	50	97	389	16	389	1,5	583
Bombeo vaciados biológico	C1	3	5	10,0	0,5	0,0	30	2	0	25	2,5	50	1	1	0	1	3	4
sub-total		84	94				2.460	974	810									587
							<b>entrada a tratamiento</b>											
<b>TOTAL</b>							<b>32.585</b>	<b>4.978</b>	<b>6.433</b>	<b>2,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>						

Finalmente, después de verificar el número de renovaciones/hora resultante en cada zona, se incrementa la tasa de renovación del aire para llegar a una tasa mínimo, cuando se considere necesario por razones de ventilación, y se calculan los caudales reales de extracción de aire.

En las zonas en las que se haya considerado inyección forzada del aire, los caudales de soplado son el 80 % del caudal de extracción.

Tabla 5

ZONA DE LOCALIZACIÓN	Conc. Max	Superficie contaminante m <sup>2</sup>	Volumen m <sup>3</sup>	Flujos									Extracción						Caudales adoptados				
				Flujos superficiales mg/m <sup>2</sup> .h			Flujos masicos mg/h			Concentración deseada mg/m <sup>3</sup>			Caudal de extracción para cada elemento m <sup>3</sup> /h		Caudal máximo m <sup>3</sup> /h	Coef. Homog. Kh	Caudal Qp teórico m <sup>3</sup> /h	Trvt calculado 1/h	Trvt elegido 1/h	Caudal de soplado m <sup>3</sup> /h	Caudal de extracción m <sup>3</sup> /h		
				H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH	NH3	H2S	R-SH
<b>DESARENADO-DESENGRASE</b>																							
Canal de entrada de agua	C1	17	12	30,0	12,0	10,0	495	198	165	25	2,5	50	20	79	3	79	3	238	20,57	20,6		300	
Canal de reparto a desarenadores	C1	28	20	30,0	12,0	10,0	840	336	280	25	2,5	50	34	134	6	134	3	403	20,57	20,6		500	
Desarenadores	VME	345	1311	80,0	10,0	15,0	27.600	3.450	5.175	7	1	18	3.943	3.450	288	3.943	1,5	5.914	4,51	5,0	5280,0	6.600	
Canal de salida de desarenadores	C1	70	49	30,0	12,0	10,0	2.100	840	700	25	2,5	50	84	336	14	336	3	1.008	20,57	20,6		1.100	
Clasificador de arenas	VME	5	26	10,0	0,5	0,0	45	2	0	7	1	18	6	2	0	6	1,5	10	0,37	5,0	160,0	200	
Contenedor arenas	VME	2	12	10,0	0,5	0,0	20	1	0	7	1	18	3	1	0	3	1,5	4	0,37	5,0	80,0	100	
Pozo bombeo de grasas	C1	3	5	300,0	20,0	10,0	900	60	30	25	2,5	50	36	24	1	36	3	108	24,00	24,0		200	
Concentrador de grasas	VME	5	26	50,0	2,0	3,0	225	9	14	7	1	18	32	9	1	32	1,5	48	1,85	5,0	160,0	200	
Contenedor grasas	VME	2	12	50,0	2,0	3,0	100	4	6	7	1	18	14	4	0	14	1,5	21	1,85	5,0	80,0	100	
Pozo bombeo vaciados	C1	3	5	10,0	0,5	0,0	30	2	0	25	2,5	50	1	1	0	1	3	4	0,80	3,0		100	
Zona de trabajo	VME	128	740	1,8	0,6	0,5	230	77	64	7	1	18	33	77	4	77	1,5	115	0,16	5,0	2960,0	3.700	
sub-total		606	2.215				32.585	4.978	6.433									7.873			8.720	13.100	
<b>BOMBEO DE AGUA PRETRATADA</b>																							
Bombeo de agua pretratada	C1	81	89	30,0	12,0	10,0	2.430	972	810	25	2,5	50	97	389	16	389	1,5	583	6,55	6,55	480,0	600	
Bombeo vaciados biológico	C1	3	5	10,0	0,5	0,0	30	2	0	25	2,5	50	1	1	0	1	3	4	0,80	3,0		100	
sub-total		84	94				2.460	974	810									587			480	700	
<b>entrada a tratamiento</b>																							
TOTAL							32.585	4.978	6.433	2,5	0,4	0,5										13.100	

Es importante destacar que las tasas de renovación del aire calculadas por este método son, en general, muy diferentes del valor estándar de 8 o 10 renovaciones /h adoptado normalmente como criterio de diseño, pudiendo resultar mayor o menor en función de los flujos contaminantes emitidos. En el ejemplo propuesto, en la zona de desarenado-desengrase, se ve que en todos los canales cubiertos se requiere una tasa de renovación mucho más elevada. En cambio, en las zonas habituales del trabajo, con una adecuada distribución del aire de entrada, se requiere una tasa de renovación mucho menor.

Si se realiza este mismo cálculo por el sistema tradicional, es decir, considerando solamente la tasa de renovación de aire de 8 a 10 renovaciones /hora, el caudal de aire resultante en el área de desarenado-desengrase sería de unos 17 600 a 22 000 m<sup>3</sup>/h. Esto es entre un 34 % y un 67 % del caudal de aire que realmente se requiere extraer por la contaminación generada y las condiciones de ventilación.

## OTROS ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN EL DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DE AIRE

La metodología de cálculo propuesta permite evaluar los caudales de aire a extraer de cada una de las zonas a desodorizar, en función de los contaminantes olfativos que se emiten en cada una de ellas, considerando a la vez unas necesidades mínimas de ventilación. Pero también pueden existir otros criterios de diseño que podrían llegar a ser relevantes en el cálculo de los caudales de aire a extraer de cada zona.

Un aspecto importante, y muy pocas veces considerado en el diseño, es el control del nivel de humedad en el interior de las salas de cara a evitar condensaciones y a reducir el riesgo de corrosión. En algunos casos el control del nivel de humedad no solo condiciona el caudal de aire a extraer, sino que puede requerir equipos complementarios para regular temperatura y deshumidificar el aire.

Otra condición de diseño bastante habitual en el cálculo de los caudales de aire a extraer de algunas zonas es la temperatura en el interior de las salas para evitar el sobrecalentamiento de los equipos. En algunos casos, (por ejemplo, en un secado térmico) se trata de un aire contaminado que necesariamente debe enviarse al sistema de tratamiento de olores. En este caso, en el cálculo del caudal de aire, deben considerarse las dos condiciones (contaminación a evacuar y temperatura) y elegir la más desfavorable.

Un tercer aspecto que tampoco debe olvidarse son las condiciones de confort de las personas en las zonas de trabajo y el cumplimiento de la normativa vigente.

Finalmente, en algunos casos, es necesario tener en cuenta el aire aportado por los propios procesos que, por ser aire contaminado, necesariamente deben enviarse al sistema de tratamiento de olores. Este es el caso de un secado térmico o de un proceso biológico cubierto.

## CONCLUSIONES

En las modernas instalaciones de desodorización es importante garantizar la eficacia del sistema de ventilación en cada zona de la planta depuradora, ya que una sola zona que presente deficiencias de operación puede hacer que el objetivo global de desodorización no se cumpla. La metodología de SUEZ para cálculo del sistema de captación de aire permite adaptar los caudales extraídos a las contaminaciones olfativas que se generan lo cual es importante de cara a garantizar la eficacia del sistema en cada una de las zonas a desodorizar.

La existencia de una base de datos con los flujos específicos de contaminantes olfativos asociados a cada proceso de tratamiento de agua o de fangos permite calcular, en fase de diseño y con una precisión razonable, los flujos de contaminantes que se van a generar en la futura instalación y dimensionar adecuadamente las instalaciones de captación de aire y de tratamiento de olores.

Es importante fijar unas concentraciones máximas de contaminantes en el interior de cada una de las zonas a desodorizar para garantizar la seguridad y confort de las personas y para proteger los materiales y los equipos.

Los caudales de extracción calculados por este método están optimizados para cada zona resultando, normalmente, un caudal de aire menor que si se calculase considerando solo el número de renovaciones/hora. Por tanto, el método de cálculo degremont® permite optimizar los caudales de aire extraídos, lo que se traduce en una optimización del tamaño de la instalación (optimización del CAPEX) y en un menor consumo energético (optimización del OPEX).

EL cálculo del aire basado en la contaminación aportada por cada foco emisor permite dotar al sistema de una mayor flexibilidad, ya que, si se prevén los sistemas de regulación necesarios, es relativamente sencillo predecir y adaptar, en cada momento, los caudales de extracción de aire al número de líneas o número de equipos en servicio, con el consiguiente ahorro en costos de operación.

En definitiva, la metodología degremont® presentada se traduce en una optimización del diseño de la instalación de captación de aire que permite, al mismo tiempo, optimizar los resultados del tratamiento y minimizar los costes de operación.

## CONTACTO

Marcos Villamediana  
SUEZ Treatment Solutions, SAL  
Calle Ibarrekolanda, 19. 48015 Bilbao (Bizkaia)  
Tfno: 944 763 800  
marcos.villamediana@suez.com

