



---

## Documento del Grupo de Trabajo de Conama 2012

**ENTIDAD COORGANIZADORA: COLEGIO DE QUÍMICOS DE MADRID**

### **PARTICIPANTES**

**Coordinador:**

**Antonio Iglesias García**

**Relatores:**

**Luis Pertejo Castaño,  
Gloria Sánchez Santos**

**Colaboradores técnicos:**

**José Juan Castro  
Isabel del Campo  
Elena Veza Martínez  
Carlos Romero Batallán  
José Manuel García Torres  
Marcos Gutiérrez  
Alberto Urtiaga de Vivar Frontelo**

## **ÍNDICE DEL DOCUMENTO**

- 1. MARCO LEGISLATIVO DE LA REGULACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ODORÍFERA**
  - 1.1. Exigencia social**
- 2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN ODORÍFERA**
  - 2.1. Área Metropolitana de Barcelona**
    - 2.1.1. Problemática de olores en residuos del Área Metropolitana de Barcelona**
    - 2.1.2. Problemática de olores en residuos del Área Metroplotana de Barcelona**
      - 2.1.2.1. Antecedentes**
      - 2.1.2.2. Objetivos**
      - 2.1.2.3. Focos de olor en plantas de tratamiento de residuos**

- 2.1.2.4. Estaciones meteorológicas
- 2.1.2.5. Programas de minimización de impacto odorífero
- 2.1.2.6. Identificación de trazadores

## **2.2. Comunidad de Madrid**

- 2.2.1. Principales fuentes de emisión
- 2.2.2. Conclusiones

## **2.3. Principado de Asturias**

## **2.4. Otras regiones**

## **2.5. Conclusiones**

## **3. QUEJAS Y DENUNCIAS**

- 3.1. Comunidad de Madrid
- 3.2. Otras regiones

## **4. TÉCNICAS ANALÍTICAS DE DETERMINACIÓN DE OLORES**

### **4.1. Técnicas sensoriales**

- 4.1.1. Olfatometría dinámica de laboratorio
- 4.1.2. Olfatometría dinámica de campo

### **4.2. Técnicas de análisis químico**

### **4.3. Narices electrónicas**

- 4.3.1. Nariz humana y nariz electrónica
- 4.3.2. Configuración de una nariz electrónica
- 4.3.3 Principios de funcionamiento

### **4.4. Estudio comparativo entre las técnicas de caracterización y control de olores**

## **5. LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE MÉTODOS: UNA NECESIDAD EN LA CALIDAD DE LAS MEDIDAS ANALÍTICAS DE OLORES**

## **6. CONCLUSIONES FINALES**

## **RESUMEN**

El presente trabajo aborda la problemática de los malos olores en España en sus aspectos sociales, legislativos y técnicos. Se lleva a cabo una descripción geográfica de esta problemática, centrada principalmente en Barcelona y Madrid, y se estudian los problemas específicos de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR), de gestión de residuos e industrias especialmente contaminantes tales como mataderos de aves y almazaras. Se refleja el estado de opinión pública sobre la contaminación odorífera a través de las numerosas y frecuentes quejas que se producen por este motivo.

Se ponen al día las técnicas analíticas disponibles para el análisis de olores realizando el estudio comparativo de las mismas.

Las conclusiones del Grupo de Trabajo han sido fruto de un interesante debate a la luz de las ponencias presentadas y ponen de manifiesto la necesidad de que las distintas Administraciones eleven a rango de Ley las normativas esbozadas en el Borrador de Anteproyecto de Ley de la Generalitat de Catalunya, junto con la propuesta de establecer una normativa para la olfatometría de campo complementando en su caso este tipo de medidas con las de análisis químico por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.

## **OBJETIVOS**

1. Destacar la importancia social que supone para la población el disfrutar de una atmósfera exenta de olores desagradables.

Para ello se hace necesario valorar el estado actual de las técnicas analíticas, especialmente la olfatometría, con vistas a la determinación en campo del impacto ambiental odorífero, poniendo de manifiesto la necesidad del aseguramiento de la calidad en la toma de muestras en emisión, y de la acreditación a través de ejercicios de comparación interlaboratorio, a fin de optimizar la aplicación efectiva de la norma UNE-EN 13725, que regula la emisión, y en que se basa el Borrador de Cataluña, para que, de este modo, se pueda proponer como pauta con vistas a adaptarlo a una futura legislación básica del Estado y de otras legislaciones autonómicas.

2. Dentro de este contexto se valorará el alcance de la aplicación de modelos matemáticos de dispersión a los resultados obtenidos en emisión para la obtención de valores en inmisión, comparando estos resultados con los que se obtienen por medidas del impacto mediante inspecciones de campo y medidas de la frecuencia de olor en campo mediante la norma alemana VDI3940 o utilizando medidores en inmisión como el Nasal Ranger u otros olfatómetros portátiles. Este objetivo cabe perfectamente dentro de la previsión que abre el punto 3 del Anexo 2, B, Metodología para determinar los valores de inmisión de olor generados por una actividad o infraestructura, del referido Borrador de Anteproyecto de Ley de Calidad Odorífera en su versión de febrero de 2010.
3. Aspecto ineludible dentro de nuestros objetivos lo constituyen las consideraciones sobre Jurisprudencia y legislación en relación con la Contaminación Odorífera.

Se expondrá el estado actual de los avances realizados en diversas comunidades autónomas españolas, y en otros países, desde CONAMA 10.

**CONTENIDO DEL DOCUMENTO****1. MARCO LEGISLATIVO DE LA REGULACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ODORÍFERA****1.1. Exigencia social (Iglesias García, A ; 2012)**

La importancia de los olores, en términos humanos, está relacionada primeramente con la tensión psicológica que originan más que con el daño físico que producen al organismo, salvo los que son producidos por compuestos tóxicos además de odoríferos. Los olores molestos pueden disminuir el apetito, inducir a menores consumos de agua, provocar mareos y vómitos, y dificultar la respiración en algunos casos, llegando también a provocar perturbaciones de tipo psicológico. En situaciones extremas los olores desagradables pueden conducir al deterioro de la dignidad personal y comunitaria, a interferir en las relaciones humanas, desincentivar la inversión de capital, hacer descender el nivel socioeconómico y detener el crecimiento. Estos problemas pueden tener como resultado una disminución de los valores de las rentas y del mercado de las propiedades, de los ingresos por impuestos y de las ventas.

Es bien notoria la exigencia, por parte de la población, de unas condiciones de vida cada vez más sanas y confortables dentro de esta a la que conocemos como sociedad del bienestar. Los poderes públicos tratan de dar respuesta a tales exigencias mediante la elaboración de leyes que recojan las demandas más perentorias de la sociedad.

Y en lo que se refiere a la contaminación atmosférica, en la Comunidad Europea, la Directiva 96/62/CE del Consejo, de 27 de septiembre de 1996, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, expone en su Anexo I una larga lista de contaminantes atmosféricos que deben ser tenidos en cuenta por sus efectos nocivos para la salud, pero no se hace mención de las molestias causadas por las moléculas odoríferas. De manera análoga ha venido sucediendo en la legislación española con la Ley 38/1972.

Posterior a ella es la Ley 7/1994 de Protección Ambiental que señala diversos contaminantes atmosféricos pero ninguno de ellos es contaminante odorífero.

En la última década del siglo XX la legislación se ha extendido más allá de la salud al confort, aunque a menudo estos dos conceptos deberían formar un binomio inseparable.

Existen aspectos de este binomio que han obtenido una respuesta urgente por parte de las distintas administraciones como es el caso de los ruidos. Al hilo de esta sensibilización hacia los ruidos, se aprobó en el año 2007 (Consejo de Ministros de 19 de octubre de 2007) el Reglamento del Ruido que completa el desarrollo de la Ley del Ruido 37/2003.

Resulta difícil de comprender que todavía (2012) no exista una legislación específica (comunitaria, estatal, autonómica, municipal) sobre malos olores, a pesar de las numerosas y frecuentes quejas que se registran sobre este tipo de contaminación atmosférica; mientras que sí existen leyes sobre contaminación acústica, sobre vibraciones y sobre radiaciones. A lo más que han llegado las Administraciones ha sido a la regulación de emisiones de moléculas odoríferas pero atendiendo al carácter tóxico de algunas de ellas, más que a su carácter de molestia olfativa con fines de seguridad e higiene en recintos de trabajo y a las molestias que causan en zonas pobladas <sup>(1)</sup> sin que estas molestias, empero, hayan sido reguladas por Ley.

## **1.2. Marco legal para la prevención y el control de olores.**

Sin embargo, desde el punto de vista legislativo, no es sino en el año 2005 cuando aparece el primer documento enfocado hacia la implantación de una Ley. Se trata del Borrador de Anteproyecto de Ley contra la contaminación odorífera del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya. Viene impulsado este Borrador por la preocupación existente en varios ayuntamientos de poblaciones industriales, como Banyoles (Girona), o Lliçà de Vall (Lleida) ante las numerosas y crecientes quejas que se presentaban por parte de la ciudadanía a causa de malos olores.

El carácter de este anteproyecto de Ley es de índole preventiva y tiene como objeto establecer unas condiciones mínimas que garanticen el desarrollo normal de las actividades e infraestructuras, respetando la calidad odorífera de su entorno.

<sup>1</sup> Reales Decretos 5665/1997; 1124/2000 y 349/2003 sobre agentes cancerígenos por inhalación.

Hasta la elaboración del Anteproyecto de Ley del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña, la normativa en España en cuanto a contaminación odorífera ha sido inexistente, hasta el punto de que la única normativa que se ha venido aplicando, cuando el caso lo ha requerido, ha sido el Reglamento de Actividades Molestas Insalubres y Peligrosas, de 1961 (RAMINP), que aún con posterioridad a la Ley 34/2007, de 15 de diciembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, mantiene su vigencia en aquellas comunidades (Hernaiz, GC 2010) y ciudades autónomas que no tienen normativa aprobada en la materia, en tanto no se dicte normativa, tal y como establece dicha Ley. (Todavía en los últimos años se han dictado en España 57 sentencias por molestias de olores mediante la aplicación del RAMINP). Aún sin la existencia de una legislación específica para la reglamentación de molestias olfativas, las primeras consideraciones sobre Jurisprudencia refieren un total de 201 sentencias del Tribunal Supremo (Hernaiz, GC 2010) (31 Penal; 31 Civil; 139 Contencioso-Administrativo) y 5 del Tribunal Europeo de Derechos Humanos. Muchas de estas sentencias se han basado, mediante criterios jurídicos, en la vulneración de derechos constitucionales, sin haberse podido apoyar en criterios científicos basados en valores objetivos medibles fruto de una reglamentación. Por esta razón, se comprende la necesidad de una Ley que regule las molestias olfativas basada en los parámetros de emisión que define la norma UNE - 13725:2004, que se pueden medir de forma objetiva, y que permiten calcular de manera estimada y aplicando modelos de dispersión los valores de inmisión.

Debe ser tenida en cuenta, con especial atención, la Olfatometría de Campo que posibilita la determinación de características del olor en inmisión que no determina la aplicación conjunta de la norma UNE - 13725:2004 según veremos más adelante.

Basada en numerosas experiencias, la firma Socioingeniería, S.L.<sup>2</sup> habría sentado las bases para la elaboración de una norma española de olfatometría de campo, que se basa en la sensibilidad olfativa al n-butanol, lo que posibilita la calibración, y en la intercomparación de medidas de campo.

Por otra parte, la importancia de la contaminación odorífera de cara al impacto ambiental explica el que deba ser tenida en cuenta en las Declaraciones de Impacto Ambiental (D.I.A.) y en su caso las Autorizaciones Ambientales Integradas (A.A.I.)

---

<sup>2</sup> Cid Montañés, J. Malos olores en aire interior y exterior: Olfatometría Dinámica de Campo, CONAMA 11.

Durante los cinco últimos años, los proyectos de construcción de estaciones depuradoras de aguas residuales, dentro del capítulo de control de la generación y del tratamiento de olores, hacen referencia explícita a las medidas olfatómicas, especificando los valores de inmisión objetivo en términos de unidades europeas de olor por metro cúbico ( $uo_E/m^3$ ), que fija el ya citado Borrador de anteproyecto de Ley contra la contaminación odorífera emitido por la Direcció General de Qualitat Ambiental de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya (2005).

**La inclusión de nuevos conceptos - valores de inmisión objetivo y, concentración de olor expresada en unidades europeas de olor por metro cúbico - y su cuantificación -, que vienen definidos en la norma EN UNE 13725:2003, en la que se basa la olfatometría dinámica, motivan que esta técnica de análisis sensorial deba ser considerada de manera insoslayable en todo estudio actual sobre contaminación ambiental por olores.**

En España, la Ley 20/2009, de 4 de diciembre, de Prevención y control ambiental de las actividades se inspira en criterios definidos por la Directiva 96/61/CE, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y control integrados de la contaminación, denominada Directiva IPPC [DOCE, 1996]. Esta directiva somete a las actividades con un elevado potencial de contaminación a controlar entre otros aspectos ambientales la contaminación odorífera producida en sus procesos.

Así, para obtener una autorización o licencia ambiental según la mencionada Ley, las empresas han de cumplir una serie de obligaciones fundamentales como, por ejemplo, la aplicación de todas las medidas adecuadas de lucha contra la contaminación odorífera, en particular las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) están recogidas en los documentos de Referencia (BREF) aprobados para cada sector por la Comisión Europea [EC, 2006], no obstante, a menudo presentan una falta de información en relación con la gestión de olores.

En Cataluña se viene aplicando - en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR's) y vertederos<sup>3</sup>- los límites establecidos en 3, 5 y 7  $uo_E/m^3$  contemplados en el anteproyecto de Ley de la Calidad Odorífera presentado por el gobierno de la Generalitat de Catalunya en 2005, el cual no se ha elevado a rango de Ley. Los criterios del citado anteproyecto también se aplican en otras comunidades

<sup>3</sup> La competencia en materia de olores es de los Ayuntamientos municipales, para el caso de las plantas de tratamiento de residuos. En algunos casos, se están aplicando límites mucho más estrictos que los que aparecen en el borrador de anteproyecto de Ley, p.ej. 1  $uo_E/m^3$



como Andalucía, Valencia, Galicia y Murcia. Sin embargo hace falta que se proceda a la normalización de los criterios citados por parte de los parlamentos a través de su aprobación para regularizar una situación que se hace insostenible ante el elevado número de quejas, y consiguientes litigios judiciales hasta el momento.

Por otra parte, cabe señalar que existen normativas específicas a nivel estatal para determinadas industrias. Así, por ejemplo, el RD 324/2000 de 3 de marzo establece las normas básicas de ordenación de las explotaciones ganaderas, según la cual, para las explotaciones porcinas se impone respetar distancias mínimas de ubicación. Asimismo, la norma CE 166/2006 (18/01/2006) del Registro Europeo de emisiones de contaminación, en su Anexo II fija el umbral de emisiones

Por otra parte, las principales fuentes de emisión que afectan de forma general a las instalaciones existentes en Madrid son objeto de aplicación de la Ley 16/2002, como se ha señalado anteriormente. El Reglamento (CE) nº 1774/2002, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 3 de octubre, establece las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano. Existen medidas complementarias de protección ambiental para garantizar el cumplimiento de lo establecido en la referida Ley 16/2002 de 1 de junio, de prevención y control integrados de la contaminación.

Dentro de la Jurisprudencia y legislación en relación con la Contaminación Odorífera, es la Directiva 96/61/CE, o Directiva IPPC (DOCE 1996) somete a autorización a las actividades industriales y agrícolas con un elevado potencial de contaminación para la prevención y control integrados de la contaminación.

Muchas administraciones ambientales en España exigen para evaluar el impacto de nuevas actividades o de la expansión de las existentes, la toma de muestras en los focos con la UNE-EN 13725 y la modelización posterior, debiendo demostrar que no existe un impacto odorífero adicional. También se impone la utilización de esta metodología en los concursos de adjudicación de explotación de EDARs.

En la Resolución que modifica de oficio la Autorización Ambiental Integrada (AAI) de una planta integral de tratamiento de residuos se establece respecto a los olores lo siguiente:

“Cuando el órgano competente, y ante denuncias evidentes, lo considere necesario, podrá requerir al titular de la explotación la realización de una evaluación

de la molestia por los olores que genera, mediante la medición de las unidades de olor, de acuerdo con la norma UNE-EN 13725, u otra norma acreditada, limitándoles, en las zonas residenciales de afección, el percentil 98 de las medias horarias a lo largo de un año, a **5 uo<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>** (unidades de olor europeas)”.

Dado que en España no existe ninguna normativa con rango de ley que regule la contaminación olfativa en inmisión, para valorar el impacto odorífero se utilizan las referencias actualizadas más avanzadas en dos categorías de valoración: **mediciones olfatómicas (D/T) y promedios olfatómicos temporales (percentiles)**.

El Departamento de Sostenibilidad y Territorio, la Agencia Catalana del Agua y la Agencia de Residuos de Cataluña reconocen a la olfatometría de campo para medir olores en inmisión. La Generalitat Valenciana la recomienda en diversas guías técnicas para evaluar el impacto odorífero de las explotaciones ganaderas pero también se ha utilizado exitosamente en diversos peritajes judiciales tanto en aire ambiente como en aire interior. En Murcia esta metodología ha servido de base para peritajes judiciales que han generado jurisprudencia condenando por inactividad a un Ayuntamiento.

Existen numerosos estudios sobre la cuantificación de olores en explotaciones industriales, empleando la olfatometría como técnica de medición. Sin embargo estos estudios no consideran la forma en que los olores le llegan al receptor y causan molestias debido a que estas son una percepción subjetiva de las personas.

Por otro lado, en muchas ocasiones, no existe conciencia del impacto que pueden producir los malos olores en la población cercana, que pueden llegar incluso a suponer un impedimento para la economía de la zona al dificultar la implantación de otras actividades como el turismo rural. Paradójicamente, en cierto tipo de industrias, como la olivarera, la población acepta de buen grado el olor a aceite que se extiende por todo el entorno, ya que lo consideran bastante tolerable y los ciudadanos están acostumbrados desde siempre a este *olor ambiental* (dejando de ser considerado como mal olor), es temporal (campañas de 3 o 4 meses al año), y sobre todo es una industria proporciona empleo y trabajo seguro a gran parte de la población. Todo ello influye en que las técnicas de reducción de malos olores no sean llevadas a la práctica.

## **2. FUENTES DE CONTAMINACIÓN ODORÍFERA**

Se estudian a continuación las diferentes fuentes de Contaminación Odorífera que se registran en España. Son características de cada región y de cada tipo de instalación industrial o de obras públicas.

### **2.1. Área Metropolitana de Barcelona**

Área Metropolitana de Barcelona (AMB), creada por la Ley 31/2010, del 3 de agosto, de la Área Metropolitana es la nueva organización territorial de la conurbación que forma Barcelona y 35 municipios de su entorno más próximo que sustituye a las tres entidades metropolitanas que existían (Mancomunidad de Municipios de la Área Metropolitana de Barcelona, Entidad del Medio Ambiente y Entidad Metropolitana del Transporte) con las competencias transferidas y adquiriendo nuevas competencias.

Se estudia la problemática de olores en las estaciones de tratamiento de aguas residuales (EDAR) y en el tratamiento de residuos.

#### **2.1.1. Problemática de olores en las estaciones de tratamiento de aguas residuales (EDAR).**

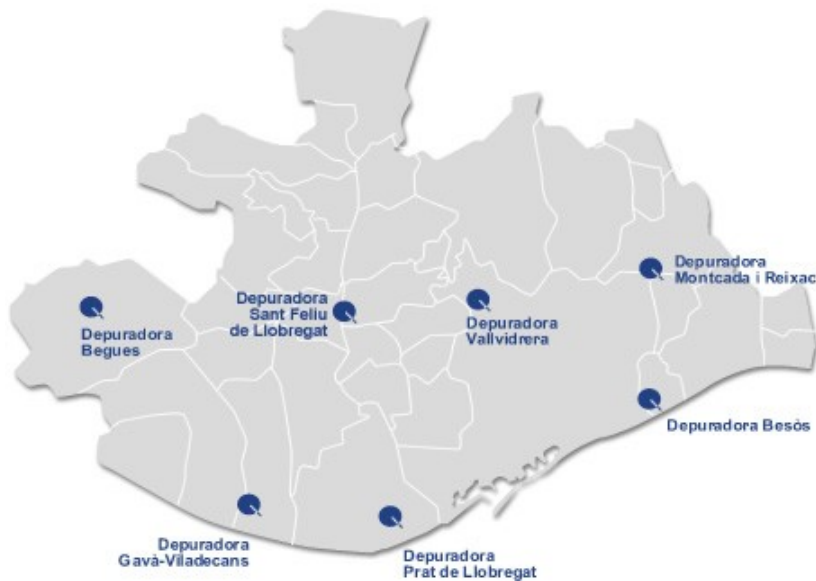
El territorio metropolitano tiene una extensión de 636 km<sup>2</sup>, en ella existen 7090 actividades industriales de las cuales, según últimos datos las de mayor implantación en el territorio son las de los sectores de metalurgia, reparación de vehículos, gasolineras, químicas, gráficas y alimentarias. Estas actividades son sometidas a controles en el sector aguas residuales dado que el destino final de sus vertidos son las EDAR's gestionadas por AMB. Teniendo en consideración estos datos, se ha procedido a interrelacionar estas cifras con las actividades contempladas en el anteproyecto de Ley de contaminación odorífera como potencialmente contaminantes respecto olores teniendo en cuenta las actividades que disponen de depuradoras privadas, otros sistemas de tratamiento de las aguas residuales producidas y las que no disponen de tratamiento alguno. Los resultados obtenidos reafirman la necesidad de regularizar la situación para conocer la situación real y actual en nuestro territorio, gestionar la implantación de nuevas actividades en ubicaciones concretas en función de la tipología de sector y las emisiones producidas respecto olores, gestión e identificación de quejas de

olores para una rápida actuación y evitar o paliar la repetición de la situación y las posibles molestas causadas a los ciudadanos, al entorno inmediato y al medio ambiente.

Como Administración responsable con el medio ambiente, se está procediendo a realizar protocolos de actuación para el control de los olores en las EDAR's, así como certificación de personal como panelistas en olfatometría dinámica con la finalidad de realizar medidas como entidad acreditada, asegurar un correcto funcionamiento a nivel global de las instalaciones y dar un buen servicio a los ciudadanos. Además, se están estudiando nuevas líneas de actuación para facilitar a la sociedad los trámites de quejas por olores, de acuerdo con las exigencias actuales y las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) de gran aceptación y uso en la sociedad actual.

Las instalaciones de tratamiento de aguas gestionadas por AMB, no están sujetas a las figuras de intervención que establece la Ley 20/2009 ni a cualquier acto de control preventivo municipal, según artículo 84 de la Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las bases de regímenes locales, todo y que se controlan los índices establecidos en el anejo 2 del citado anteproyecto de Ley de contaminación odorífera.

Esta entidad, AMB, por su compromiso con el entorno y la sociedad, recogido en una de las competencias establecidas en la Ley 31/2010, la creación del Plan de Sostenibilidad Ambiental (PSAMB), el cual se está elaborando con diferentes metodologías en función de la tipología actividad y casuísticas para controlar las emisiones e inmisiones de olores según las metodologías establecidas en el punto 3 del Anexo 2.b del anteproyecto de ley de contaminación odorífera.

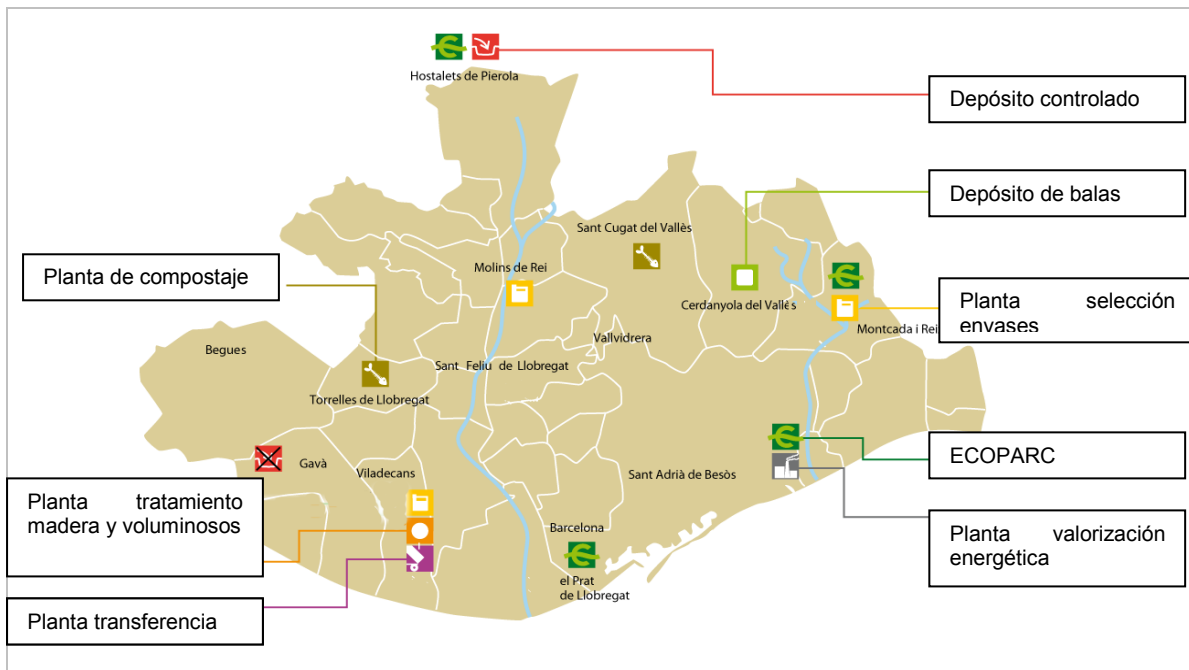


**Figura 1: Extensión territorial AMB y ubicación EDAR's gestionadas por AMB. Fuente: [www.amb.cat](http://www.amb.cat)**

## 2.1.2. Problemática de olores en residuos del área metropolitana de Barcelona

### 2.1.2.1. Antecedentes

El Programa Metropolitano de Gestión de Residuos Municipales (PMGRM) 2009-2016 se aprobó definitivamente por el Consejo Metropolitano, el 8 de octubre de 2009. En la actualidad dispone de 11 instalaciones para el tratamiento de los residuos municipales: 4 plantas de tratamiento mecánico biológico o ECOPARCs para el procesado de la materia orgánica procedente de la fracción orgánica seleccionada en origen, FORM, y la fracción orgánica de la fracción RESTO, 1 planta de trituración de madera y voluminosos, 2 plantas de selección de envases, 1 planta de valorización energética, 2 plantas de compostaje de la FORM y 1 planta de transferencia a otras instalaciones, esta última necesaria para la logística de distribución de residuos en el ámbito territorial.



**Figura 2<sup>4</sup>. Plantas de gestión y tratamiento de los residuos municipales en el Área Metropolitana de Barcelona.**

Cada una de las instalaciones anteriormente comentadas dispone de autorización o licencia medioambientales, de acuerdo a la Ley 20/2009, de prevención y control ambiental de las actividades (PCAA) que entró en vigor en agosto de 2010, momento en el que quedó derogada la Ley 3/98, de intervención integral de la Administración Ambiental (IIAA).

De todos modos, los criterios establecidos en cuanto a límites de emisión e inmisión en materia de olores a la atmosfera no son competencia en Cataluña de la Dirección General de Calidad Ambiental del Departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalitat de Cataluña, como sucede con las emisiones de contaminantes químicos a la atmosfera. Los límites y criterios de prevención de impacto odorífero establecidos en las infraestructuras del AMB son competencia de los propios Ayuntamientos.

<sup>4</sup> El depósito controlado que aparece en Hostalets de Pierola es de titularidad privada y el depósito de balas en estos momentos se encuentra en fase de clausura y restauración.

Es por ese motivo, que las instalaciones del Área Metropolitana de Barcelona disponen de condiciones a cumplir en materia de olor muy dispares en función de su ubicación, es decir del municipio al que pertenecen. Algunas disponen de limitaciones de concentración de olor en  $uo_E/m^3$  en el foco principal de emisión y de inmisión alrededor de la planta, en otras sólo hay limitación en  $uo_E/m^3$  en inmisión y otras disponen de condicionantes a cumplir en cuanto al rendimiento de su sistema de tratamiento de aires y limitaciones de concentración de olor en inmisión.

**Tabla 1.** Condiciones en materia de olores para cada una de las plantas de tratamiento mecánico biológico del AMB.

GESTORES RESIDUOS	DE	CLASIFICACIÓN <sup>5</sup>	CONDICIONES EN MATERIA DE OLORES
ECOPARC BARCELONA	DE	Anexo II.1 Licencia Ambiental	$\leq 1000 uo_E/m^3$ emisión en chimenea  $3 uo_E/m^3$ percentil 98 inmisión a 0,5Km alrededor instalación
ECOPARC BESÒS	DEL	Anexo II.1 Licencia Ambiental	Rto biofiltros >95% (existente)  Rto biofiltros >97% (nuevos)  $3 uo_E/m^3$ percentil 98 inmisión a 0,5Km alrededor instalación
ECOPARC DE LA MEDITERRÀNIA		Anexo II.1 Licencia Ambiental	Emisión <sup>6</sup> : PST 50 mg/Nm <sup>3</sup> , SO <sub>2</sub> 50 mg/Nm <sup>3</sup> , NO <sub>x</sub> 400 mg/Nm <sup>3</sup> , CO 50 mg/Nm <sup>3</sup> , COT 20 mgC/Nm <sup>3</sup>  $5 uo_E/m^3$ percentil 98 inmisión a 0,5Km alrededor instalación
ECOPARC (HOSTALETS PIEROLA)	4 DE	Anexo II.1 Licencia Ambiental	Emisión <sup>7</sup> : PST 50 mg/Nm <sup>3</sup> , H <sub>2</sub> S 5 mg/Nm <sup>3</sup> , NH <sub>3</sub> 30 mg/Nm <sup>3</sup>  Rto biofiltros >95%  <1 $uo_E/m^3$ percentil 98 inmisión en zonas urbanizadas, industriales y <1 $uo_E/m^3$ percentil 90 en zonas rurales

<sup>5</sup> La clasificación que aparece en la tabla corresponde a la Ley 3/1998, con la aplicación de la Ley 20/2009 el ECOPARC de Barcelona, del Besòs y de Hostalets de Pierola pasan a clasificarse como Anexo I.2 y el Ecoparc de la Mediterrània como Anexo II

<sup>6</sup> Valores referidos a un 11% en contenido de oxígeno y gas seco

<sup>7</sup> Valores referidos a T=273 K y P=101.3KPa y gas seco

### **2.1.2.2. Objetivo**

El objetivo del AMB es velar por la protección del medioambiente y la calidad del aire, evitando que las plantas de gestión de residuos municipales puedan generar molestias de carácter odorífero, dentro de esta sociedad avanzada del bienestar y cada vez más participativa.

En este sentido el AMB ha sido pionera en el Estado en implantar en sus instalaciones Programas de Minimización del Impacto Odorífero. Independientemente de los controles ambientales de cumplimiento obligatorio que dictan las autorizaciones y licencias para cada planta de tratamiento y que están englobados dentro de un Plan de Vigilancia Ambiental, es necesario un compromiso mayor por parte de los explotadores y responsables de la gestión de las plantas de residuos.

Los Programas de Minimización del Impacto Odorífero son sinónimos de la aplicación de un Manual de Buenas Prácticas para reducir quejas y en la medida de lo posible eliminarlas, siempre conscientes que el olor "0" en una planta de tratamiento de residuos es una utopía dadas las características físicas y químicas inherentes al material que estamos procesando: residuos municipales.

### **2.1.2.3. Focos de olor en plantas de tratamiento de residuos**

Los impactos por molestias de olor en el entorno de las instalaciones pueden ser causados por emisiones directas, emisiones fugitivas y emisiones difusas.

El poder identificar todos los focos de olor es básico para poder actuar en una actividad. Todos los procesos de las plantas de tratamiento de residuos generan olores en mayor o menor medida. El olor es un indicador de la presencia en el aire de gases i/o partículas.

La mayoría de las sustancias químicas huelen, aunque sus umbrales de olor son muy distintos entre sí y no siempre son identificados por toda la población, el transporte por acción del viento de partículas con sustancias químicas adsorbidas también es un mecanismo de emisión de olores.

Las plantas potencialmente generadoras de olor en el AMB son los ECOPARCs por la capacidad de tratamiento de residuos, de 245.000 t/a a 300.000 t/a, esto implica un continuo movimiento de entrada de camiones de descarga y de salida de camiones



con producto acabado, materiales recuperados y rechazo. Las instalaciones de tratamiento biológico son las causantes de olores intensas y desagradables: bioestabilizadores rotativos de la fracción RESTO, túneles de compostaje, biometanización en vía seca y vía húmeda de la fracción orgánica, afinado y almacenamiento del compost y bioestabilizado.

En menor medida también se generan olores en las plantas de compostaje de la fracción orgánica generada en origen, dado que en el caso del AMB el proceso está basado en descomposición y maduración en pilas en naves semi-cubiertas.

Otras plantas como las de selección de envases generan olores que a priori son agradables tales como a detergentes, bebidas refrescantes, etc.

A su vez una planta de tratamiento de madera y voluminosos puede transportar olores con la difusión en el entorno de las partículas que se generan en los procesos de trituración de estos materiales.

### **A) Emisiones directas**

Emisión de gases y/o partículas a la atmósfera exterior a través de un foco principal.

- **Chimeneas de desodorización**

Las chimeneas de desodorización son el principal foco de emisión de olor, pues canalizan el aire tratado procedente del interior de las naves y de equipos con extracción localizada. Las chimeneas emiten un caudal continuo que en el caso del AMB está entre los 100.000 m<sup>3</sup>/h y los 500.000 m<sup>3</sup>/h, en función de la instalación. La altura de las chimeneas ayuda a dispersar estas emisiones, oscilan entre los 25 a los 37m y en ese caso el penacho incide lejos de los alrededores de la planta de tratamiento.

Por ese motivo, los sistemas de tratamiento de olores que preceden a las chimeneas deben encontrarse en óptimas condiciones de operación, tanto los biofiltros como la oxidación térmica regenerativa (RTO) y todas las instalaciones auxiliares a éstas como pueden ser duchas ácidas y básicas y humidificadores.

Para el caso de las RTO, es importante mantener la temperatura correcta de los gases que garantizan la oxidación total de los compuestos con carga odorífera y mantener los intercambiadores cerámicos limpios, para reducir las pérdidas de carga y asegurar el caudal nominal de la instalación.

Es importante contemplar para casos de intervenciones de mantenimiento, que no deba pararse por completo el sistema de tratamiento de aires. Es decir, que las instalaciones dispongan de equipos doblados, que aunque no puedan tratar todo el aire, si permitan tratar una parte.

- **Motores de cogeneración**

En las plantas de biometanización la descomposición de la materia orgánica en digestores, mediante condiciones anaerobias, genera biogás que se utiliza como combustible en motores de cogeneración para producir energía.

La combustión del biogás provoca la emisión de gases contaminantes (PST, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S, etc.) que deben controlarse periódicamente en todos los gases de escape de los motores de cogeneración. Una buena combustión no debería generar problemas de olor, pero por el contrario un mal funcionamiento de los motores puede generar molestias.

- **Antorcha de biogás**

Las plantas de biometanización también disponen de antorchas de biogás, como dispositivos de seguridad para quemar biogás en caso de que este combustible presente unos niveles de concentración de H<sub>2</sub>S por encima de los permitidos en los motores de cogeneración, dado que el H<sub>2</sub>S es un gas muy corrosivo para los motores. Otro de los supuestos de uso de la antorcha de seguridad sería el paro de todos los motores de cogeneración, pues los gasómetros de las plantas actúan como un depósito regulador y homogeneizador del biogás, pero no presentan una alta capacidad de almacenaje.

La temperatura de la llama debe ser la adecuada para garantizar la combustión y la oxidación total del biogás. Se habrá de revisar periódicamente la instrumentación asociada. Generalmente, la temperatura será de 850°C.

## **B) Emisiones fugitivas**

Emisiones de gases y/o partículas descontroladas a la atmosfera exterior a través de ventanas, puertas, respiraderos y aberturas similares. También se incluyen en este grupo fugas en canalizaciones y cintas transportadoras.

- **Edificios**

En condiciones de sobrepresión se pueden producir fugas de olor por rendijas y oberturas en las naves de los edificios, a través de la fachada y las cubiertas.

Es primordial mantener las condiciones de depresión en las naves y calcular el número de renovaciones de manera que la calidad del ambiente interior sea aceptable para los trabajadores.

El diseño arquitectónico de las naves juega un papel importante y es necesario recalcar que debe estar más ligado a la funcionalidad que a la estética. Los edificios de tratamiento de residuos se deben mantener estancos, no debe haber rendijas en paredes, puertas, ventanas y cubiertas, y después de hacer uso por ejemplo de las puertas tendremos que asegurarnos que vuelven a cerrarse.

Las inspecciones realizadas estos últimos años por técnicos del AMB y de la explotación van muy encaminadas a la revisión de las posibles fugas en las cubiertas de los edificios.

Se han de realizar captaciones puntuales en los equipos generadores de más olor, capotar o carenar las cintas transportadoras con transporte de materia orgánica y hacer captaciones en las tolvas. Se mantendrán limpios los viales interiores de los edificios, equipos, plataformas, pasarelas y drenajes.

Interesa que las puertas sean de obertura rápida y automática, y que el tiempo de cierre sea el más ajustado posible una vez se ha ido el camión. En los lugares donde exista la posibilidad, se recomienda colocar esclusas con sistema de doble puerta, de

manera que no se abra la segunda puerta hasta que la primera esté cerrada. En el caso de los foso de recepción de residuos, adicionalmente a las puertas principales, es aconsejable colocar puertas auxiliares enrollables para bajarlas en caso de mal funcionamiento de la puerta principal o de deterioro por incidentes con camiones. Instalar badenes para aminorar la marcha de los camiones y marcos protectores en las puertas para evitar colisiones con las mismas.

- **Instalaciones exteriores**

Las conducciones y cintas transportadoras que transportan materiales por el exterior de los edificios, en caso de fugas o estanqueidad precaria pueden generar fuertes olores. Algunos ejemplos son: la impulsión de macerado a los digestores, extracción de digerido hacia las decantadoras-centrífugas, lodos de depuradora a deshidratación, etc.

La depuradora de aguas residuales descubierta puede ser una fuente importante de olores si no funciona correctamente el proceso de aireación, por acumulación de lodos, vertidos accidentales, generación de espumas, etc.

### **C) Emisiones difusas**

Son emisiones no capturadas liberadas al ambiente exterior, generalmente causadas por suciedad debida a la caída de residuos en los viales exteriores, lixiviados y almacenaje de residuos, materiales recuperados con trazas de materia orgánica y rechazos de distintos puntos del proceso.

- **Almacenaje**

Algunas plantas de tratamiento almacenan materiales recuperados enfardados y embalados en el exterior: papel y cartón, plásticos, brics, férricos, no férricos, etc. Que pueden contener pequeñas trazas de materia orgánica que generan lixiviados y olores, o bien el propio producto que contenían estos envases: productos alimentarios en conserva, detergentes, productos lácteos, bebidas refrescantes, etc.

En el exterior también encontramos balas de rechazo del pretratamiento seco (previa selección automática y manual de materiales recuperables). Estas balas de rechazo pueden contener hasta un 15% de materia orgánica que también lixivía y genera malos olores.

Otros materiales se almacenan temporalmente en el exterior en cajas o contenedores y pueden provocar emisiones difusas.

El producto acabado compost si se almacena en el exterior y no está bien madurado y estabilizado puede causar molestias de olor.

La descarga de la FORM en las plantas de compostaje se recomienda se haga sobre un lecho de restos vegetales de poda triturada, se procese diariamente y en caso de no poderse procesar de inmediato se cubran las pilas de FORM también con poda triturada. En este caso, es significativo el grado de descomposición de la materia orgánica que llega a las plantas y la temperatura del ambiente.

- **Logística de transporte**

Los camiones de descarga de residuos municipales, de movimientos internos de materiales, de carga de balas de rechazo del pretratamiento seco para la recuperación de materiales, la carga de cajas con rechazos generados en otros puntos del proceso, la carga de balas de materiales recuperados, la carga de producto acabado compost y bioestabilizado genera emisiones difusas.

- **Suciedad**

La suciedad adherida a vehículos (en este caso el foco de emisión difuso sería móvil), maquinaria, equipos de trabajo, instalaciones, etc. son fuentes de olor difusas. Es necesario mantener un riguroso nivel de exigencia respecto a la limpieza y cumplir con los Planes de limpieza establecidos en las plantas de tratamiento, ya sea mediante personal propio i/o empresas externas.

- **Red de drenaje**

Toda la red de drenaje de las plantas de tratamiento de conducción de lixiviados, pluviales grises y aguas de limpiezas de plataformas y viales también emite olores difusas a través de rejillas abiertas, pozos, etc.

La red de drenaje también debe incorporarse en los Planes de limpieza y evitar la acumulación de depósitos de residuos, lodos y lixiviados.

- **Proceso de compostaje en pilas y posterior afino**

Las plantas de compostaje del Área Metropolitana de Barcelona ubicadas en los términos municipales de Sant Cugat y Torrelles realizan la descomposición de la materia orgánica y la maduración mediante pilas volteadas. Es la operación de volteo de la fase de descomposición la que genera olores molestos y de mayor intensidad, pues libera los gases retenidos a la atmosfera.

Se ha de garantizar que el proceso sea aerobio para generar pocas molestias de olor, mediante el control de los parámetros de operación: oxígeno, temperatura y humedad del material.

El producto acabado, en este caso compost, debe cumplir con los estándares de calidad en cuanto a madurez y estabilidad para que cuando el material se airee en una criba, tabla densimétrica y ciclón de recuperación de finos, no pueda producir molestias olfativas.

#### **2.1.2.4. Estaciones meteorológicas**

Todas las plantas de tratamiento de residuos disponen de una estación meteorológica que como mínimo registre dirección del viento y velocidad en un intervalo no superior a los 30 minutos. Esta estación de meteorológica dispondrá de una base de datos que permita almacenar información como mínimo de un mes.

La instalación de estaciones meteorológicas en las plantas aporta mucha información y permite que algunas operaciones de mayor carga odorífera se realicen en los intervalos de tiempo en que el viento no incide en una zona residencial o especialmente sensible.

Destacamos:

- Conocimiento por parte del explotador de su ámbito de influencia en materia de olores. Del entorno de la planta de tratamiento de residuos, qué zona en función de la dirección del viento, puede encontrarse durante más horas al día castigada por olores derivados del desarrollo de la actividad

En este punto, vale la pena mencionar que si sólo nos basamos en la meteorología es a título orientativo, dado que la topografía y la orografía del terreno también influye en el alcance de los olores

- Elaboración de rosas de vientos por períodos estacionales
- Permite verificar si las quejas han podido ser causadas por la planta de tratamiento y en caso afirmativo, relacionarlo con incidencias en el proceso productivo
- Programación de actividades potencialmente generadoras de olor en períodos de influencia nula o mínima en zonas sensibles. Regular las actividades en función de la dirección del viento
- Alguna instalación dispone de alarma lumínica asociada a la veleta, de manera que en caso de incidencia en una zona sensible se para la operativa que pueda causar molestias olfativas. Del mismo modo, en caso de alarma se podrían enclavar equipos para parar la actividad de algunos procesos.

#### **2.1.2.5. Programas de minimización del impacto odorífero**

A pesar de que en cada uno de los proyectos de tratamiento de residuos se ha estudiado e instaurado la mejor tecnología disponible para la eliminación del olor de los caudales de aire aspirados, otras operaciones relacionadas con el desarrollo de la actividad pueden causar molestias olfativas entre los vecinos de empresas colindantes o población de municipios próximos.

El primer Programa de Minimización del Impacto Odorífero, en adelante POMIO, se implantó en el ECOPARC de BARCELONA en el año 2003.

Los Programas de Minimización del Impacto Odorífero son manuales que abarcan una colección de procedimientos que han de implantarse en la empresa a todos los niveles.

Existen 4 tipologías de procedimientos que constituyen los POMIO:

- Procedimientos de gestión de quejas y comunicación
- Procedimiento de control de puertas cerradas
- Procedimientos asociados al Plan de Limpieza
- Procedimientos asociados al sistema de ventilación y tratamiento de emisiones gaseosas

- **Procedimientos de gestión de quejas y comunicación**

*Seguimiento interno de posibles incidencias por olores en el exterior de una planta de tratamiento.* Ha de existir un procedimiento que permita al personal de la propia planta tener conocimiento de las molestias por olor que pueda generar a diario la actividad y en qué localización podría incidir.

El documento ha de incluir:

- quién realiza las observaciones de campo organolépticas
- ubicación de los puntos de observación alrededor de la planta
- frecuencia de las medidas de control
- cuándo se han de realizar estas observaciones
- cuándo se ha de realizar una segunda verificación de resultados
- tipologías del olor específicas de plantas de tratamiento de residuos: basura fresca, lixiviados, digerido, biogás, material fermentado, alcantarillado, etc.
- intensidad del olor, definir una escala desde imperceptible hasta muy intensa
- datos meteorológicos del momento de la inspección, pueden ser de la hora de inicio y finalización de inspección: dirección y velocidad del viento, indicar si el día es soleado, lluvioso, nublado, niebla, etc.

*Gestión de quejas de olores en el entorno.* Debe establecerse un protocolo de manera que se siga un orden en la comunicación de quejas a las instalaciones.

En el caso de plantas de tratamiento en zona industrial, es la propia empresa la que llama directamente a la instalación de residuos o envía un correo electrónico a la persona de la planta responsable de la recepción, registro, comprobación, resolución y cierre.



En el caso de plantas de tratamiento con influencia sobre una zona urbana residencial, suele ser el propio Ayuntamiento del municipio a través de la persona responsable de esta Entidad la que transmite la queja de un vecino o bien la Policía Local la que canaliza las quejas vecinales.

Todas las quejas recibidas por la planta de tratamiento de residuos tienen carácter de NO CONFORMIDADES, y se gestionan como tales.

Ha de disponerse de un formulario de registro de la queja que incluya:

- quién formaliza la queja
- fecha y hora
- localización de la queja
- descripción del episodio de olores
- datos meteorológicos
- estado de la planta en cuanto a funcionamiento i/o intervenciones de mantenimiento por averías
- estado de funcionamiento del sistema de ventilación y desodorización
- explicación de la comprobación in situ de la queja
- comentarios

Se ha de disponer de un Libro de Registro de quejas

- *Comunicación de posibles episodios de olor.* Está comprobado que una buena gestión de la comunicación favorece la reducción de quejas. Las administraciones, empresas y población en general agradecen la información y ayuda a implicarlos. Se podría incluso estudiar a nivel sociológico este fenómeno.

Se ha de desarrollar un procedimiento para avisar, con suficiente antelación, sobre posibles episodios de olor debidos a causas programadas tales como intervenciones de mantenimiento o imprevistos por averías de larga duración.

Se definirá:

- A quién se avisa de un posible episodio de olor
- Mecanismo de comunicación, en el caso de los Ayuntamientos lo más adecuado es una carta presentada por registro y a una empresa bastará con una llamada telefónica o un correo electrónico
- En la comunicación se ha de hacer referencia al proceso afectado, las medidas adoptadas y duración prevista de la incidencia y/o intervención

- **Procedimiento de control de puertas cerradas**

A pesar de que las naves de las plantas de tratamiento de residuos de l'AMB se encuentran en depresión, la obertura de puertas es la mayor causa de emisiones fugitivas de olores. Por ese motivo, deben mantenerse cerradas y abrirlas el menor tiempo posible.

Se recomienda que este procedimiento incluya:

- Plano con todas las puertas de la planta de tratamiento numeradas
- Registro de seguimiento de las puertas
- quién realiza el seguimiento de las puertas
- frecuencia del seguimiento
- establecer responsables de puertas
- definir en qué casos podría abrirse, por ejemplo por concentración elevada de gases o polvo en el ambiente interior
- en caso de obertura por incidencia, cuando se restablece el cierre
- actuación en caso de avería

• **Procedimientos asociados al Plan de Limpieza**

El mantenimiento de unas condiciones de limpieza aceptables en viales tanto interiores como exteriores, maquinaria, equipos, conductos de ventilación, vehículos, etc. permite reducir las emisiones difusas.

Se han de establecer procedimientos que describan:

- Planos identificativos con las áreas, equipos, maquinaria, redes de drenaje, imbornales, pozos, etc. objeto de las limpiezas
- Listado de la maquinaria móvil y contenedores de residuos objeto de las limpiezas
- definir un organigrama con los responsables de las limpiezas
- recursos disponibles: humanos, barredoras, fregadoras, camiones motobomba, herramientas manuales y productos de limpieza
- frecuencia de las limpiezas
- fichas técnicas de la maquinaria
- fichas técnicas y de seguridad de los productos

• **Procedimientos asociados al sistema de ventilación y tratamiento de emisiones gaseosas**

Se ha de documentar todo el Plan de control y seguimiento del sistema de tratamiento de aires finalista, en el caso del AMB los biofiltros y las RTO. El buen funcionamiento de este tratamiento incide directamente en la emisión por chimenea e indirectamente en las emisiones fugitivas. Una pérdida de carga excesiva en estos sistemas de cola implica una menor caudal de aire a tratar, una sobrepresión en las naves y emisiones fugitivas por todas las oberturas de los edificios.

Las instalaciones auxiliares tales como humidificadores y duchas ácidas y/o básicas actúan como pre-acondicionadores de la calidad del aire que ha de tratarse en el biofiltro.

El sistema de ventilación engloba: conductos, puntos de captación, rejillas, compuertas de regulación, válvulas cortafuegos y equipos de medición on line de presión (manómetros) o caudalímetros, así como sensores de algunos contaminantes químicos frecuentes en las plantas de tratamiento de residuos, especialmente amoníaco.

Esta documentación ha de informar de:

- puntos de toma de muestras
- en el caso de los conductos, plano con la ubicación de los registros
- parámetros de control
- frecuencia de control y seguimiento
- establecer valores de referencia y de alerta
- definir actuaciones en situación de alerta
- asignar responsabilidades

Algunas plantas han incorporado estos Programas en su Sistema Integral de Gestión de la Calidad, Medio Ambiente y Seguridad y Salud (SIGCMAS) y otras los mantienen por el momento al margen. Estos Programas se van actualizando dentro de un sistema de mejora continua.

Desde la AMB se insiste en que la minimización del impacto odorífero se incorpore como un punto a considerar dentro de la Política de Calidad y Medio Ambiente adoptada en las instalaciones. De ese modo, se garantiza el compromiso de la Dirección de la Concesionaria explotadora de reducir las quejas por molestia olfativa.

Para asegurar el cumplimiento de los POMIO, los Reglamentos de Explotación establecidos entre el AMB y las Concesionarias Explotadoras exigen la elaboración, implantación y cumplimiento de estos Programas y las faltas observadas en este ámbito estas sometidas a un régimen sancionador.

#### **2.1.2.6. Identificación de trazadores**

Los dos últimos años se ha trabajado en las plantas de tratamiento de residuos para intentar identificar los compuestos químicos responsables de las molestias de olor en el entorno. Se conocen el amoníaco, el sulfuro de hidrógeno, el metano, los mercaptanos y las aminas, pero el conjunto de los compuestos orgánicos volátiles (COVs) no se ha estudiado en profundidad.

Con este fin, se han desarrollado dos estudios de determinación de COVs en plantas de tratamiento mecánico-biológico y su contribución a las unidades de olor y a la calidad del aire interior. El primero en julio de 2011 en el ECOPARC de Barcelona **(1)**, **(2)** y el segundo en septiembre-octubre de 2012 en el ECOPARC de Montcada i Reixac. Dado que las altas temperaturas favorecen la concentración de los COVs, se optó por períodos estivales para estudiar el peor escenario posible.

La metodología instrumental usada para el análisis cualitativo y cuantitativo de los COV fue la desorción térmica acoplada a cromatografía de gases y detección por espectrometría de masas (TD-GC-MS) y la captación dinámica con un caudal entre los 80 y 120 ml/min en tubos multilecho rellenos de adsorbentes sólidos, Carbotrap, Carboxen X y Carboxen 569. Los compuestos se identificaron cualitativamente en base a la coincidencia de los espectros de masas y las ratios de los iones calificadoros de cada compuesto usando el programa "Xcalibur 1.2 validated software packaged" con la librería de espectros de masas "NISRT05" (NIST/EPA/NIH, Mist MS Search versión 2.0 d, Abril 2005). Los COVs identificados fueron verificados, cuando eso fue posible, usando los tiempos de retención de patrones reales de COVs. El método de cuantificación utilizado fue el del patrón externo. El método utilizado está validado y publicado en la revista Journal of Chromatography A, 1140 (2007) 44-45 (3)

La olfatometría dinámica y el análisis químico deben complementarse. Por ello, algunos de los laboratorios españoles reconocidos de olfatometría están comenzando a adquirir la tecnología analítica que les permita identificar los compuestos causantes del olor y poder ofrecer un servicio más completo a las empresas.

**(1) Anexo 1.** "Determinación de COV en el ambiente interior de una planta TMB y su contribución a las unidades de olor y la calidad del aire"

E. Gallego a,1, F.J. Roca a,1 G. Sánchez b,2, P. Esplugas b,2

a Laboratori del Centre de Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya (LCMA-UPC), Avda. Diagonal, 647, E 08028 Barcelona, Spain

b Direcció de Prevenció y Gestió de Residuos del Àrea Metropolitana de Barcelona, DPGR-AMB, Carrer 62, 16-18, Zona Franca, E08040 Barcelona, Spain

Revista Residuos (Junio 2012)

**(2) Anexo 2.** "Characterization and determination of the odorous charge in the indoor air of a waste treatment facility through the evaluation of volatile organic compounds (VOCs) using TD-GC/MS"

E. Gallego a, , F.J. Roca a,1, J.F. Perales a,1, G. Sánchez b,2, P. Esplugas b,2

a Laboratori del Centre de Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya (LCMA-UPC), Avda. Diagonal, 647, E 08028 Barcelona, Spain

b Direcció de Prevenció y Gestió de Residuos del Àrea Metropolitana de Barcelona, DPGR-AMB, Carrer 62, 16-18, Zona Franca, E08040 Barcelona, Spain

Waste management 2012

**(1) Anexo 3.** “ Development and validation of a quality and nuisance odors monitoring system for air organic compounds using multi-sorbent adsorption and gas chromatography/mass spectrometry thermal desorption system ”

Alejandra Ribes a, Guillem Carrera a, Eva Gallego a, Xavier Roca a,

Ma José Berenguer b,1, Xavier Guardino b,1

a Laboratori del Centre de Medi Ambient (LCMA), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Avda. Diagonal 647, 08028 Barcelona, Spain

b Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, INSHT, C/Dulcet 2-10, 08034 Barcelona, Spain

Journal of Chromatography A, 1140 (2007) 44 -55

## 2.2. Comunidad de Madrid

En la Comunidad de Madrid, el Área de Control Integrado de la Contaminación de la Dirección General de Evaluación Ambiental<sup>8</sup>, ha actualizado el seguimiento de Autorización Ambiental Integrada habiendo fijado su objetivo en el análisis de la carga ambiental e impacto que produce la emisión de olores de las instalaciones IPPC tanto industriales como de obras públicas al amparo de la Ley 16/2002 de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

*Se han analizado las características de las instalaciones que disponen de AAI vigente, que representan distintos sectores de actividad industrial, y las condiciones de prevención y control de emisiones de olores determinadas para cada una de ellas.*

De un total de 132 instalaciones analizadas, se observa que la mayor parte (un 59%) no representa un impacto significativo por emisión de olores y no se contemplan condiciones específicas en su AAI al respecto. Del 41% de

<sup>8</sup> Del Campo Serrano, I ; Castro Díez José Juan. **2012**. Actualización del Informe Técnico de seguimiento de autorización ambiental integrada referente a la emisión de olores de las instalaciones IPPC en la Comunidad de Madrid. CONAMA 11.

instalaciones restantes, los sectores que representan un mayor impacto por emisión de olores corresponden a los sectores de Gestión de residuos e Industrias agroalimentarias y explotaciones ganaderas.

<b>INSTALACIONES IPPC CON CONDICIONADO ESPECÍFICO DE OLORES EN AAI</b>	<b>Nº Instalaciones</b>
<b>Con Condicionado AAI relativo a olores</b>	<b>53</b>
<b>1. Instalaciones de combustión</b>	<b>1</b>
<b>2. Producción y transformación de metales</b>	<b>2</b>
<b>4. Industrias químicas</b>	<b>1</b>
<b>5. Gestión de residuos</b>	<b>14</b>
<b>6. Industria del papel y cartón</b>	<b>1</b>
<b>9. Industrias agroalimentarias y explotaciones ganaderas</b>	<b>27</b>
<b>10. Consumo de disolventes orgánicos</b>	<b>7</b>
<b>Sin condicionado AAI relativo a olores</b>	<b>79</b>
<b>TOTAL INSTALACIONES</b>	<b>132</b>

Puesto que la evaluación del impacto por emisión de olores está directamente ligada a las características del entorno de cada instalación y la existencia de receptores sensibles, se ha analizado también el condicionado impuesto en base a las características y proximidad de los receptores potenciales.

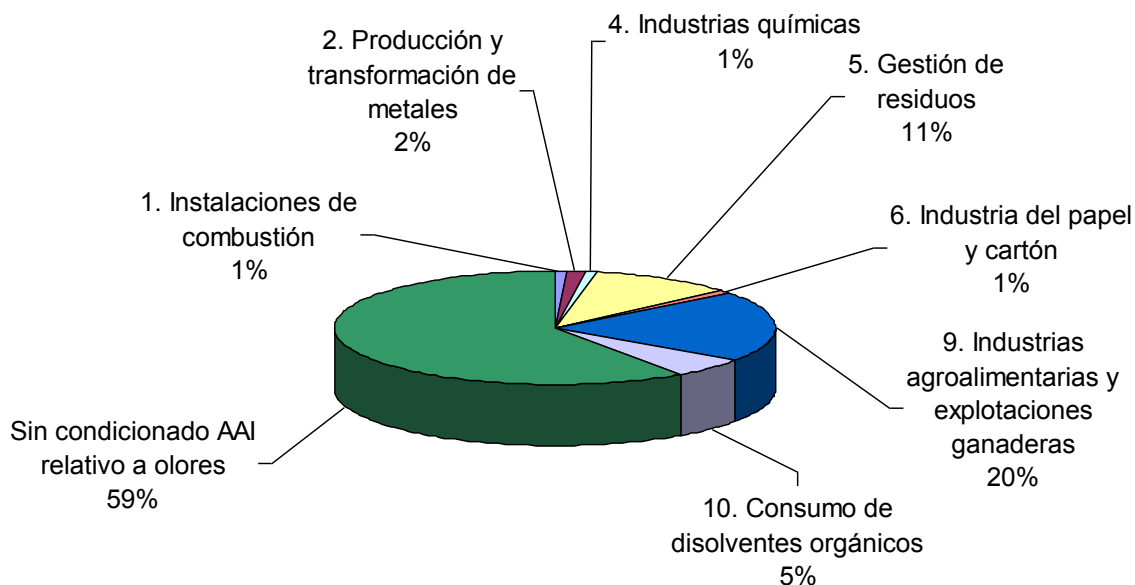
### **2.2.1. Principales fuentes de emisión**

Las principales fuentes de emisión que afectan de forma general a las instalaciones existentes en Madrid objeto de aplicación de la Ley 16/2002, provienen de:

- § Manipulación y tratamiento de materia orgánica, residuos y efluentes: debido a los compuestos principalmente orgánicos volátiles que se originan tanto en su descomposición como en su tratamiento térmico.
- § Explotaciones ganaderas: debido a las emisiones procedentes de su actividad de gases como amoníaco y sulfhídrico, con un umbral de detección odorífera muy bajo y por tanto, especialmente molesto para los posibles receptores.
- § Utilización de disolventes: debido a la emisión de compuestos volátiles que se produce en su aplicación y tratamiento térmico.

De un total de 132 instalaciones con AAI vigente, 53 de ellas (aproximadamente un 41%), dispone de algún condicionado o referencia específica en su autorización respecto a la prevención y control de olores.

**AAI Condicionado relativo a emisión de olores**



**Figura 3. AAI con condicionado relativo a emisión de olores de industrias IPPC en la Comunidad de Madrid (132 instalaciones con AAI vigente)**

**2.2.2. Conclusiones**

En la tramitación de expedientes de Autorización Ambiental Integrada (AAI) en la Comunidad de Madrid, respecto al impacto de la emisión de olores, cabe indicar:

- **Número total de instalaciones con emisiones de olor**

De un total de 132 instalaciones con AAI vigente, 53 de ellas (aproximadamente un 41%), dispone de algún condicionado o referencia específica en su autorización respecto a la prevención y control de olores.

Considerando la actividad de las 53 instalaciones cuya AAI incluye requerimientos específicos de prevención y control de emisiones de olores, el sector más representado con un 51% de las instalaciones (27 instalaciones) es el de las Industrias agroalimentarias y explotaciones ganaderas, seguido del sector de Gestión de



Residuos con un 26% (14 instalaciones) y el relativo al consumo de disolventes orgánicos con un 13% (7 instalaciones).

El resto de instalaciones de otros sectores representados implican un condicionado especial de control de olores porque su actividad principal de aplicación de la Ley 16/2002, conlleva otras actividades de gestión de residuos o depuración de efluentes que pueden resultar fuentes significativas de olores.

Respecto a las medidas sobre emisión de olores de las instalaciones de los sectores más problemáticos en la Comunidad de Madrid:

- **Las instalaciones de gestión de residuos**

- **Medidas existentes:** en Madrid, plantean como medidas preventivas y técnicas de reducción de olores:

- Los residuos se reciben en contenedores que son herméticos y totalmente estancos.
- Instalación de aspiradores estáticos y ventiladores en la cubierta que atenúan olores.
- Sistemas de depuración de gases (lavadores y filtros de carbón activo)
- Sistema de desodorización con biofiltro.

- En el caso de vertederos, además se llevan a cabo:

- Compactación de los residuos, para evitar el arrastre de partículas sólidas en el frente de vertido.
- Cubrición diaria de los residuos vertidos, para evitar la emisión de malos olores.
- Utilización de biofiltros (compost)
- Control periódico niveles de inmisión.
- Recogida y tratamiento de los lixiviados generados.
- Recogida y tratamiento del biogás.

Sistema de depuración de gases en horno de cremación de animales.

**Medidas requeridas en la AAI:** en las AAI de este tipo de instalaciones de vertido, que generan una gran afección odorífera, se ha requerido:

- Control de las inmisiones atmosféricas en el recinto de la instalación: Durante la fase de explotación, se realizará, como mínimo, una campaña anual de medidas de calidad del aire en diferentes puntos de la instalación, tanto en las zonas de tratamiento y valorización, como en la zona de vertido de residuos. Los parámetros a analizar son los siguientes: CH<sub>4</sub>, SH<sub>2</sub>, COV's, NH<sub>3</sub>, Mercaptanos.
- Se adoptarán medidas para reducir al mínimo inevitable las molestias y riesgos procedentes del vertedero, debido a: emisión de olores y polvo, materiales transportados por el viento, ruido y tráfico, aves, parásitos e insectos, formación de aerosoles e incendios.
- Se deberá garantizar que el contenido de azufre (sulfuro de hidrógeno y compuestos orgánicos de azufre) del biogás que se envía a la antorcha no supere las 50 ppm. Si como resultado de los controles de la composición realizados sobre el biogás extraído, se observara un nivel superior a las 50 ppm, se deberá instalar una medida correctora, previa a la antorcha, que garantice una concentración inferior.
- Asimismo, el valor límite de inmisión a cumplir para el SH<sub>2</sub> por la instalación es el siguiente, según lo indicado en el Decreto 833/1975: de 40 mg/m<sup>3</sup>.
- Los residuos depositados en el vertedero se tapanán diariamente para evitar la proliferación de insectos y roedores, y en general, de cualesquiera otros agentes potencialmente transmisores de enfermedades. Además, se realizarán con el fin de evitar la presencia de las instalaciones de cualquier agente transmisor de enfermedades.
- La capa de cubrición diaria de los residuos deberá tener una pendiente mínima del 2% con el fin de facilitar la evacuación de las aguas de lluvia antes de entrar en la masa de vertido.
- En el caso de residuos pulverulentos, en su almacenamiento se evitará el contacto de los residuos con el agua de lluvia o su arrastre por el viento, procediendo, en caso necesario, a su cobertura.

- Se dispondrá de un Plan Específico para la gestión de animales muertos de compañía, en el que se incluirán las medidas adoptadas para la recogida, transporte, el depósito en vertedero y un Programa de Control de Plagas, que se presentará a esta Dirección General a los tres meses desde la notificación de la presente Resolución.
- Las antorchas de combustión de biogás serán un sistema de emergencia, y sólo funcionará al existir un superávit de biogás o al parar un motor. En las antorchas de combustión de biogás deberá alcanzarse, como mínimo, una temperatura de 900 °C y el tiempo de residencia de los gases de combustión debe ser de 0,3 s.

***Respecto a las explotaciones avícolas***

- En las instalaciones existentes en la Comunidad de Madrid, la mayor parte ya disponía medidas tales como un sistema de jaulas verticales con eliminación de gallinaza, al menos dos veces por semana, mediante cintas transportadoras de gallinaza a camión para su transporte y realizan la limpieza y desinfección diaria de las instalaciones y contenedores que han contenido subproductos. Además aplican técnicas nutricionales que disminuyen el aporte proteico.

**Para las instalaciones de tratamiento de subproductos animales,**

- **Medidas existentes:** las instalaciones de la Comunidad de Madrid plantean como técnicas básicas de reducción de olores las siguientes:
  - Selección y conservación adecuadas de los subproductos de las industrias generadoras, antes de ser recibidos
  - Organización de la recogida de la materia prima y la producción con el fin de minimizar el tiempo de almacenamiento de la misma antes de que sea procesada y el tiempo de transporte previo a la llegada a la instalación.
  - Evitar calentamientos de los subproductos animales antes de su entrada al proceso, protegiéndolos de la incidencia solar, cercanía a las zonas de caldera y vapor, etc.

- Reducción de tiempos de almacenamiento y transporte del material procesado en la planta.
- Transporte en vehículos adecuados (contenedores metálicos, rápidos, cerrados y lavables) que permiten una limpieza sencilla.
- Adecuada limpieza de las instalaciones de la playa de descarga y almacenamiento (optimización el número y tiempos de limpieza, selección de detergentes adecuados, etc.).
- Utilización de tolvas para la recepción de la materia prima que impiden la fuga de lixiviados, situadas en recintos cerrados y protegidas del sol para evitar la degradación de la materia prima y la producción de olores.
- Los equipos e instalaciones de producción se sitúan en locales cerrados para evitar la dispersión de olores al entorno próximo.
- Cerramiento adecuado de la planta de producción y captación del aire interior de la planta y de los efluentes para evitar que puedan escapar el olor y los vapores.
- Sistema integrado de tratamiento de emisiones. Oxidación térmica con recuperación de calor. Consiste en recoger todas las fuentes de generación de olor y vapor fluente y utilizarlo como aire de alimentación en una caldera de combustión. Las elevadas temperaturas que se alcanzan en la cámara de combustión destruyen los compuestos orgánicos causantes del olor.

- **Medidas requeridas en el condicionado de AAI**

- De modo general para explotaciones de tratamiento de subproductos se ha requerido en la AAI, especialmente el aseguramiento de las condiciones de combustión adecuadas en los termodestructores para garantizar la correcta eliminación de compuestos volátiles y el acondicionamiento y limpieza de las zonas de carga y descarga y almacenamiento.

## CONTAMINACIÓN ODORÍFERA

- Los equipos Termodestructores funcionarán de tal manera que los vapores y gases tratados en su cámara de combustión sean sometidos siempre a una temperatura mínima de 850 °C durante un tiempo superior a 1 segundo. Para asegurar el cumplimiento de estas condiciones, los equipos Termodestructores dispondrán de un sistema de medida de la temperatura en la parte más fría de la cámara de combustión; esta medida se realizará en continuo y será registrada de forma que en todo momento pueda comprobarse si las condiciones de combustión han sido adecuadas.
- En casos de instalaciones de aplicación de disolventes que generen problemas por su elevada emisión de COV's, se ha requerido en la AAI la implantación de equipos incineradores (en caso de no disponer de ellos) y la medición en continuo del parámetro COT.
- En términos generales puede decirse que las mejoras que se aportan mediante los condicionados de las AAI's, en relación a la disminución y control de la contaminación odorífera son las siguientes:
- Homogeneizar las medidas adoptadas por las instalaciones de un mismo sector, particularizadas en función de sus características técnicas y localización.
- Homogeneizar los procedimientos de mantenimiento de las instalaciones.
- Incorporar a las operaciones de gestión y manejo, aquellas medidas adicionales que fueran necesarias.
- Exigir el tratamiento integral de las emisiones, mediante los equipos y sistemas adecuados.
- Control del buen funcionamiento de los sistemas de tratamiento mediante la instalación de equipos de medida en continuo.
- Comprobación periódica de la correcta gestión de las instalaciones, mediante el
- Establecimiento de controles externos periódicos.

- ***Planta de harina de pescado para alimento de animales.***

Esta empresa situada en un municipio de la CAM próximo a Madrid, transforma restos de aves y pescados en harina destinada a pienso animal. La materia prima proviene de pescaderías importantes de la capital o de Mercamadrid. Son las sobras, que por ley tienen que ser recicladas en este tipo de fábricas catalogadas como molestas. La propia dirección de la empresa reconoce que hay olores, sobre todo al tenerse que almacenar gran cantidad de pescado podrido antes de ser triturado. El hedor dentro de la fábrica es insostenible. Los vecinos del municipio han denunciado en reiteradas ocasiones los malos olores procedentes de esta industria que diariamente soportan, denuncias encabezadas por su alcalde, y que consideran como causa principal de estas emisiones el mal funcionamiento, o que no se alcanza la temperatura adecuada del termodestructor para ahorrar energía. Los equipos Termodestructores deben funcionar de tal manera que los vapores y gases tratados en su cámara de combustión sean sometidos siempre a una temperatura mínima de 850 °C durante un tiempo superior a 1 segundo.

Los trabajadores de la empresa lo niegan y esgrimen los datos que envían cada 15 días a la Comunidad de Madrid, pero esto no ha impedido que los vecinos de este municipio lleven pidiendo el cierre de la fábrica casi desde su apertura, hace ya más de 40 años. Y consideran que la empresa se ampara en el vacío legal sobre los olores. Esta empresa factura 12 MM de €/año de la que dependen 16 empleos directos. Crean los directivos que es un tema “político ya que cada alcalde nuevo que llega, lleva en su agenda cerrarnos. Cada semana recibimos a inspectores que nos buscan el fallo”.

El problema se agravó cuando el pueblo comenzó a crecer por el este, es decir, en dirección a la procedencia de los olores.

Pero si como cuando hay una contaminación ambiental por vertidos de aguas residuales o contaminadas, o bien por contaminación por ruido los efectos se presentan en los alrededores de la fuente donde se generan, en el caso de la contaminación ambiental por atmósfera puede ocurrir que la emisión se produzca en un determinado punto y sus efectos (inmisión) se note alejada de la fuente. Este puede ser el caso de las lluvias ácidas y también el que nos ocupa, puesto que la fábrica de producción de harina de pescado generadora de los malos olores está situada a unos 10 km. del municipio víctima de los mismos, mientras que los vecinos del municipio donde se ubica la fábrica apenas los perciben. El pueblo siempre ha estado

perjudicado por los olores de esta fábrica llevados por el viento de poniente, pero no ha podido hacer nada porque se encuentra en suelo del municipio colindante. Tampoco existe legislación de ningún tipo que pueda determinar quien lleva razón en este asunto, y por ahora lo único que esgrimen unos y otros son informes olfatométricos que atienden a intereses. Una convivencia que se antoja insostenible.

- ***Explotaciones porcinas y ganaderas***

Los olores de las explotaciones porcinas son generados por la descomposición de las heces y la orina, especialmente en condiciones anaerobias. Entre las sustancias más relevantes de estos olores son el amoníaco, el sulfhídrico, los compuestos orgánicos volátiles, y dentro de ellos los ácidos grasos orgánicos volátiles, los fenoles y otros de naturaleza variable.

La percepción del olor no es el resultado de la suma de cada uno de los odorantes, sino que es un fenómeno complejo en el cual influyen los siguientes factores:

- La dispersión atmosférica (condiciones climáticas).
- Sensibilidad al olor, que varía de un individuo a otro.
- Interacciones entre sustancias odorantes.
- Topografía de la zona.
- Distancia hasta el receptor.

En el caso de explotaciones ganaderas las principales fuentes de producción de olor son los alojamientos de purines y estiércoles (35%), la aplicación en el suelo (40%), manejo del purín (20%) y contenedores de animales muertos (5%).

La molestia del olor puede ser evaluada a través de la pirámide de olor FIDO:



que incluye:

- Frecuencia (si se da o no a menudo)
- Intensidad (grado de potencia o fuerza del olor)
- Duración (cuanto tiempo persiste el olor) y
- Ofensividad o carácter (como es de desagradable) del olor percibido por el ciudadano.

Estos 4 parámetros se relacionan jerárquicamente formando la pirámide de molestia de olor, en el que la **frecuencia** es el parámetro de mayor importancia para los receptores, y la **ofensividad** o carácter del olor resulta el menor. No obstante, para el caso de las explotaciones porcinas, podríamos decir que se juntan y complementan estos 4 parámetros, siendo difícil la reducción o eliminación de alguno de ellos.

Se han contactado 5 mataderos de porcino para conocer la problemática de la contaminación odorífera en estas industrias, así como una industria de subproductos animales no destinados a consumo humano.

Hay un denominador común en estos mataderos de cerdos, y es que nunca han tenido problemas de contaminación odorífera con ausencia de protestas o denuncias por parte de la ciudadanía, y si las han tenido en un principio, han resuelto en gran parte su problema debido esencialmente a:

- Sus instalaciones suelen ubicarse en un Polígono Industrial, o bien alejados de núcleos urbanos
- Correcta limpieza y gestión del purín, despojos y subproductos animales, transportándolos por conductos cerrados a contenedores alojados en naves



aisladas a las cuales acceden los gestores autorizados para llevárselos diariamente a sus instalaciones de procesamiento. En caso de que permanezcan más tiempo almacenados, las temperaturas de las naves donde se alojan los depósitos que contienen estos subproductos se refrigeran a 5°C para prevenir los olores para los sólidos y a 10°C para la sangre.

- Esta área de almacenamiento se limpia con frecuencia.
- No realizan las labores que generan mayor olor los días que soplen los vientos en dirección a zonas pobladas.

En realidad estos procedimientos se realizan habitualmente conforme al **Reglamento 1774/2002**. Sin embargo, los responsables del área medioambiental o control de calidad de estos mataderos, no han tenido necesidad de aplicar norma alguna ni realizar ningún ensayo olfatómico, y en algún caso que se ha contratado alguna auditoría externa, desconocen los resultados de tales análisis, si es que se llevaron a cabo dentro del protocolo de calidad ambiental para recomendar medidas preventivas y/o correctivas.

No fue así con una industria de subproductos de animales no destinados al consumo humano, instalada también en el mismo Polígono Industrial, pero en uno de los extremos del mismo y más próximo a zonas urbanas. Tuvieron protestas y denuncias por sus malos olores y no fueron capaces de eliminarlos ni tan siquiera de reducirlos lo suficiente como para evitar las molestias de los vecinos, aún después de varias reformas y mejoras. El Ayuntamiento de acuerdo con la Consejería de M.A. de la CCAA decidió cancelar esta industria porque sin haber hecho ningún análisis olfatómico, “se creaba una situación que menoscaba la calidad de vida y la convivencia de las personas”.

### **2.3. Principado de Asturias**

En Asturias, se han producido varios episodios de contaminación odorífera de extensión amplia cada año, no exentos de oportunismo político o interesado a través de diferentes asociaciones de vecinos, pero con una cierta base real en las siguientes áreas:

- o Una fábrica nueva de abonos minerales que maneja sulfúrico y fosfatos en San Juan de Nieva, cerca de Avilés.

- La fabricación de pasta de papel en Navia.
- El área de industrias cárnicas y mataderos de Noreña y Pola de Siero.
- El riego de purines en la época de abono en las zonas de ganadería intensiva cerca de la costa.
- Las denuncias son de la prensa y casi nunca se llega a soluciones efectivas de control basadas en actuaciones científicas de referencia.

#### **2.4. Otras regiones**

- ***Matadero de pollos***

Se han contactado 4 mataderos de pollos de una empresa multinacional que opera en varias provincias de España (Lugo, Valladolid, Toledo y Sevilla). Esta industria es generadora de malos olores esencialmente debidos a la acumulación de desechos orgánicos (plumas, cabezas, intestinos...) que se depositan en contenedores abiertos, así como los de la EDAR correspondiente al matadero. Durante la depuración de sus aguas residuales se generan fangos de las 3 etapas del mismo: los primarios cuando proceden del pretratamiento, los secundarios debidos al tratamiento físico-químico y los terciarios cuando proceden de un tratamiento biológico. Estos residuos suelen tener un 95% de humedad, y por lo tanto son fácilmente putrescibles por lo que se requiere una deshidratación inmediata para prevenir la generación de olores.

Cuando se piden los permisos pertinentes a la autoridad competente para obtener la licencia de apertura y funcionamiento de una instalación industrial, es preciso presentar, junto con la documentación oficial, permisos municipales, etc., un estudio medioambiental que contempla la producción de ruido, los vertidos de agua residuales, posibles filtraciones al subsuelo de aguas contaminadas (lixiviados), humos en la chimenea si los hubiera, etc. así como las medidas preventivas que se han de adoptar para cada parámetro contaminante. Pero se desconoce a priori la pirámide de olor FIDO, por lo que el control, medida y corrección de los malos olores que se puedan generar en la explotación de este tipo de industrias (y de la mayoría), sólo se conocerán a posteriori, una vez comienza la cadena de producción: transporte en camiones especiales de los pollos, descarga de los mismos en el matadero, sacrificio,

## CONTAMINACIÓN ODORÍFERA

eliminación de plumas, patas y cabezas, extracción de las vísceras e intestinos, lavado con agua potable y arrastre de la sangre, despiece del pollo, envasado y almacenado.

Si bien las instalaciones son limpias y asépticas, con materiales y maquinaria de acero inoxidable, manipulados por empleados especializados es inevitable que se produzcan olores sobre todo en algunos procesos de la cadena. Pero los verdaderos olores hediondos se generan en los contenedores en los cuales se depositan los restos orgánicos y despojos antes citados, que al igual que en las explotaciones porcinas, suelen estar abiertos, los cuales se mantienen durante días hasta que se llenan.

Estos mataderos de pollos han adoptado una serie de medidas técnicas preventivas y las MTD necesarias para evitar la emisión y dispersión de los malos olores, sobre todo cuando sopla el viento en dirección hacia alguna comunidad urbana más o menos próxima.

Algunas de las MTD para la reducción de olores aplicadas en este tipo de instalaciones son:

- Almacenar los subproductos animales en contenedores cerrados (antes eran abiertos).
- Retirada diaria de los contenedores, llevándoselos un gestor autorizado (antes se dejaban hasta 1 semana, siendo de mayor capacidad).
- Instalación de desagües con filtros y/o rejillas para evitar que el material sólido se introduzca en las aguas residuales (antes el vertido llegaba a la EDAR libremente)
- Recogida en tolva cerrada de los subproductos, con filtración del aire que emite, y transporte por gravedad a través de tubería de inox. hacia los contenedores instalados en el sótano del matadero (antes se descargaba el contenido de esta tolva directamente en contenedores abiertos y almacenados a la intemperie).
- Deshidratación centrífuga de los fangos de la EDAR y descarga en contenedores llevándoselos diariamente a un gestor autorizado.
- Limpieza de la EDAR y recogida de sólidos y basuras.

Con estas medidas de mejoras, el problema de la percepción de los malos olores prácticamente ha desaparecido y no se ha vuelto a realizar ningún análisis

olfatométrico. Considera el responsable de M.A. de uno de estos mataderos que este tipo de análisis sólo sirven para gastar dinero inútilmente, pues los resultados que se obtienen no sabe si cumplen o no la Normativa Oficial, pues esta no existe. Esta apreciación abunda en la necesidad de que se establezca una ley por parte de las administraciones públicas. Para la dirección de la empresa es suficiente con que los malos olores que se generan en el matadero sean inapreciables por la Administración y por el público.

- **Almazaras**

Las almazaras propiamente dichas, en las que se procesan las aceitunas para obtener el aceite, producen un olor peculiar, digamos que no desagradable, y de temporada con una duración de 3 o 4 meses. Muchas de estas instalaciones (sobre todo las antiguas) están dentro de la población, y no existen quejas, protestas ni denuncias por los olores que generan durante la producción del aceite, ya que la vecindad está habituada a este olor; se considera que es una industria autóctona y creadora de puestos de trabajo locales.

La producción del aceite en las almazaras genera subproductos como el alperujo, del cual se extrae su aceite (aceite de orujo) bien por procesos físicos (centrifugación) o por procesos químicos una vez secado mediante calor y extracción con hexano en las orujeras, instalaciones ajenas a las almazaras.

Las balsas de almacenamiento del alperujo, de grandes dimensiones, son los mayores causantes de malos olores por estar al aire libre. La MTD que se emplea normalmente es la impermeabilización de los suelos de estas balsas para evitar su contaminación por lixiviados.

Estas balsas suelen estar alejadas de la almazara, y sobre todo de los centros urbanos. Sin embargo, y en determinadas situaciones climatológicas, el olor (muy desagradable) es perceptible por lo que suelen ser motivo de denuncias o protestas vecinales.

Dadas las circunstancias y la valoración del sector, y ante la imposibilidad de reducir o eliminar estos olores, resulta inútil hacer análisis olfatométricos para definir el grado de contaminación odorífera existente en la zona donde se ubican las balsas de almacenamiento de los alperujos, ya que cualquier normativa que se aplicara sólo

tendría como resultado el cierre de la orujera o llevarla a un lugar más alejado aún de cualquier centro urbano<sup>9</sup>.

Por otra parte, personal afecto a almazaras y orujeras dicen no conocer Normativa Oficial alguna sobre contaminación odorífera, y por una u otra causa, este problema permanece inalterable y de muy difícil solución.

## **2.5. Conclusiones**

De la revista de las instalaciones industriales expuestas, podemos obtener las siguientes conclusiones:

- Ø Los malos olores generados en el correspondiente proceso industrial se han corregido en la mayoría de los casos aplicando las MTD u otras medidas correctivas sin necesidad de hacer análisis olfatométricos, simplemente teniendo en cuenta la percepción del olor por los propios empleados de la industria o por la tranquilidad en la zona antes afectada sin que se haya vuelto a manifestar la vecindad que habita las urbanizaciones próximas motivadas por los malos olores de la industria cercana.
- Ø Si se han realizado análisis olfatométricos por parte de empresas especializadas y contratadas por la Administración, Asociaciones de vecinos u otra entidad, la empresa generadora de los malos olores no ha tenido constancia ni información alguna de ello.
- Ø En cuanto a los resultados que se hubieran obtenido con estos análisis olfatométricos, no han sido contrastados con Normativa Oficial alguna, de cuya existencia las citadas industrias no tienen conocimiento.
- Ø Una Normativa Oficial o Legislación sobre contaminación olfatométrica, podría haber solucionado muchos problemas de la industria presuntamente contaminante, sabiendo ésta a qué atenerse con los resultados de los análisis encontrados frente a la exigencia legal, evitando “palos de ciego” por parte de la industria para reducir o eliminar los olores, o bien evitar su cierre.

*Un Anteproyecto de Ley con una Legislación específica para control y prevención de la contaminación odorífera según la cual, una vez detectada la fuente de un mal olor, tomara en cuenta la “cantidad de olor” en función de los resultados analíticos*

<sup>9</sup> Esta apreciación resulta muy discutible en opinión del Coordinador..

realizados, con las sanciones correspondientes por incumplimiento de esta Legislación (como ocurre con la contaminación acústica o el de las aguas residuales que incumplen la Ley de vertidos), evitaría juicios de valor para muchos casos, y se solucionarían problemas de malos olores que condicionan negativamente la calidad de vida de las personas que los tienen que sufrir mientras vivan o trabajen en las proximidades de esta fuente. (Pertejo Castaño, L, 1010);

### 3. QUEJAS Y DENUNCIAS

En este trabajo se relacionan las quejas y denuncias surgidas desde 2010 (EDJ 2011/323092; EDJ 2011/320341; EDJ 2010/300782)<sup>10</sup>. Se comentan a continuación otras quejas y denuncias surgidas desde 2010 hasta noviembre de 2012:

#### 3.1. Comunidad de Madrid

Entre las 53 instalaciones con problemática específica de emisión de olores, 12 de ellas (un 23%) presentan antecedentes de quejas y denuncias por parte de los receptores más próximos.

- 4 instalaciones con problemática relevante y antecedentes de denuncias se ha requerido:
  - **Inspección** de las instalaciones por parte de la administración.
  - Realización de **controles de olfatometría** según norma “UNE-EN 13.725: Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica”.

Y en función de los resultados obtenidos en estas inspecciones y controles:

- Implantación de un **Plan de Minimización de Olores**:
- Adopción de buenas prácticas de manejo y gestión de las instalaciones.
- Instalación de medidas, tratamientos y equipos adicionales.

Un total de 21 instalaciones (de las 47 que disponen de condicionado respecto a olores en su AAI), incluyen control de olores mediante UNE-EN 13725. El seguimiento

<sup>10</sup> Ver Plataforma de Trabajo CONAMA 2012, Gloria Sánchez Santos, Relatora GT.

de los valores obtenidos en los distintos controles requeridos en las AAI, permitirá la comprobación de la eficacia de las medidas contempladas para la prevención y control de emisiones de olores.

De las 25 instalaciones a las que se ha requerido controles de olores, 12 han remitido ya resultados de los primeros controles.

Cabe destacar de los resultados obtenidos en los controles presentados, que la mayor parte presenta valores de concentración significativos, aún con las medidas correctoras existentes en la actualidad, por lo que en los casos en que los estudios de dispersión se ha detectado el alcance de la influencia odorífera a zonas residenciales, se ha exigido la presentación de medidas correctoras adicionales.

No se han solicitado medidas adicionales en aquellos casos donde en la zona de influencia de la contaminación odorífera no hay receptores potenciales sensibles a la misma.

Las áreas de influencia de la contaminación odorífera para cada tipo de actividad, varían en la mayor parte de los estudios presentados entre los 80-100 m y los 200-400 m, lo que pone de manifiesto que la afección odorífera sólo afecta a poblaciones muy próximas a las instalaciones, como ha sido contrastado en las instalaciones objeto de AAI, salvo alguna excepción que por la orografía del terreno y dirección de vientos dominantes puede alcanzar zonas bastante más alejadas.

No obstante, en el caso de los vertederos debido a las dimensiones y características de las instalaciones el área de afección es mucho mayor. A modo de ejemplo, en análisis de olores presentado, la afección odorífera considerada como molesta, alcanza a núcleos de población situados a más de 6 km de distancia, por lo que se han requerido medidas adicionales de corrección de olores.

El último auto dictado el pasado 3 de octubre de 2011 por el juzgado de instrucción acuerda el mantenimiento del cierre cautelar de la Planta de harina de pescado para alimento de animales comentada en el apartado 1 (Fuentes de contaminación odorífera) hasta que un informe pericial no dictamine que se han adoptado las medidas reparadoras necesarias para su adecuado funcionamiento. La empresa, causante de los malos olores que padecía este municipio desde hace cuatro décadas, fue cerrada por el juzgado el pasado 25 de febrero como medida cautelar con la finalidad de evitar "la continuidad delictiva y proteger el medio ambiente y los recursos naturales" y como consecuencia de una denuncia del Ayuntamiento ante la Fiscalía de

Medio Ambiente y el Defensor del Pueblo y la Guardia Civil. Hasta el momento, según recoge el documento, no se han solucionado las deficiencias encontradas en los diferentes informes presentados ante el juzgado.

Este nuevo documento recoge que la empresa no dispone de protocolo de actuación en caso de vertidos y emisiones no controladas, como tampoco de un control de llenado de las balsas de homogeneización que impida su rebosamiento. Por este motivo la empresa permanecerá cerrada hasta que no se obtenga el resultado de las pruebas periciales acordadas, momento en el que “se revisará la medida, su naturaleza, la continuidad o el alzamiento de la misma”. El juzgado ha tomado esta nueva decisión tras la declaración del perito emisor del informe del Instituto Nacional de Toxicología, de los agentes forestales de la Comunidad de Madrid, del jefe de sección de Calidad del Aire del Área de Calidad Atmosférica de la Dirección General de Medio Ambiente, de la instructora del expediente sancionador de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid y tras la revisión de dicho expediente, en el que consta que “la empresa denunciada está incumpliendo la autorización ambiental integrada emitida por la Dirección de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid de fecha 21 de abril de 2008”. Para el Alcalde, “es nuestra obligación defender los derechos de los vecinos, por lo que nos sentimos tremendamente satisfechos con este auto que resuelve un problema que arrastra desde 1969”.

### **3.2. Otras regiones**

De estos olores, conocidos por la experiencia de otras explotaciones similares, no se suele tomar conciencia de los mismos hasta que llega la protesta de las Asociaciones de vecinos por los olores nauseabundos, cuyas viviendas en muchas ocasiones se han construido en terrenos recalificados próximos a esta industria, sin que se haya tenido en cuenta, por parte de los promotores la problemática de ruidos, humos o malos olores que se pudieran producir.

Le corresponde, pues, a la industria corregir este impacto medioambiental, el cual no se apreciaba antes de la expansión urbanizadora, teniendo que empezar por medir este tipo de contaminación. Las CCAA les obligaron a realizar un estudio olfatométrico por empresas especializadas en estas mediciones y según afirmaciones de los responsables de la sección de M.A. de los mataderos, “el análisis olfatométrico dio bien, sin poder contrastar las *uo* obtenidas, pues no existe Normativa Oficial alguna”; y



corresponde asimismo a las administraciones públicas elaborar una normativa con rango de ley para regular y corregir los malos olores.

## 4. TÉCNICAS ANALÍTICAS DE DETERMINACIÓN DE OLORES

Se conocen y utilizan en la actualidad tres tipos de técnicas analíticas para la determinación de olores: técnicas sensoriales, técnicas de análisis químico y *narices electrónicas*.

### 4.1. Técnicas sensoriales

Tiene dos versiones: olfatometría dinámica de laboratorio y olfatometría dinámica de campo. En ambas versiones se practica diluyendo con aire limpio el aire contaminado.

#### 4.1.1. Olfatometría dinámica en laboratorio

En España está ampliamente aceptada la aplicación de la **Olfatometría dinámica**<sup>11</sup> basada en la medida de concentración de olor mediante la norma UNE-13725. Esta norma regula la emisión de olores pero no la inmisión. Para la estimación de la concentración de olor en inmisión – objetivo último de la olfatometría dinámica- se utilizan modelos matemáticos de dispersión a partir de los datos de emisión o bien la aplicación de la norma VDI 3940.

Esta metodología permite obtener medidas de olor global, pero no discierne, necesariamente, las moléculas que los originan para lo cual es preciso recurrir a métodos de análisis químico entre los que destaca la cromatografía de gases acoplada a masas como se explica más adelante.

Por otra parte, la olfatometría dinámica practicada mediante el análisis en emisión en laboratorio y posterior extrapolación a inmisión, sólo permite medir la frecuencia de aparición de episodios de olor, y además requiere un coste muy elevado y largos períodos de aplicación que la hacen inadecuada para medidas rápidas con el fin de verificar la eficacia de las medidas correctoras eventualmente aplicadas.

<sup>11</sup> En el Documento definitivo de CONAMA 10 elaborado por este Grupo de Trabajo se trató ampliamente sobre los principios, conceptos que introduce y aplicaciones de esta metodología.

Merece especial mención la **Olfatometría Dinámica de Campo**.

#### 4.1.2. Olfatometría dinámica de campo

Esta técnica sensorial permite la determinación de la concentración de olor en campo mediante olfatómetros. Existen en el mercado dos tipos de Olfatómetros: Nasal Ranger y Scentroid. Para medir olores en inmisión se utiliza el olfatómetro de campo Nasal Ranger™ (NR), desarrollado por la empresa americana St. Croix Sensory, Inc. (Minnesota, USA) en 2002. Este nuevo instrumento permite medir los olores ambientales a tiempo real y se basa en el concepto de “dilución hasta el umbral de detección” (D/T), el cual determina la dilución necesaria para que el olor ambiental disminuya hasta el nivel del umbral de detección de cada usuario (Figura 4)



Figura 4. Diagrama de los componentes principales del Nasal Ranger™

Esta metodología aparece como una alternativa a las medidas en inmisión a partir de las medidas en emisión descritas por la norma UNE EN-13725 y extrapolación, mediante modelos matemáticos de dispersión, o bien mediante medidas directas de campo aplicando la norma VDI-3940.

Se aplica para la evaluación in situ del alcance del olor. Mediante modelización inversa permite estimar el olor emitido. Permite validar los modelos de dispersión atmosférica.

Aporta la ventaja de determinar el alcance real del olor. Permite la evaluación de fuentes fugitivas y la evaluación directa de la percepción olfativa del olor.

Como inconvenientes la Generalitat Valenciana cita que requiere asesores de campo expertos y un gran número de mediciones.

Esta metodología ha sido autorizada en dos casos especiales por la Comunidad de Madrid. Se ha aplicado asimismo en la Región de Murcia en una prueba pericial.

Para determinar los niveles de olor en la zona de influencia de actividades potencialmente contaminantes, existen actualmente dos alternativas:

a) La que ofrece la ya citada aplicación de la norma UNE EN 13725 consistente en *calcular puntualmente los factores de emisión de los focos de la actividad y modelizar posteriormente la dispersión que se espera para obtener las estimaciones de las medias horarias y las correspondientes isodoras;* (o bien la aplicación en campo de la norma VSD-3940, larga y costosa).

b) *medir realmente en inmisión con el olfatómetro de campo a cualquier distancia de la actividad y obtener los promedios horarios y mapas de olores reales para cada tipo de olor identificado.*

*En el primer caso, cada consultor utiliza subjetivamente el modelo matemático que más le conviene dado que no existe ninguna normalización al respecto y menos en la norma UNE EN 13725 que ni lo menciona. Además, en muchos estudios no se realiza la toma de muestras en diferentes períodos del día (mínimo de tres muestras para el promedio diario) que exige la propia UNE 13725. En el segundo caso, las mediciones subjetivas individuales con el Nasal Ranger pueden ser promediadas posteriormente en bases temporales y/o espaciales y normalizarse respecto a la definición de  $uo_E/m^3$  dado que la equivalencia entre  $D/T$  y  $uo_E/m^3$  se produce cuando el usuario del Nasal Ranger presenta un umbral de detección al n-butanol de 40 ppbv.*

### **Ambigüedades y carencias de la UNE 13725**

*Los estudios de emisiones de olores permiten identificar los focos con más olor de la actividad generalmente en base a la toma de muestras de un día concreto lo cual no implica que sea representativa del funcionamiento diario ni anual. La olfatometría dinámica de laboratorio con la UNE 13 725 cuantifica las emisiones de las fuentes de olor pero no las inmisiones y los resultados se utilizan para modelizar lo que se espera que suceda cuando el olor del foco se dispersa a favor del viento (predicción). Las mediciones de olores en el intervalo 2-15  $uo_E/m^3$  son imposibles de realizar con la UNE 13 725 dado que el límite de detección del olfatómetro se sitúa en torno a las 20-30  $uo_E/m^3$  (en el mejor de los laboratorios). Sin embargo los criterios de valoración del impacto odorífero en España fijan valores como, 3, 5, 7, 10 y 15  $uo_E/m^3$  en inmisión que sí pueden medirse con la olfatometría de campo.*

La norma específica (artículo 6.73) que el tamaño mínimo del panel en cualquier medida no debe ser inferior de 4, después de la investigación retrospectiva.

- **Bases para una norma española de olfatometría de campo**

Socioingeniería, S.L. ha elaborado las bases científicas para una futura norma española basada en la olfatometría de campo. Los datos estadísticos corresponden tanto a los seminarios de formación y entrenamiento con el Nasal Ranger™ como a los diversos estudios olfatométricos realizados con varios técnicos.

- **Sensibilidad olfativa al n-butanol (calibración)**

En las Figuras 9 y 10 se muestran los resultados obtenidos en la calibración olfativa con n-butanol de 147 personas individuales. El intervalo aceptable en todas ellas es 20-80 ppb equivalentes de n-butanol.

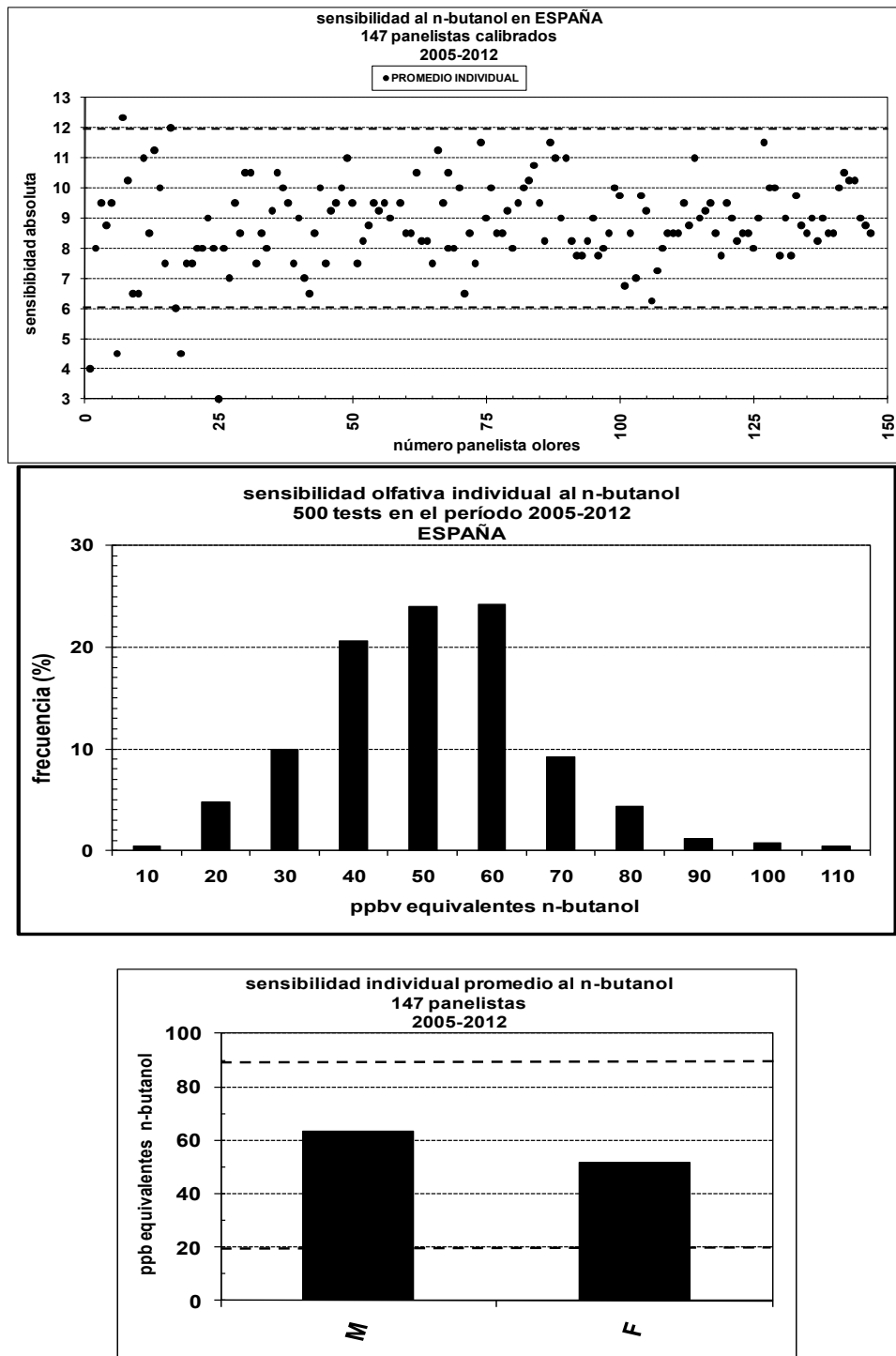
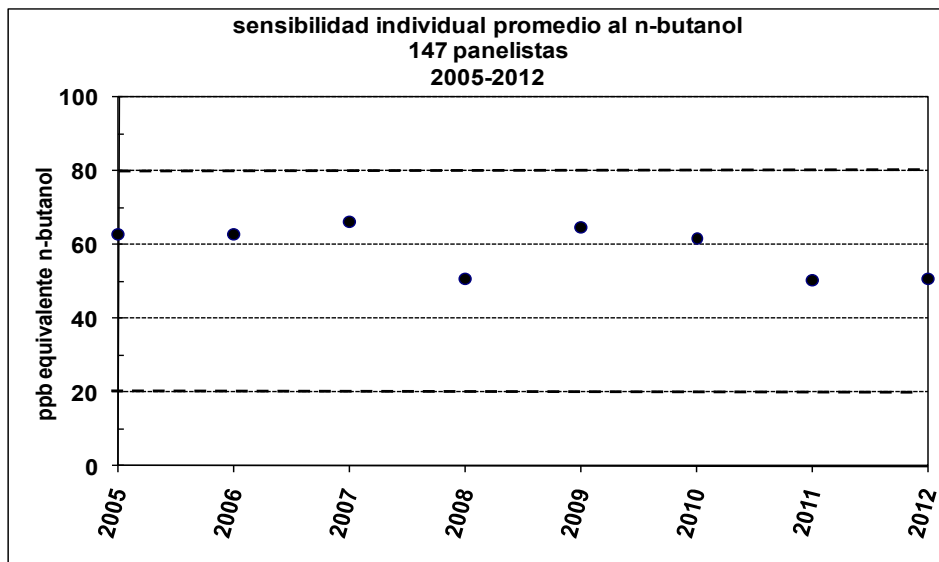
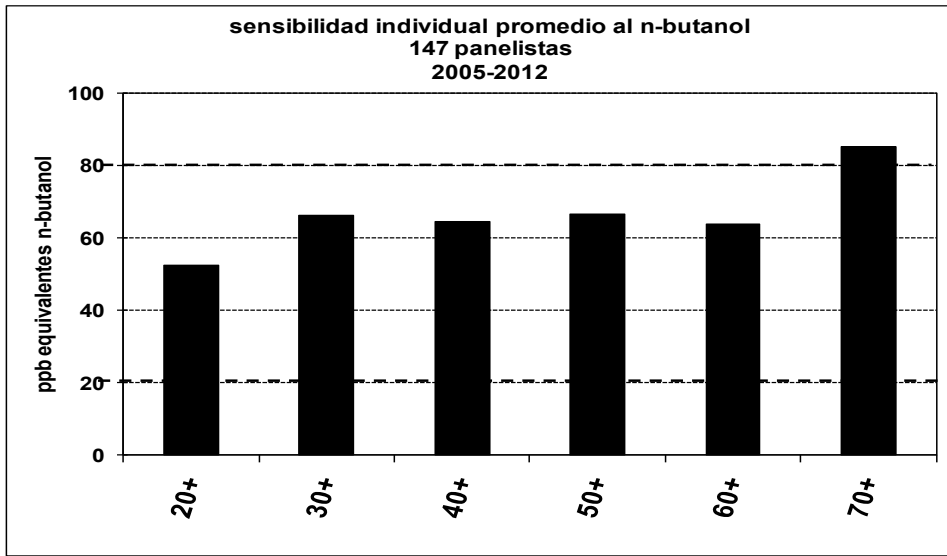


Figura 5. Estadísticas de las calibraciones olfativas-I



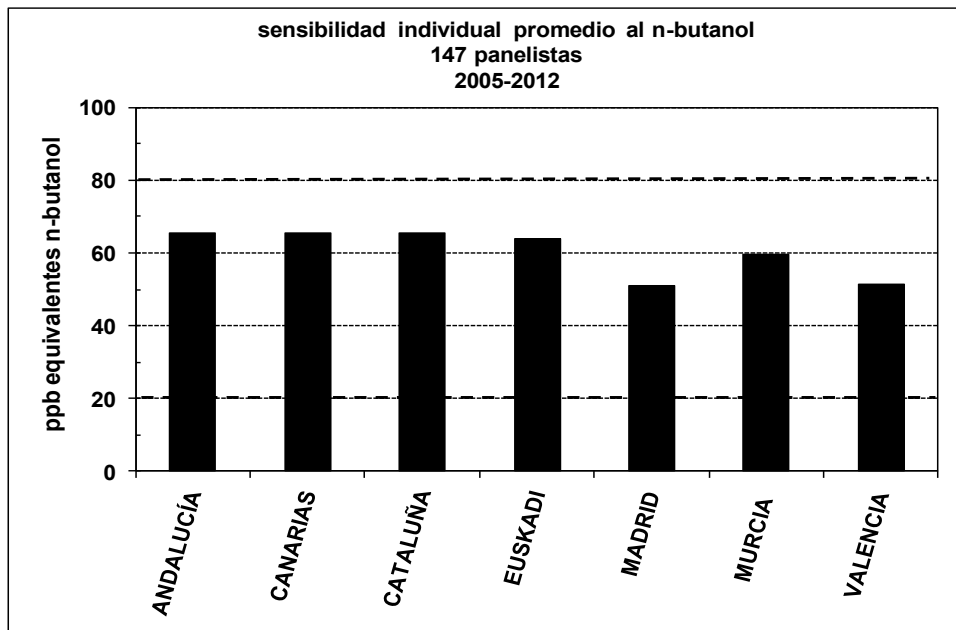


Figura 6. Estadísticas de las calibraciones olfativas-II

- **Intercomparaciones de campo (intercalibración)**

En las gráficas siguientes se muestran los coeficientes de variación (CV) obtenidos en las intercomparaciones de campo para el período 2007-2012.

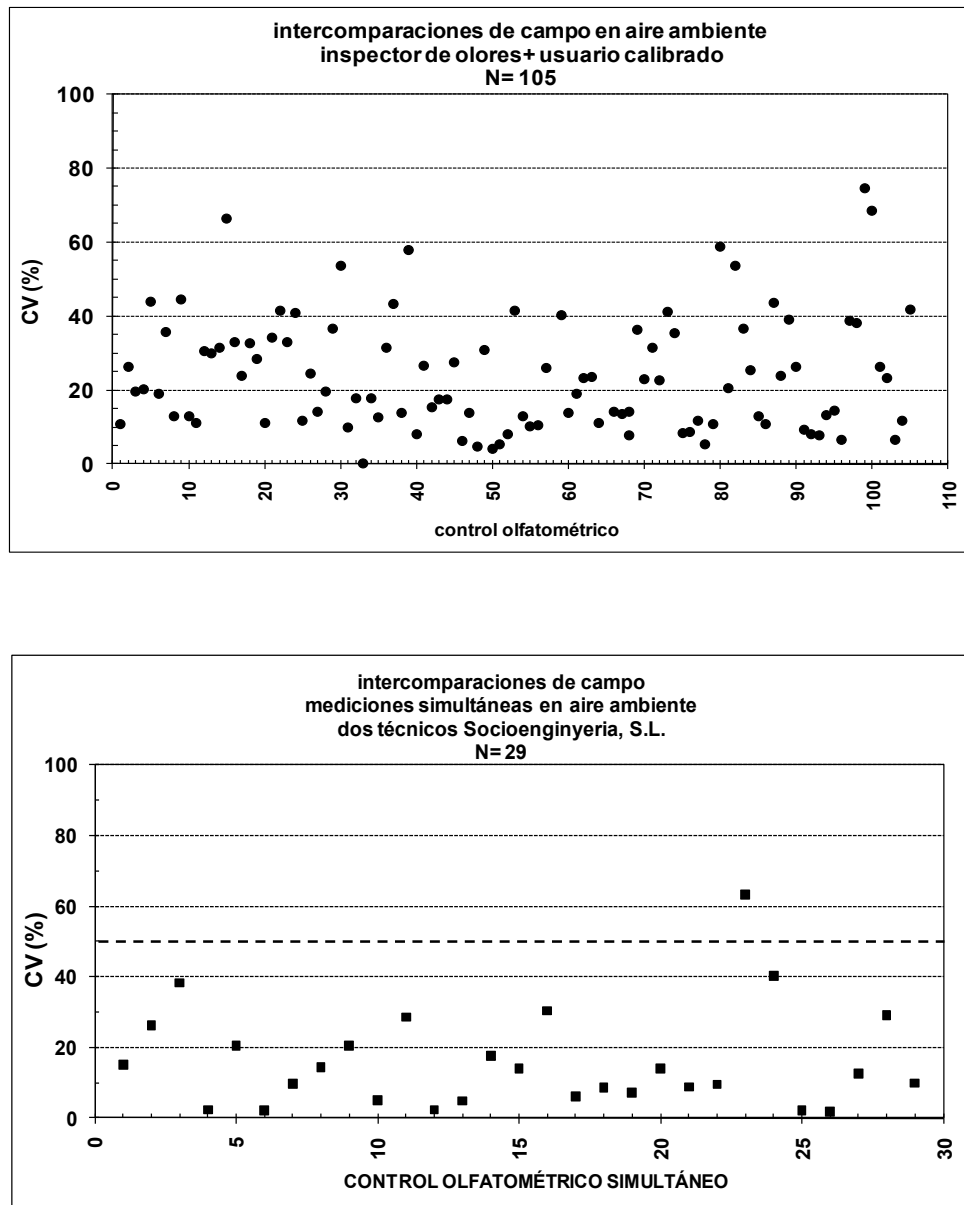


Figura 7. Estadísticas de las intercalibraciones de campo-I



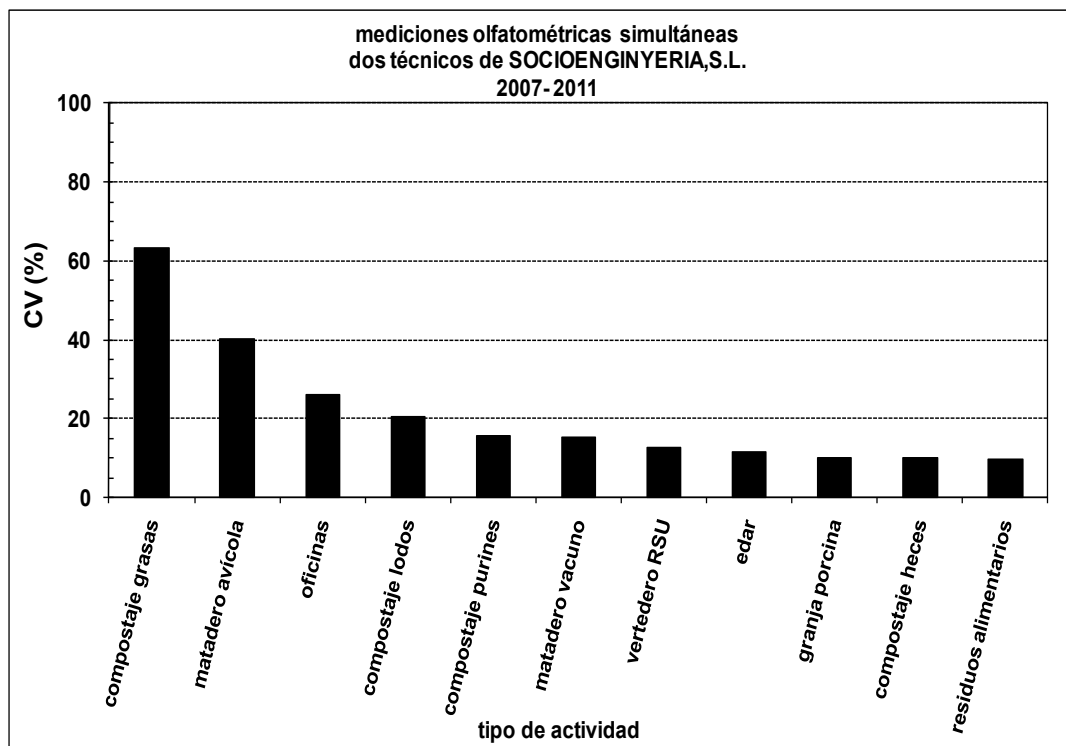


Figura 8. Estadísticas de las intercalibraciones de campo-II

○ **Conclusiones**

Dado que no existe Ley de olores en España pero sí jurisprudencia al respecto con la olfatometría de campo, que constituye una metodología avanzada en la medición de olores en inmisión, se obtiene el peso de la evidencia necesario para justificar numéricamente cualquier estudio, expediente, autorización, queja o inspección.

Además, los protocolos de campo utilizados permiten medir simultáneamente diferentes tipos de olores y asignarlos a sus fuentes respectivas con la ayuda del registro simultáneo de las condiciones meteorológicas en el emplazamiento (frecuencia de impacto desde la fuente de olor).

Los estudios de olores en inmisión mediante la olfatometría de campo son plenamente válidos técnica y científicamente, y constituyen la Mejor Tecnología Disponible (MTD) que no implica un coste excesivo (BATNEEC) para:

- a) la evaluación del impacto odorífero real en el entorno de las actividades existentes

b) la verificación de las quejas por malos olores en aire ambiente y en aire interior

Esta metodología permite distinguir cuantitativamente los conceptos: detección/molestia de olores, a diferencia de la UNE EN 13725.

*En España, el parque de unidades del Nasal Ranger™ se reparte por las C.A. de Andalucía, Aragón, Baleares, Canarias, Cataluña, Euskadi, Madrid, Murcia y Valencia pero ya se aplica satisfactoriamente en 40 países y 42 estados USA. Hasta la fecha, Socioenginyeria, S.L. ha emitido 91 certificaciones de olores para 64 clientes con 16 tipos de actividades distintas, en base a los estudios de impacto odorífero con la olfatometría de campo ([www.malosolores.org](http://www.malosolores.org)).*

#### 4.2. Técnicas de análisis químico

La metodología olfatométrica basada en la norma UNE EN 13725 y ulterior extrapolación a inmisión mediante modelos matemáticos de dispersión, así como la medición directa en inmisión mediante aplicación de la norma DIN-3949, no es viable para dictaminar sobre la presencia de contaminación odorífera en el interior de viviendas, caso de frecuentes quejas en determinadas poblaciones. Para abordar el este problema en ambientes de trabajo se han llevado a cabo investigaciones por parte del Laboratori del Centre de Medi Ambient (LCMA) con la colaboración de la Universitat Politècnica de Barcelona, centrados especialmente en los COV, compuestos que, además de ser contaminantes odoríferos, se han identificado como principales factores de riesgo de cáncer en el medio ambiente urbano, y de producir a corto y largo plazo, otros efectos adversos para la salud humana como irritación de las membranas.

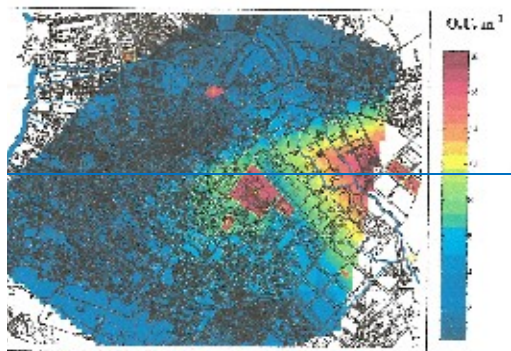


Figura 9. Mapa de olores ( $ou_{EM}^{-3}$ ) en un estudio de zona.

El estudio de la referida institución que se ilustra a continuación se basa en un análisis meteorológico de las zonas objeto de estudio y en la participación social por medio de encuestas a la población, coordinado todo ello con un control químico.

El análisis meteorológico se establece a partir de una base de datos compuesta por valores horarios y semihorarios para las variables siguientes: velocidad del viento, dirección del viento, temperatura, humedad relativa, presión atmosférica y radiación solar.

La participación social se basa en un protocolo desarrollado por el LCMA a dos niveles (Gallego et. al 2008):

- a) control del episodio de olor cumplimentando determinados formularios, en los que se anota la hora en que ocurre el episodio y el valor que se atribuye a la percepción subjetiva de la intensidad de olor percibida, utilizando la siguiente escala: 1, sin olor; 2, ligero olor; 3, olor claramente perceptible; 4, olor fuerte; y 5, olor muy fuerte.
- b) cuando se registra un episodio de olor se conecta el muestreador de aire y se apaga cuando finaliza el episodio, juntamente con la anotación del intervalo de tiempo correspondiente a la captura de la muestra de aire.

- **Mapas de impacto**

Para el estudio de la calidad del aire y del impacto de probables fuentes de emisión se utilizan modelos de dispersión. Los modelos matemáticos de procesos fisicoquímicos permiten una amplia información del proceso en poco tiempo. La simulación utiliza soluciones numéricas de ecuaciones matemáticas integradas sobre tiempo y espacio por medio de algoritmos transferidos a lenguaje de programas informáticos. Dichos modelos son eficaces como herramientas debido a sus bases científicas. Se van mejorando sucesivamente con la introducción de nuevos conceptos. Aunque sus resultados deben ser considerados con espíritu crítico, representan una buena opción para conocer los procesos de dispersión (Gallego et al. 2008a).

- **Control químico**

Como anteriormente se ha señalado, los COV, son responsables de episodios de olor asociados diversos grados de perjuicios en zonas urbanas, rurales e industriales.

El análisis químico se emplea para la determinación de moléculas una amplia gama de las cuales causa molestias olfativas y de calidad del aire contaminado, entre ellas los COV. Para su análisis químico se utiliza un método de absorción, consistente en

impulsar el aire a través de tubos de vidrio rellenos con un adsorbente adecuado, que se han desarrollado para capturar sucesivamente COVs en aire, tanto si se trata de objetivos fijados de antemano como de un amplio espectro de compuestos desconocidos a priori: alcanos, hidrocarburos aromáticos, aldehídos, alcoholes, cloruros, ésteres, cetonas, terpenos, amidas, sulfuro de hidrógeno o mercaptanos. Una adecuada combinación de diferentes adsorbentes permite la determinación cualitativa de una amplia gama de COVs C<sub>2</sub>-C<sub>14</sub>, de entre 200 y 300 muestras urbanas estándar (Ribes et al. 2007, Gallego et al.2009b).

- **Metodología analítica**

Un versátil método analítico validado, basado en la desorción térmica (TD) acoplada a cromatografía de gases (GC) y espectrometría de masas (MS) se emplea en la determinación de COVs en el interior y en el exterior (Ribes et al. 2007). Los VOCs analizados cuantitativamente se seleccionan en base a su aparición y a sus efectos adversos para la salud humana y el confort.

- **Instrumentación analítica**

El análisis de COV se lleva a cabo en un analizador automático de desorción térmica acoplado a un cromatógrafo de gases, de columna capilar, asociado a un detector de espectrometría de masas. La desorción térmica de los tubos de muestreo se realiza a 300°C con un caudal de 50 ml min<sup>-1</sup> durante 10 min (primera desorción); durante el tiempo en que eluyen los compuestos éstos son aspirados desde el tubo hasta una trampa crio, que contiene aproximadamente 15 mg de Tenax TA y 15 mg de Carbotrap, y se mantiene a 30°C, aplicando una división de flujo de 4 ml min<sup>-1</sup>.

- **Mapas de olor**

Numerosos COV son odoríferos pudiendo inducir una respuesta olfativa en la población. La sensación de olor aparece cuando la sustancia odorífera estimula el órgano olfatorio (Powers 2004). No todas las sustancias odoríferas producen la misma reacción en todas las personas; depende de los umbrales de percepción y de identificación de un determinado componente al cual el 50% de un panel humano de olfatómetras puede percibir el olor. El umbral de un compuesto químico viene condicionado en parte por su superficie, polaridad, carga parcial y peso molecular. La **Tabla 4** muestra el umbral y el olor característico de un grupo de COV. La percepción de una mezcla de sustancias odoríferas es muy diferente a como se percibe cada sustancia individualmente. Además, las sustancias odoríferas pueden experimentar

efectos aditivos, de enmascaramiento y sinérgicos (Powers 2004). La detección de un olor compuesto no nos indica qué clase de sustancias están contenidas en la mezcla. Para conocer las sustancias que componen una mezcla odorífera se debe acudir al análisis químico, como ya se ha señalado.

Los mapas de olor se pueden representar mediante **unidades de olor (uo)** (Figura 10). La **ou** es la cantidad de sustancia odorífera, por encima del umbral, presente en 1 m<sup>3</sup> de gas oloroso. Se calcula dividiendo la concentración de un compuesto específico por el umbral. Este cálculo indica cuántas veces se ha excedido el umbral. Tanto los mapas de concentraciones como los mapas de olor pueden servir de ayuda para determinar el foco de emisiones de COV.

Se puede definir la calidad del aire por varios caminos, pero el más realista consiste en definirla en términos de condiciones atmosféricas medibles. Generalmente los contaminantes atmosféricos se establecen y miden por medios químicos o físicos en tiempo real o como relación de concentraciones (Godish 1997, Johanson 1999, Mölhavé 2003, Monks et al. 2009).

Se han establecido varios criterios basados en guías de calidad y estándares para determinar la calidad del aire. Algunos de ellos, propuestos por la US Environmental Protection Agency, se refieren al aire exterior y se encaminan a la protección de la población de los efectos adversos para la salud causados por la exposición a sustancias tóxicas. Otros países han determinado referencias similares para evaluar la calidad del aire exterior.

Otros tipos de estándares, como los de valores límite de umbral (threshold limit values, TLVs), desarrollados por la American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH), se utilizan para fijar los límites de exposición profesional para la población trabajadora. Esos valores no están enfocados a la población común ya que se han establecido para condiciones específicas de exposición. Además, la Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, WHO) determina, para la calidad del aire, niveles de referencia de CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, plomo, partículas y varios compuestos carcinogénicos y no carcinogénicos. (WHO 2005).

- **Validación de la metodología de control**

La metodología de control propuesta en el presente epígrafe, basada en el empleo simultáneo de análisis meteorológico, participación social, análisis químico y modelización numérica, debe conducir a resultados consistentes para poder ser

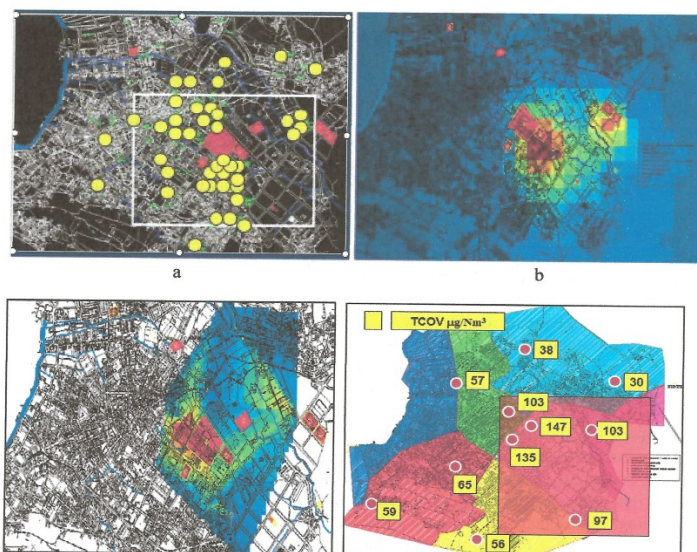
validada. Esto quiere decir que los resultados obtenidos con cada una de las técnicas debe de ser coherente. En la Figura 17, se muestra la coincidencia de un trabajo experimental utilizando un gráfico de los siguientes resultados: a) Mapa de localización de los participantes en el estudio que rellenaron los formularios; b) Mapa de predicción de impacto generado a partir de las concentraciones de contaminante obtenido por modelización numérica; c) Mapa de intensidad de olor obtenida de los formularios de olor; d) Mapa de concentración de COV Totales utilizando análisis químico.

La olfatometría dinámica de campo con el olfatómetro Nasal Ranger se inicia en Minnesota (EEUU) en 2003 y en España en 2004 casi en paralelo con la norma UNE EN 13 725 (2004). *Se caracteriza esta nueva metodología porque permite distinguir entre los conceptos de detección de olores y molestia de olores, es decir, que si una actividad provoca puntualmente algún episodio de olor se puede evaluar cuantitativamente si constituye una molestia midiendo en inmisión la frecuencia, la intensidad y la duración para cada tipo de mal olor identificado y considerando también su carácter ofensivo.*<sup>12</sup>

La validez de esta metodología se argumenta con las consideraciones científico-técnicas y socioambientales practicadas en mediciones de olor en inmisión, que se han aplicado a numerosos casos de impacto odorífero en España, especialmente los exigidos por las Autorizaciones Ambientales Integradas (AAI). Se estudian a continuación los avances del estado de esta técnica en la medición de olores ambientales allá donde se produce la afectación o molestia y se justifica que la olfatometría dinámica de campo cumple con los criterios de la Directiva IPPC 1996, traspuesta en la Ley 6/2006 respecto a las Mejores Tecnologías Disponibles (MTD) que no impliquen un coste excesivo (BATNEEC).

---

<sup>12</sup> Cid Montañés, J.F. Malos olores en aire interior y exterior: olfatometría dinámica de campo, **2012**, CONAMA 11.



**Figura 10. a) Participantes en formularios de registro (puntos amarillos); b) Mapa de impacto; c) Mapa de intensidad de olor basado en el índice de molestia; d) Concentraciones de TCOV en varios puntos en la ciudad estudiada.**

Como se puede observar en la Figura 10, la zona geográfica con el mayor número de episodios (a) coincide con la zona donde se obtiene la máxima concentración de contaminante utilizando modelización atmosférica (b). Además esa zona presenta el mayor índice de molestias.

### **Conclusiones sobre la caracterización de olores por olfatometría y por análisis químico**

En este capítulo se han presentado los diversos tipos de análisis de gases, que corresponden a las tecnologías disponibles más utilizadas: análisis olfatométrico y análisis químico. Determinadas técnicas proporcionan muy buenos resultados, como la cromatografía de gases y la espectrometría. Sin embargo, son técnicas complejas y su puesta en práctica requiere costes elevados. La olfatometría de laboratorio requiere instalaciones no menos complejas y costosas, unido todo ello a una metodología que conlleva una amplia incertidumbre en los resultados para las determinaciones directas y más aún para las modelizaciones que se utilizan en las determinaciones de impacto ambiental. La olfatometría de campo aparece como una alternativa digna de ser tomada en cuenta frente a la olfatometría de laboratorio. En estas condiciones la investigación

científica se ha dirigido hacia la nueva alternativa que suponen los sensores de óxidos metálicos cuyo uso se va extendiendo en los últimos años. Los resultados que proporcionan son inferiores a los que ofrecen las técnicas de análisis clásico e instrumental pero son suficientes para determinadas aplicaciones. Su fabricación es compatible con la microelectrónica, lo cual permite su miniaturización y una producción masiva. Hasta el momento, dichos microsensores, se utilizan solamente como detectores. Con el fin de poder realizar análisis cualitativos y cuantitativos con estos sensores, es necesario mejorar resultados, especialmente su selectividad. En el apartado siguiente se presentan las soluciones aportadas a este problema.

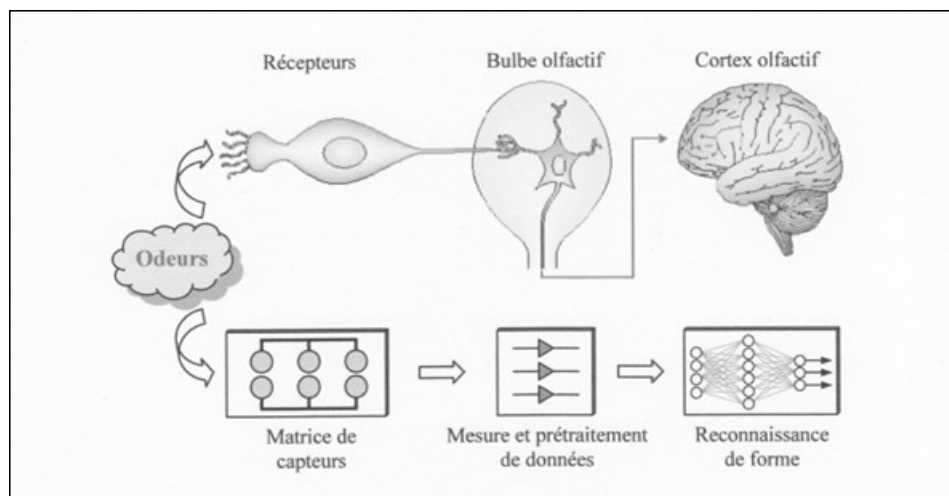
### 4.3. Narices electrónicas

#### 4.3.1. Nariz humana y nariz electrónica

El término nariz electrónica (*electronic nose*) aparece por primera vez en los años 80. Existen numerosas definiciones del término pero se utiliza comúnmente la siguiente: “Una nariz electrónica es un instrumento compuesto por una matriz de sensores químicos electrónicos parcialmente específicos y de sistemas de reconocimiento de forma apropiados, capaz de reconocer olores simples y compuestos”.

La idea de base de las narices electrónicas consiste en imitar el principio de funcionamiento de la nariz humana. La figura 11 presenta las similitudes existentes entre la nariz humana y la nariz electrónica. El sistema olfativo humano se compone de tres elementos principales que son: los receptores olfativos, el bulbo olfativo y el cortex olfativo. Análogamente, estos tres elementos forman la base de las narices electrónicas, en las cuales se tiene respectivamente una matriz de sensores, un sistema de medida y un sistema apropiado de reconocimiento de forma. Los resultados que obtienen los dos tipos de nariz en la captación de olores son, sin embargo incomparables. Mientras que la nariz humana es capaz de distinguir miles de olores, la nariz electrónica no llega a poner de manifiesto sino una decena de ellos. **La sensibilidad de la nariz humana se sitúa por debajo de los ppb en tanto que la de las narices electrónicas es del orden de las ppm.**





**Figura 11. Comparación entre la nariz humana y la nariz electrónica.**

#### **4.3.2. Configuración de una nariz electrónica**

Una “nariz electrónica” (NE) es un instrumento “que puede oler”, es decir, es capaz de realizar análisis cualitativos y/o cuantitativos de una mezcla de gases, vapores y olores. La NE es un instrumento de olfato artificial que permite distinguir y reconocer aromas utilizando sensores de gas. Un dispositivo de este tipo tiene al menos 4 partes con diferentes funciones:

- Química, que realiza la adecuación de la mezcla gaseosa y el muestreo, el conjunto de sensores hace la detección;
- Electrónica, que desarrolla la electrónica de control y se dedica a la gestión del conjunto de sensores y adecuación de la señal;
- Informática, el ordenador, que con adecuados algoritmos de clasificación de patrones, extrae los rasgos característicos o "huellas" de cada aroma y presenta los resultados en la interfaz con el usuario.

En la práctica operativa, el proceso de identificación de olores comprende tres estados durante el muestreo del olor: el primero es de limpieza de la cámara de medición y sensores mediante enjuagues realizados con “aire limpio” para barrer las moléculas de mediciones anteriores, el segundo es la toma de la muestra, en la que se reciben en la cámara cantidades controladas de “aire con olor” exponiendo a los sensores al mismo, y finalmente, un segundo enjuague de la cámara y sensores con

“aire limpio” previo a la próxima toma de muestras. Es necesaria la estabilización térmica de la muestra y de la cámara en todas estas etapas. Del mismo modo, debido a que la humedad afecta tanto la medición como la muestra misma, sólo se deben comparar resultados tomados en condiciones de humedad y temperatura normalizadas.

#### 4.3.3. Principio de funcionamiento (Figura 12)

En la nariz humana, cuando los receptores (constituidos por una proteína receptora) detectan una molécula odorífera, se transmite una señal eléctrica hasta el bulbo olfativo, señal eléctrica que se transmite a continuación al cortex olfativo que descodifica las señales recibidas para reconocer la molécula detectada (Figura 11). En la nariz artificial, el principio de funcionamiento es similar y se representa en las figuras 12 y 13.

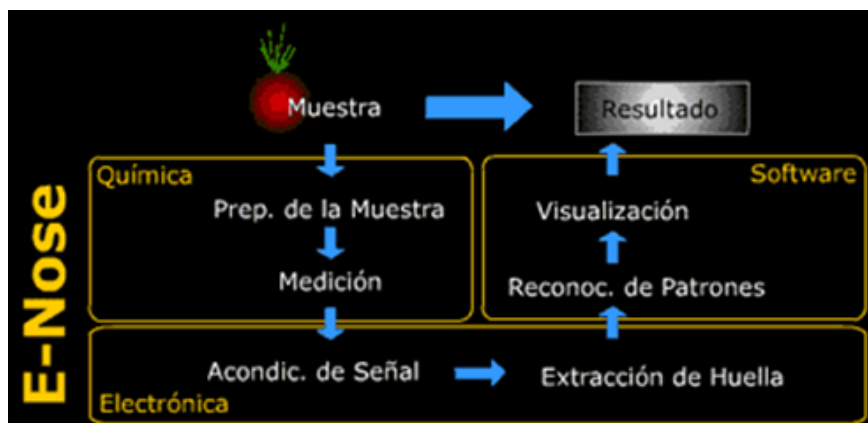
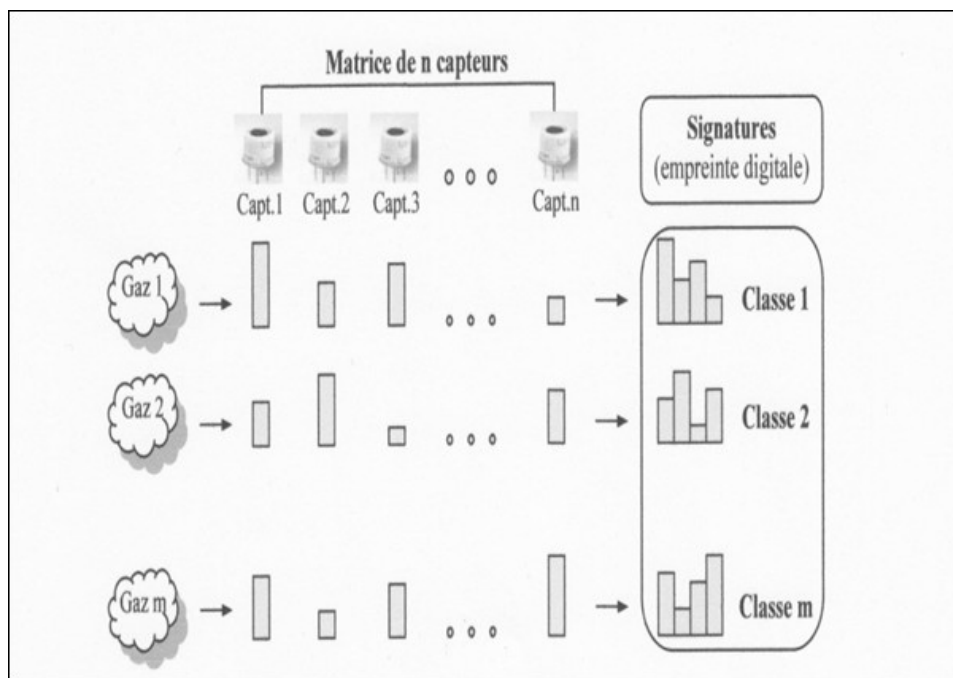


Figura 12. Principio del funcionamiento de la nariz electrónica.



**Figura 13. Otro esquema del principio de funcionamiento de la nariz electrónica.**

Una matriz de sensores químicos desempeña un papel similar al de las proteínas receptoras. Para cada gas, cada sensor da una respuesta característica. El conjunto de estas respuestas constituye una “huella digital” de un gas determinado. De esta manera se tienen tantas huellas como gases. El conjunto de tales huellas constituye una base de datos. Los métodos de tratamiento de datos permiten agrupar los gases en clases diferentes.

#### 4.3.4. Campos de aplicación

Los campos de aplicación de las narices electrónicas son muy numerosos. Sin embargo solamente las grandes empresas utilizan esta tecnología debido a su alto coste. El control de calidad a la entrada y salida de las cadenas de producción son una de las aplicaciones típicas, siendo muy relevante su utilización en la industria alimentaria, en la fabricación de automóviles, en el campo sanitario y en el campo medioambiental. Nos centraremos exclusivamente en este área dentro del cual destacan los trabajos de Stuetz et als. (2003).

#### **4.4. Estudio comparativo entre las técnicas de caracterización y control de olores.**

El Análisis Químico clásico está sujeto a las incertidumbres asociadas a las pesadas en gravimetría y a los errores de apreciación visual inherentes a las volumetrías. Su alcance se limita a la determinación del rendimiento de los sistemas de eliminación de olores <sup>13</sup>pero resulta práctico para este fin.

El Análisis Químico por cromatografía de gases se muestra como técnica de alta exactitud y precisión pero adolece de limitaciones para el análisis en continuo y monitorización en planta de tratamiento de aguas residuales.

Los sensores electroquímicos de membrana polimérica con fina lámina de Ag posibilitan la determinación de niveles del orden del umbral de detección olfativa ( $0.03\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ , ppb), determinados por olfatometría dinámica cuando se analizan por arrastre catódico (Iglesias García, A, 2012)

Los sensores de nanotubos de carbono se encuentran en fase de investigación y no se han probado para concentraciones de  $\text{H}_2\text{S}$  del orden de los límites de detección e identificación de este contaminante.

Los sensores MOX acoplados, que constituyen la mayoría de los modelos comerciales de narices electrónicas, representan una técnica en desarrollo que tiene la ventaja de posibilitar la realización de análisis de olores globales medioambientales, si bien adolecen de la limitación que supone el que no todos los olores puedan ser probados en la etapa de “aprendizaje”, así como de la dispersión de resultados, muy superior a la que ofrece la cromatografía de gases con detector electroquímico (Medor). Por otra parte, las condiciones ambientales- temperatura y humedad- afectan de manera importante al sistema, sin que conste en la bibliografía que este problema esté resuelto.

La olfatometría dinámica se revela como una técnica que gana terreno día a día impulsada por la posibilidad que ofrece de establecer unos límites de inmisión que pueden dar lugar a una legislación. Cabe tener muy en cuenta en este sentido a la olfatometría de campo.

<sup>13</sup>Grupo de Trabajo Contaminación odorífera. *Documento definitivo*. Conama 10. 2010

Llegados a este punto, cabe formularse la siguiente pregunta: ¿Cuál es la técnica analítica más adecuada para la determinación de olores. La respuesta es que depende del objetivo que se persiga:

Cuando se trata de medir el rendimiento de un sistema de prevención de olores en la red de saneamiento, la utilización de los tubos Dräger (Iglesias A, 2009 ) es sencilla y suficientemente exacta a la vez que específica.

Si se trata de medir el rendimiento de un sistema de minimización de de olores (lavado químico, carbón activo o biodesodorización) el análisis químico es la técnica de elección resultando especialmente recomendable el empleo de aparatos detectores de H<sub>2</sub>S por su elevada sensibilidad (ppb) y su facilidad de manejo. No consta en la bibliografía la existencia de detectores de amoníaco.

Para la determinación de olores compuestos, que es la mayor problemática que afecta a EDARs y vertederos, la olfatometría de laboratorio, a pesar de sus limitaciones en cuanto a su elevada incertidumbre, cumple con la finalidad requerida de determinar concentraciones de olor. Sobre esta tecnología se está fundamentando el establecimiento de una legislación específica sobre olores a nivel de la UE y de España en sus Comunidades Autónomas. Los requisitos de los planes de trabajo de las grandes empresas de obras públicas están imponiendo la olfatometría para el control de olores.

En cuanto a las narices electrónicas representan una alternativa válida para el seguimiento de olores en continuo y constituyen una técnica llamada a competir con la olfatometría en los próximos años.

El Cuadro 1 que se presenta a continuación refleja de forma esquemática los criterios de valoración para adoptar una u otra tecnología para la prevención y el control de olores.

**Cuadro 1: Criterios de valoración de la elección de la técnica adecuada para la prevención y el control de olores.**

Aplicación	Técnica		
	Olfatometría/Narices electrónicas	Análisis Químico Instrumental (GC)	Análisis Químico Clásico
Evaluación global de olor (Impacto ambiental)	IDONEO	INADECUADO	INVIABLE
Análisis puntuales	MUY CARO	IDONEO	IDONEO
Análisis continuo en	MUY CARO	IDONEO	INADECUADO

**5. LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE MÉTODOS: UNA NECESIDAD EN LA CALIDAD DE LAS MEDIDAS ANALÍTICAS DE OLORES** (Urriaga de Vivar Frontelo, A, 2012).

Se trata de una actividad cuyo objeto es determinar si se cumplen los requisitos especificados relativos a un producto, proceso, sistema, persona u organización y que aporta confianza.

**Actividades para la evaluación de la conformidad**

- Normalización, muestreo, ensayo,
- inspección, certificación,
- acreditación.

**Agentes que intervienen**

- Normalizador
- Laboratorio
- Certificador
- Inspector
- Verificador medioambiental.
- Acreditador

**Requisitos básicos para la acreditación**

- competencia técnica
- medios
- organización ADMINISTRATIVA
- Materiales
- Humanos

**Agentes en España**

- Normalizador AENOR ISO y Reconocido por Mº
- Laboratorios . . . . ACREDITADOS POR ENAC
- Certificadoras
- Inspectoras . . . . . “ y reconocidos Mº
- Verificadores MA “
- Acreditador ENAC EA y reconocido Mº

**Documentos aplicables**

- Normalización, Estado RD 2200/95 + ISO /CEI/CEN/CNLC

- Laboratorios UNE-EN-ISO/CEI 17025
- Certificadora:
- De Producto: Guía ISO/IEC 65 (idéntica a la norma EN45011:1998)
- De Sistemas de Gestión: UNE-EN-ISO/CEI 17021/2012
- De Personas: UNE-EN ISO/IEC 17024/2003
- Inspector : UNE-EN ISO/IEC 17020/2004
- Verificador MA ISO/IEC 17021 para certificar sistemas de gestión medioambiental conforme a ISO 14001:2004 + (Emas)
- Acreditadora, Estado RD 2200/95 + EA + ILAC + IAF 7

#### **Necesidad de la calidad en las medidas analíticas de olores**

Son requeridas por la ciudadanía que busca su salud y bienestar, así como por empresarios y directivos por su responsabilidad social. Atañen también científicos y técnicos que aplican el estado del arte y a las Administraciones Públicas

#### **La calidad de las medidas analíticas de olores se basan en**

- Normas técnicas
- Reglamentación
- Ordenanzas Municipales
- Proyectos reglamentarios
- Proyecto de Ley consecuencia de la
- Resolución 1737/VIII-2005 del Parlamento de Cataluña, instando al Gobierno a establecer una legislación sobre la base de una normativa (EN 13725 + DIN 3940), dirigida hacia la detección, medida con vistas a prevenir y en su caso corregir la contaminación odorífera.
- La detección debe tener en cuenta el muestreo

#### **Jerarquía sobre legislación en relación con la contaminación odorífera.**

- Ley 34/2007 Calidad del Aire. (Estatal)



- Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas, Peligrosas
- Ley 10/91 Protección del Medio Ambiente (Comunidad de Madrid.)
- LEY 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.

Existen algunas Ordenanzas Municipales entre las que cabe citar las de Leganés que afectan al medio ambiente urbano. Esta norma establece los siguientes requisitos:

- Queda prohibida toda emisión de olores que produzcan molestias y constituyan incomodidades para la vecindad
- Emplazamiento
- Licencia

**Condición indispensable para conseguir la Calidad en las medidas es el Método, que consiste en definir La forma de hacer las cosas para obtener el resultado deseado.**

**El Método debe buscar:**

- Objetividad: que es el Principio por el que se intenta obtener un conocimiento que concuerde con la realidad, que lo describa o explique tal cual es y no como deseáramos que fuese. Se deja a un lado lo subjetivo, lo que se siente o presiente.

En la medida de olores por Olfatometría dinámica se utilizan las normas: UNE-EN 13725/2004

y la VDI-3940

Es una técnica sensorial, amparada en la norma UNE 13 725 que incluye paneles humanos que requieren controles rigurosos y su seguimiento.

- Requisitos para el control de calidad de la medida

Ensayos de Intercomparación. Cálculo de repetibilidad y exactitud entre laboratorios.

Para muestras que no sean de referencia, el problema se centra en :

- Muestreo
- Control de exactitud e inestabilidad de las

- diluciones del olfatómetro.
- Control diario de exactitud y repetibilidad del panel.

Para que un laboratorio consiga la acreditación además de la UNE-EN-ISO 17025 Guía para la Acreditación de LABORATORIOS DE ANÁLISIS SENSORIAL G-ENAC-02 Rev. 1 Octubre 2003, se requiere la EA-4/09 "Accreditation for sensory testing"

El control de la objetividad se consigue mediante:

- e) planificación, organización y funcionamiento del laboratorio;
- f) mantenimiento y calibración de los equipos;
- g) procedimientos para la selección y formación de los jueces sensoriales;
- h) procedimientos para el control continuo de la calidad (CC);
- i) supervisión continua de los resultados del funcionamiento del panel y de cada uno de los jueces sensoriales;
- j) utilización de materiales de referencia y materiales de formación adecuados;
- k) procedimientos para verificar los datos<sup>44</sup>;
- l) registros del funcionamiento y resultados de los ensayos

## **6. CONCLUSIONES FINALES**

Después de debatida por el Grupo de Trabajo con la intervención de otros congresistas la situación de la problemática de olores en España, se llega, de común acuerdo, a las siguientes conclusiones:

1. Es necesario que las Administraciones en sus distintos niveles, estatal, autonómico y municipal establezcan una Ley para el control y la prevención de malos olores basándose en las tecnologías disponibles al efecto. No deja de ser sorprendente que no exista una Ley sobre Contaminación Olorífera cuando sí existe sobre Contaminación Acústica y sobre Vibraciones.
2. El siguiente punto consiste en elegir una técnica adecuada como base de una Ley. En este sentido se considera que el Borrador de Anteproyecto de Ley de ...la Generalitat de Catalunya es un instrumento adecuado sobre la

base de la norma UNE-EN 13725 (2004) para la regulación de emisión de olores.

3. Para la regulación de la inmisión de olores merece ser tomada en consideración la olfatometría de campo.
4. Estas dos metodologías olfatométricas se deberían ser complementadas en determinados casos con la determinación de determinadas moléculas odoríferas mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas.
5. Como tercera vía cabe esperar el desarrollo de las narices electrónicas por cuanto posibilitan la determinación de olores de forma automática en tiempo real.
6. Con el fin de promover la normalización de la olfatometría de campo este grupo de trabajo designará una comisión para actuar cerca de los organismos adecuados.

## REFERENCIAS

**Cid Montañés, J.** *Malos olores en aire interior y exterior: Olfatometría Dinámica de Campo*, CONAMA 11.

**Gallego, E.**, Roca, F.X., Perales, J.F., Rosell, M.G., Guardino, X., 2008. Development and validation of a method for air-quality and nuisance odours monitoring of volatile sulphur compounds (VSCs) using ATD -GC/MS. In: Grimalt, J.O. (Ed.), Proceedings of the 12 as Jornadas de Análisis Instrumental, 21 -23 October 2008, Barcelona, p. 30.

**Gallego, E.**, Roca, X., Perales, J.F., Guardino, X., 2009a. Determining indoor air quality and identifying the origin of odour episodes in indoor environments. *J. Environ. Sci.* 21, 333 -339.

**Gallego, E.**, et al. Characterization and determination of the odorous charge in the indoor air of a waste treatment facility through the evaluation of volatile organic compounds (VOCs) using TD -GC/MS. *Waste Management* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.07.010>

**Hernaiz, GC.**, *Primeras consideraciones sobre Jurisprudencia y legislación en relación con la Contaminación Odorífera*, Congreso Nacional de Medio Ambiente; Madrid 22-26 de noviembre de 2010.

**Iglesias A.**[3] *Los sulfuros en las aguas residuales. Sus efectos en la red de saneamiento. Estrategias para su eliminación*, Departamento de Química Analítica, Facultad de Ciencias, UNED, 2009.

**Iglesias García, A.** *La contaminación ambiental por olores. Estrategias de análisis y eliminación de las moléculas odoríferas*, DEA, UNED, 2012.

**Pertejo Castaño, L.**; Problemática de las industrias generadoras de malos olores. 2010. GT Contaminación odorífera CONAMA 10.

**Powers, W.**, 2004. *The Science of the Smell Part 3: Odour Detection and Measurement*. United States Department of Agriculture, Washington.

**Ribes, A.,** Carrera, G., Gallego, E., Roca, X., Berenguer, M.J., Guardino, X., **2007.** Development and validation of a method for air-quality and nuisance odors monitoring of volatile organic compounds using multi-sorbent adsorption and gas chromatography/mass spectrometry thermal desorption system. *J.Chromatogr. A* 1140, 44 -55.

**Ribes A , F . J . R o c a , J . F . P e r a l e s ,** *Mapes de concentració. Mapa d'olor i qualitat a TarrasaeProjecte l de l'` C05533, Universitat Polit`ecnica de Catalunya (UPC), 2004, p. 53*

**Stuetz R.M.** and Fenner R.A. (2003) Odour measurements using sensor arrays. In: *Odours in Wastewater Treatment: measurement, modelling and control*

**Urtiaga de Vivar Frontelo, A,** Conama 11, GT-06 **2012.**

## ANEXOS

**Anexo 1.** *“Determinación de COV en el ambiente interior de una planta TMB y su contribución a las unidades de olor y la calidad del aire”*

E. Gallego **a,1,** F.J. Roca **a,1** G. Sánchez **b,2,** P. Esplugas **b,2**

**a** Laboratori del Centre de Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya (LCMA-UPC), Avda. Diagonal, 647, E 08028 Barcelona, Spain

**b** Direcció de Prevenció y Gestió de Residuos del Área Metropolitana de Barcelona, DPGR-AMB, Carrer 62, 16-18, Zona Franca, E08040 Barcelona, Spain

*Revista Residuos (Junio 2012)*

**C p g z q** *Characterization and determination of the odorous charge in the indoor air of a waste treatment facility through the evaluation of volatile organic compounds (VOCs) using TD-GC / MS ”*

E. Gallego **a,** , F.J. Roca **a,1,** J.F. Perales **a,1,** G. Sánchez **b,2,** P. Esplugas **b,2**

**a** Laboratori del Centre de Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya (LCMA-UPC), Avda. Diagonal, 647, E 08028 Barcelona, Spain

b Dirección de Prevención y Gestión de Residuos del Área Metropolitana de Barcelona, DPGR-AMB, Carrer 62, 16-18, Zona Franca, E08040 Barcelona, Spain

Waste management 2012

**Anexo 3.** “Development and validation of a method for monitoring of volatile organic compounds using multi-sorbent adsorption and gas chromatography / mass spectrometry thermal desorption”.  
Alejandra Ribes a, Guillem Carrera a, Eva Gallego a, Xavier Roca a,

Ma José Berenguer b,1, Xavier Guardino b,1

a *Laboratori del Centre de Medi Ambient (LCMA), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Avda. Diagonal 647, 08028 Barcelona, Spain*

b *Centro Nacional de Condiciones de Trabajo, INSHT, C/Dulcet 2-10, 08034 Barcelona, Spain*

Journal of Chromatography A, 1140 (2007) 44 -55