

GESTIÓN DE OLORES Y SU ANÁLISIS EN CALIDAD DE AIRE.

PEPINO MINETTI, ROBERTO; FONSECA, JOSÉ M., SLYTHE, JAVIER; FERNÁNDEZ MARENCHINO, JAVIER; LÓPEZ, EDUARDO; TORRES, JULIO C.

Centro de Investigación y Transferencia en Ingeniería Química Ambiental (CIQA)
Facultad Regional Córdoba
Universidad Tecnológica Nacional
Maestro López esq. Av. Cruz Roja Argentina
Ciudad Universitaria (X5016ZAA) – Córdoba, Argentina
e-mail: rpm@ciqa.com.ar, web: www.ciqa.com.ar

Resumen. *El crecimiento de los centros urbanos y de las necesidades habitacionales, la falencia en la gestión del uso de suelo por parte de los municipios, evaluaciones erróneas sobre la selección de ubicación de ciertas industrias, entre otros, son algunos de los factores que generan tensiones entre algunas empresas y sus vecinos más cercanos. La gestión de olores en nuestro país no ha sido materia de grandes avances en la actualidad, debiéndose en parte a la complejidad del tema. La importancia de este tema se fundamenta en varios factores, como ser los problemas a la salud que se pueden generar debido a la exposición a olores ambientales como así también la pérdida de valor de las propiedades. La utilización de instrumental analítico es la forma más común de medición del impacto de ciertas sustancias al medio ambiente. Sin embargo, y debido a la dificultad de generar una correlación de los compuestos químicos a la aportación odorífica, ha ganado terreno la implementación de la olfatometría utilizando la nariz humana como sensor de mezclas odorantes. En este trabajo se presenta una revisión de la normativa nacional e internacional de gestión de olores, como así también una discusión sobre las técnicas más difundidas de medición, como son la olfatometría dinámica e instrumental.*

Palabras clave: Olor, conflictos empresa-sociedad, calidad de vida, olfatometría.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio de percepción por parte de la población de lo que décadas atrás se apreciaba como área con desarrollo industrial a lo que hoy llaman área con posible degradación ambiental ha llevado a la generación de conflictos entre algunas industrias y parte de la sociedad. Olores, ruidos, vibraciones y presencia de humo son causas comunes que afectan el nivel de vida de los ciudadanos y por lo tanto deben ser regulados por los gobiernos locales, provinciales y nacionales.

No es raro que, si no estamos resfriados, confiemos en nuestro olfato. Y muchas veces confiamos excesivamente y sacamos conclusiones apresuradas. Los sentidos son nuestro principal nexo informativo con el ambiente que nos rodea y nuestro cerebro integra la información recibida, la compara con “registros históricos” y, añadiendo información de comportamientos esperados o aprendidos, dispara una conducta. Resumiendo, si huele mal, fruncimos la nariz y si huele muy mal nos vamos, nos alejamos de la fuente. Hay sustancias o compuestos químicos, habitualmente utilizados en procesos industriales, que huelen muy mal

y en algunos casos son peligrosos y tóxicos [1].

La mayoría de los olores son mezclas de varios productos químicos que interactúan para producir lo que nuestro sentido del olfato nos informa como un olor. Por ejemplo, debe distinguirse entre “aire libre de olores” como aquel que no contenga compuestos químicos olorosos; y “aire fresco”, generalmente percibido como aire que no contiene químicos o contaminantes que sean desagradables (es decir, aire que huele a "limpio"). El aire fresco puede contener compuestos químicos olorosos, pero estos olores suelen ser de carácter agradable, como el césped recién cortado. Las percepciones de un olor, si se encuentra que es aceptable, objetable u ofensivo son en parte innatas y en parte determinadas a través de experiencias de la vida y por lo tanto puede ser subjetiva para el individuo [2].

Los órganos del sentido del olfato humano, junto con aquéllos del gusto, generalmente se consideran los más antiguos en el desarrollo evolutivo. Desde un punto de vista filogenético, su estimulación produce señales que inducen comportamiento de evasión o aproximación [3]. En 1991, los premio Nobel de Medicina de 2004 Linda Buck y Richard Axel, de la Universidad de Columbia descubrieron que entre 1.5 y 3% del genoma humano codifican exclusivamente nuestros receptores olfativos. Esto coloca al sentido del olfato en segundo lugar en uso de material genético, sólo por debajo del sistema inmunológico [4].

El aire ambiental contiene una mezcla de compuestos químicos provenientes de las actividades cotidianas de industrias, comercios, transporte, etc. que conforman la sociedad moderna. La exposición a esos compuestos químicos en el aire ambiental se ha convertido en una parte de la vida moderna. Sin embargo, de vez en cuando, los ciudadanos encuentran los olores de estos compuestos químicos molestos y objetables y en algún momento pueden declararlos como una molestia.

Un olor molesto generalmente es el resultado de una serie de episodios de olor experimentados por un ciudadano o ciudadanos. La frecuencia de estos episodios, la duración de cada episodio de olor, la intensidad de los olores y el carácter u ofensividad de los olores contribuyen a la experiencia definida como “molestia”. Los olores se están transformando en una de las causas de quejas más comunes en las agencias reguladoras ambientales. Una de las razones de este aumento es que debido a la falta de suelo edificable en las diferentes ciudades se están construyendo más viviendas cerca de instalaciones de tratamiento de residuos, tales como plantas de tratamiento de aguas residuales, rellenos sanitarios, entre otros [5]. Además, en nuestro país se ha producido un avance de las prácticas de cría intensiva de ganado bovino a corral (feed lot), de ganado porcino y de emprendimientos destinados a la industria avícola. Debido a que la mayoría de estas instalaciones de animales no tienen realmente sistemas de tratamiento de olores significativos en su lugar, ha habido un aumento significativo en las quejas.

También como los precios de las viviendas han aumentado significativamente en los últimos años, muchos residentes se han vuelto menos tolerantes incluso a olores ocasionales que se perciben como una invasión a la privacidad o pueden tener impactos negativos en los valores de dichas propiedades [5].

La adaptación al olor ocurre cuando una persona se acostumbra a un olor. El umbral de detección se ve afectado por la adaptación. La adaptación ocurrirá de manera diferente con cada odorante. La fatiga del olor ocurre con la exposición prolongada y cuando la adaptación

total ha ocurrido. El término anosmia hace referencia a la ausencia completa de la capacidad olfativa. Si la pérdida no es completa y sólo existe una disfunción parcial del umbral olfativo se define como hiposmia [6].

El olor, así como el ruido y las vibraciones es considerado un estresor ambiental, reconociendo que el estrés posee un efector adverso directo sobre la salud de las personas. Sin embargo, la legislación sobre ruidos y vibraciones ya ha logrado avances que finalizaron principalmente en reglamentaciones locales [7]. Los olores pueden producir además conflictos sociales, trastornos y restricciones para usos turísticos o de esparcimientos, lo que hace obligatorio su tratamiento en los ámbitos científicos, gubernamentales y sociales.

2. ENFOQUE NORMATIVO

La implementación de políticas de gestión de olores, programas de reducción y regulaciones requiere una medición fiable y precisa con una repetitividad, precisión y trazabilidad aceptables para proporcionar datos válidos de caracterización de olores que permanezcan estables en el tiempo. En consecuencia, se hizo urgente la necesidad de herramientas adecuadas para la medición del olor, lo que condujo al desarrollo de recomendaciones, directrices o normas nacionales en países como Alemania, Holanda (estos dos países fueron pioneros en realizar estudios a finales de la década del '80), Suecia, Dinamarca, Reino Unido y Francia. En 1990 comenzó a trabajar el Comité Europeo de Normalización en lo que se llamó International Comparison of Olfactometry (ICO) [8].

Un efecto adverso de la exposición al olor, como molestia o pérdida de confort, es subjetivo y no es algo que pueda ser totalmente definido o evaluado por métodos científicos solos; por lo tanto, una evaluación puede ser reforzada mediante la inclusión de una evaluación subjetiva de las condiciones de olor predominantes por aquellos directamente afectados o por observadores experimentados y capacitados.

Las técnicas de prueba sensorial utilizan la nariz humana como sensor analítico para permitir que la magnitud del olor (como intensidad o concentración), frecuencia, duración y ofensividad del olor se registren en un lugar particular en un momento específico.

Este es un enfoque aceptable considerando que actualmente ningún instrumento analítico puede dar una medida unificada de una mezcla compleja de compuestos químicos que la cuantifique como un todo de la misma manera que lo experimenta un ser humano. La prueba sensorial también permite evaluar el carácter del olor, que es un gran beneficio cuando hay diferentes fuentes de olor.

La prueba sensorial se puede realizar usando la nariz solamente (llamada sniff test o prueba de inhalación); o con la ayuda de un instrumento (llamado olfatómetro) en lo que se denomina olfatometría. La olfatometría se puede realizar directamente en campo mediante el empleo de un olfatómetro de campo; o se puede recolectar una muestra en un recipiente que resguarde la estabilidad de la muestra y posteriormente ser analizado en un laboratorio empleando un olfatómetro y un grupo de panelistas.

Con el sniff test, el evaluador entrenado analiza la intensidad del olor, mientras que la olfatometría de campo permite obtener una medida tanto de la intensidad del olor como la concentración del mismo [2].

Para la cuantificación de olores mediante olfatometría, la medida se lleva a cabo diluyendo una muestra de aire con olor mediante aire libre de olor hasta que el panelista pueda distinguirla del aire libre de olor (esta técnica se denomina dilución dinámica o olfatometría dinámica) [8]. Dicho de otra manera, se determina el umbral de detección (percepción) olfativa de una muestra gaseosa presentada a panelistas entrenados, a un flujo de aire y diluciones controladas, mediante un olfatómetro calibrado. El olfatómetro posee puertos a través de los cuales los panelistas realizan la percepción del olor. El umbral de detección olfativa se define como el número de diluciones en las que la mitad de un panel de personas entrenadas percibe el olor mientras que la otra mitad no lo hace. Por definición, el umbral de percepción olfativa es equivalente a 1 unidad de olor por metro cúbico de aire (ou/m^3). El número de diluciones de la muestra de olor requerida para obtener $1 \text{ ou}/\text{m}^3$ indica la concentración de olor de la muestra en las unidades de olor por metro cúbico de aire [ou/m^3]. El procedimiento de olfatometría dinámica ha sido normalizado en algunos países como ser Australia y Nueva Zelanda (norma AS/NZS 4323.3:2001); Europa (norma EN 13725:2003); Estados Unidos (norma ASTM E679-2011). Alemania añade instrucciones adicionales a la aplicación de la EN 13725 a través de VDI 3884, Parte 1:2015 [9]. La norma EN 13725 define un método para la determinación de la *concentración de olor* de una muestra gaseosa recogida en una bolsa de Tedlar™, Nalophan™, etc. (la cual debe ser analizada dentro de las 30 horas de tomada la muestra empleando olfatometría dinámica con evaluadores humanos) y la determinación de la *velocidad de emisión de olores* que emanan de fuentes puntuales, fuentes superficiales con flujo hacia el exterior y fuentes superficiales sin flujo hacia el exterior. Esta norma define además la unidad de olor europea (oue) como la cantidad de sustancia(s) olorosa(s) que, cuando se evapora en 1 metro cúbico de gas neutro en condiciones normales, origina una respuesta fisiológica de un panel (umbral de detección) equivalente al que origina una Masa de Olor de Referencia Europea (MORE) evaporada en 1 m^3 de gas neutro en condiciones normales. Siendo la Masa de Olor de Referencia Europea (MORE) equivalente a $123 \mu\text{g}$ n-butanol (CAS 71-36-3) evaporado en 1 metro cúbico de gas neutro, esto da lugar a una concentración de $0,040 \mu\text{mol}/\text{mol}$ de n-butanol. Una MORE evaporada en 1 m^3 de gas neutro en condiciones normales, es la masa de sustancia olorosa que el 50% de una población puede detectar como un estímulo sensorial [3].

$$1 \text{ MORE} = 123 \mu\text{g n - butanol} \tag{1}$$

1 MORE = 1 oue para la mezcla de sustancias olorosas

Durante el muestreo en la fuente de emisión es común utilizar pre-dilución de la muestra con un gas inerte como ser nitrógeno. Esta dilución de la muestra que ingresa a la bolsa se aplica en las siguientes situaciones:

- para evitar la condensación en la bolsa (aplicable para gases calientes que contienen elevada fracción de vapor de agua)
- reducir la concentración en la muestra para que la misma se ubique dentro del rango del método de análisis (en el caso de muestras de olores altamente concentradas)
- conservar la muestra reduciendo la concentración de oxígeno mediante dilución con nitrógeno (lo cual minimiza los procesos de oxidación en la bolsa)

La aplicación de la olfatometría como una herramienta práctica para la gestión ambiental planteó la cuestión importante de cuán grande debía ser el panel para actuar como una muestra representativa de la población en general para evaluar la respuesta a los olores [8]. La muestra de la población (4 a 8 sujetos, más o menos elegidos al azar) limita que la muestra sea representativa, conociendo la variabilidad de la sensibilidad dentro de la población. Esta práctica no cumple los requisitos estadísticos usados en el diseño experimental toxicológico, porque el tamaño de la muestra de la población requerida para ser representativa es mucho mayor que el número usual de miembros del panel usado en olfatometría. La solución está en normalizar los sujetos de ensayo usados para evaluar el efecto fisiológico, mediante selección de panelistas con una sensibilidad conocida a un material de referencia aceptado (n-butanol). La suposición establecida es que la sensibilidad para la referencia será un pronosticador de la sensibilidad a otras sustancias [3].

El único tipo de olfatometría instrumental adecuada para las mediciones de calidad de aire es la olfatometría portátil de campo: esta técnica incorpora un dispositivo de dilución dentro de un dispositivo portátil, permitiendo realizar mediciones directas de la concentración de olor en tiempo real en el campo sin necesidad de muestreo y posterior diluciones en el laboratorio. Este tipo de instrumentos realizan la medición de la intensidad de olores mediante la técnica de "Dilución hasta el Umbral (D/T)" en la cual se diluye el aire oloroso con aire neutro y se acota esa dilución hasta que el evaluador percibe el olor [2].

Existen varios olfatómetros de campo disponibles comercialmente, como el NasalRanger® y el Scentroid SM100; los cuales permiten obtener la relación entre el volumen de aire neutro y el volumen del aire oloroso (relación denominada D/T).



Foto N° 1: Olfatómetro de campo NasalRanger®



Foto N° 2: Olfatómetro de campo Scentroid SM100

El otro enfoque empleado en la gestión de olores consiste en el análisis instrumental de la composición del aire ambiental con el objetivo de determinar la concentración individual de la concentración de aquellos compuestos químicos cuyos umbrales de olor y/o irritación se encuentren señalados en la legislación local. Si bien este enfoque es de sencilla contrastación con los valores legales, presenta un enorme desafío en lograr límites de cuantificación bajos. Un método de muestreo ampliamente difundido es el empleo de canisters y posterior análisis con GC-MS (método US-EPA TO-15 [10]). Si deseamos lograr niveles más bajos aún, podemos considerar llevar a cabo un muestreo del tipo extractivo por un período de tiempo de monitoreo prolongado para aumentar el volumen de aire muestreado, lo cual se contrapone con el tiempo en que el olor puede persistir en un determinado sitio. Las muestras retenidas sobre materiales adsorbentes son posteriormente analizadas por desorción térmica acoplada a GC-MS (método US-EPA TO-17 [11]). Es por esto que las técnicas de muestreo continuo son más atractivas para este tipo de evaluaciones, como ser el empleo de cromatógrafos gaseosos (GC) portátiles (con detectores PID, ECD, MS, etc.) o equipos infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR). En ambos casos existen limitaciones, como ser el tiempo de análisis que necesitan los GC o la limitación en las concentraciones a detectar del FTIR extractivo dado principalmente por la longitud de la celda de paso del haz infrarrojo (Ley de Lambert y Beer). Para hacer frente a estos desafíos se llevaron a cabo avances tecnológicos como las narices electrónicas (GC rápidos) y los equipos de FTIR de camino abierto (OP-FTIR – open path) que permiten aumentar la longitud de paso y realizar mediciones perimetrales que abarquen la variabilidad en la dispersión de los compuestos debido a cambios en la dirección del viento (método US-EPA TO-16 [12]). La principal ventaja del FTIR frente al GC es que permite analizar tanto compuestos inorgánicos como orgánicos volátiles.



Foto N° 3: OP-FTIR Monostático (con retro-reflector), marca Cerex, modelo AirSentry

3. ENFOQUE LEGAL INTERNACIONAL Y LOCAL

Para la gestión de los olores a nivel internacional se utilizan diversos enfoques, como ser métodos instrumentales para la determinación de la concentración de olores y compuestos químicos individuales en aire ambiental (estándares de máximo impacto); distancias de separación fija y variable (estándar de distancia de separación); tasa máxima de emisión de olores y compuestos químicos individuales (estándares de emisión máxima); número de quejas o nivel de molestia (estándares basados en quejas) [9].

Los factores cuyo acrónimo es FIDOL permiten cuantificar que tan molesto puede ser un olor proporcionando una base comúnmente aceptada para el desarrollo de criterios legales para la gestión de olores ambientales. Esta sigla significa: frecuencia (F), intensidad (I), duración (D), ofensividad (O) y localización (L). Los estándares alemanes VDI 3880, 3882 y 3940 tratan de dar un marco normativo completo de los factores FIDOL.

En nuestro país no existe legislación nacional que incluya la gestión de olores, es por eso que es común hacer uso de la Ley N° 5965 de la Provincia de Buenos Aires, reglamentada a través del Decreto N° 3395/96 el cual en su Anexo V hace mención escueta a la gestión de olores señalando tres tablas, las dos primeras están dirigidas a definir escalas de intensidad de olores y de irritación nasal y de ojos; sin embargo, se señala que en caso de conflicto se recurrirá a la tercera Tabla de Umbrales de Olores e Irritación en la cual se tabulan los umbrales de olor (en ppm) de 56 compuestos químicos individuales [13]. Sobre esta legislación podemos mencionar algunas falencias, como ser:

- no considera el tipo de fuente o fuentes que generan los olores.
- no considera a los receptores ni el escenario que permita evaluar la exposición de los mismos, al no definirse períodos de tiempo, frecuencia, entre otros.
- no indica la metodología ni el tiempo de muestreo y análisis

Brancher et al. (2017) realizan una acabada revisión de los estándares de olores en 28 países, siendo el criterio de máximo impacto el más empleado (considerando el percentil) [9]. A modo de ejemplo se presenta un resumen de los estándares adoptados en Holanda:

Tipo de industria	Criterio de exposición al olor (ouE/m ³ como percentil 98)
Galletas y productos de panificación	5
Tostado de café	3,5
Alimentos para animales	1,4
Compostaje	1,5
Cervecerías	1,5
Tratamiento de aguas residuales	1,5 (en áreas industriales, sino 0,5 en áreas residenciales)
Criaderos de animales	0,7
Frigoríficos	0,55

Tabla N° 1: Criterios de exposición de olores en Holanda

Vale la pena aclarar que un valor límite de olor de 0,55 ouE/m³ como percentil 98 significa que una concentración media horaria de 0,55 ouE/m³ no debe superarse más del 2% del tiempo, es decir, 175,2 horas por año. Este percentil 98 es muy difícil de determinar en condiciones de campo ya que requeriría un monitoreo continuo (cada hora del año) en los alrededores del sitio.

Una de las técnicas de evaluación de impacto más comúnmente aplicadas utiliza la tasa de emisión de olores (expresada a 20°C, 1.013 hPa, en condiciones húmedas) como dato de partida, dada por la concentración de olor multiplicada por el caudal volumétrico emitido por la fuente, considerando datos topográficos y meteorológicos del sitio y la simulación mediante modelos de dispersión de contaminantes en la atmósfera para estimar la dilución del olor en el ambiente circundante a la fuente. Esta técnica permite predecir la dispersión del olor alrededor de la fuente bajo estudio al determinar las concentraciones de olor en superficie expresadas para un tiempo promedio (percentil 98 de las concentraciones medias horarias en un año). Una vez que se han calculado los valores estadísticos de la concentración de olor, éstos se comparan con los valores legales de inmisión para cada uno de los receptores estudiados.

4. CONCLUSIONES

- La percepción sensorial junto con mediciones analíticas, son los métodos más utilizados para la caracterización de los olores. Las cinco dimensiones principales usadas clásicamente para caracterizar los olores se pueden resumir por el acrónimo CICOP: concentración (C), intensidad (I), carácter (C), ofensividad (O) y persistencia (P). Siendo la “concentración del olor” la dimensión más comúnmente utilizada para caracterizar los olores con fines regulatorios [3].
- En Argentina, a través del Decreto 3395 reglamentario de la Ley 5965 de la Provincia de Buenos Aires, se hace mención a la “intensidad del olor”, sin embargo para fines regulatorios se emplea el “análisis instrumental” para la determinación de la concentración individual de los compuestos que generan olores, sin considerar los

conceptos CICOP ya que la concentración considerada no hace referencia a la sinergia generada por la mezcla de compuestos químicos que generalmente se encuentran en aire ambiental y no permiten definir si el olor puede generar molestia. Es por esto que se hace urgente el desarrollo de una normativa técnica y legal actualizada que sirva como herramienta a las autoridades de aplicación para la gestión de olores. Para mayor información sobre los diferentes enfoques legales para la gestión de olores, recomendamos consultar Brancher et al. (2017) quien presenta una revisión que incluye los estándares de 28 países alrededor del planeta.

- Debido a la dificultad de generar una correlación de los compuestos químicos a la aportación odorífica ha ganado interés en la actualidad la olfatometría. Las normas VDI 3880, VDI 3882, VDI 3940, VDI 3884 y EN 13725 (estas dos últimas normalizan la olfatometría dinámica) dan un marco adecuado para llevar a cabo olfatometría tratando de ser objetivo en una determinación subjetiva. Sin embargo, la olfatometría de dilución dinámica realizada en laboratorio no debería usarse para las mediciones de olores ambientales ya que la norma EN 13725 tiene por objetivo medir la concentración de olor de las emisiones desde una fuente puntual. Los olfatómetros de campo son capaces de completar la prueba de sniff test haciendo que la intensidad del olor en calidad de aire o inmisión se mida cuantitativamente, en unidades de concentración de dilución hasta el umbral (D/T), en lugar de una intensidad subjetiva de olor basada en una escala como en el sniff test. La relación D/T es similar a las unidades de ou/m³ utilizadas en la olfatometría dinámica, aunque las dos no son directamente comparables porque la primera se basa en el umbral de detección de olores de un individuo y el segundo en un panel conformado típicamente entre 4 a 8 personas, esto puede ser subsanado si se utilizan más operadores de campo entrenados para la misma medición. El olfatómetro de campo mostró ser un equipo adecuado para mediciones rápidas en las cuales se determina la concentración del olor directamente en campo, sin necesidad de tomar muestras en bolsas que puedan llegar a ser afectadas por falta de estabilidad con el tiempo de la muestra hasta ser analizada en el laboratorio. Debemos aclarar además que el olfatómetro de campo puede además trabajar con muestras tomadas en bolsas, siguiendo lo indicado en la norma EN 13725. Debido a la experiencia de campo desarrollada por personal de CIQA es recomendable trabajar con un muestreo con bolsa en puntos de monitoreo de calidad de aire (inmisión) en el que se presentan elevadas concentraciones de olor que rápidamente generan una adaptación por parte del operador del equipo cuando arriba a dicho sitio. En este caso, el análisis se puede completar realizando el análisis con el olfatómetro de campo en un lugar más alejado en donde la intensidad del olor ambiental no sea tan alta, quedando el personal involucrado en el muestreo sin posibilidad de realizar la medición posterior con el olfatómetro.
- Por último, no podemos desconocer que todas las herramientas de evaluación de olores, ya sean modelos u observaciones empíricas, tienen un grado de incertidumbre asociado con sus estimaciones de impacto el cual debe ser incluido en las evaluaciones que se realicen.

5. REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, Superintendencia de Riesgos del Trabajo, Centro de Información y Asesoramiento en Toxicología Laboral, PREVENTOX, Apunte N° 2 de Toxicología Ambiental: *Algo huele mal aquí* (2014).
- [2] Bull et al., *IAQM Guidance on the assessment of odour for planning*, Institute of Air Quality Management, London. www.iaqm.co.uk/text/guidance/odourguidance (2014).
- [3] European Committee for Standardization (CEN), EN 13725: Air Quality: Determination of Odour Concentration by Dynamic Olfactometry. CEN, Brussels (2003).
- [4] L. Buck y R. Axel, "A novel multigene family may encode odorant receptors: A molecular basis for odor recognition", *Cell*. Vol. **66**, pp 175-187, (1991).
- [5] T. Mahin, "Measurement and Regulation of Odors in the USA", *Odor Measurement Review*, Ministry of the Environment, Government of Japan, pp. 62-68, (2003).
- [6] A. Ropper, R. Brown, "Trastornos del olfato y el gusto", *Principios de Neurología*, pp. 195-202. McGraw-Hill Interamericana, Méjico, (2007).
- [7] W. Murguía, "Contaminación por olores: el nuevo reto ambiental", *Gaceta Ecológica*, Vol. **82**, pp. 49-53, (2007).
- [8] A. van Harreveld et al., "A Review of 20 Years of Standardization of Odor Concentration Measurement by Dynamic Olfactometry in Europe", *Journal of the Air & Waste Management Association*, Vol. **49:6**, pp. 705-715, (1999).
- [9] M. Brancher et al., "A review of odour impact criteria in selected countries around the world", *Chemosphere*, Vol. **168**, pp 1531-1570, (2017).
- [10] Environmental Protection Agency of United States, "Air Method, Toxic Organics-15 (TO-15): Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air, Second Edition: Determination of Volatile Organic Compounds (VOCs) in Air Collected in Specially-Prepared Canisters and Analyzed by Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS)." *EPA 625/R-96/010b*, (1999).
- [11] Environmental Protection Agency of United States, "Air Method, Toxic Organics-17 (TO-17): Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air, Second Edition: Determination of Volatile Organic Compounds in Ambient Air Using Active Sampling Onto Sorbent Tubes," *EPA 625/R-96/010b*, (1999).
- [12] Environmental Protection Agency of United States, "Air Method, Toxic Organics-16 (TO-16): Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air, Second Edition: Long-Path Open-Path Fourier Transform Infrared Monitoring of Atmospheric Gases", *EPA 625/R-96/010b*, (1999).
- [13] Ley 5965 de la Prov. de Buenos Aires, "Protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera", Decreto Reglamentario N° 3395/96.