

***LINEAMIENTO PARA LA
VIGILANCIA SANITARIA Y
AMBIENTAL DEL IMPACTO DE
LOS OLORES OFENSIVOS EN LA
SALUD Y CALIDAD DE VIDA DE
LAS COMUNIDADES EXPUESTAS
EN AREAS URBANAS***

CONVENIO COOPERACIÓN
TÉCNICA No. 485/10

MINISTERIO DE SALUD Y
PROTECCIÓN SOCIAL

ORGANIZACIÓN
PANAMERICANA DE LA
SALUD

2012



MinSalud
Ministerio de Salud
y Protección Social

**PROSPERIDAD
PARA TODOS**



**Organización
Panamericana
de la Salud**

Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud

DIRECTIVOS

DR. ALEJANDRO GAVIRIA URIBE
Ministro de Salud y Protección Social

DRA. BEATRIZ LONDOÑO SOTO
Ex Ministra de Salud y Protección Social
DR. MAURICIO SANTA MARÍA SALAMANCA
Ex Ministro de Salud y Protección Social

DR. CARLOS MARIO RAMIREZ
Viceministro de SP y Prestación de Servicios

DR. TEOFILO MONTEIRO
Representante a.i. OPS/OMS Colombia

DRA. ANA CRISTINA NOGUEIRA
Ex Representante OPS/OMS Colombia

DRA. MARTHA LUCIA OSPINA
Directora Epidemiología y Demografía - MSPS

DR. LENIS URQUIJO
Director Promoción y Prevención - MSPS

DELEGADOS COMITÉ TÉCNICO DEL CONVENIO

Por el Ministerio de Salud y Protección Social

ARTURO DÍAZ
ALDEMAR PARRA
DIEGO GARCIA
MARTHA L. OSPINA
FERNANDO RAMIREZ
ELKIN OSORIO

Por la OPS/OMS

TEÓFILO MONTEIRO
OSVALDO SALGADO
CRISTINA PEDREIRA
GUILLERMO GUIBOVICH
HERNAN VÁSQUEZ

ERNESTO MORENO NARANJO

Supervisor del Convenio

LUCY ARCINIEGAS MILLÁN

Secretaria Ejecutiva del Convenio

PATRICIA VEGA MORENO

Administradora del Convenio

REFERENTES TÉCNICOS DE LA LÍNEA DE SALUD AMBIENTAL

ARTURO DÍAZ GÓMEZ

Profesional Especializado Subdirección de Salud Ambiental - MSPS

ELSY DEL PILAR GONZÁLEZ CASAS

Profesional Especializado Subdirección de Salud Ambiental - MSPS

TEÓFILO MONTEIRO

Asesor Salud Ambiental y Desarrollo Sostenible – OPS/OMS

GUSTAVO SOLANO FRANCO

Consultor Nacional Convenio OPS/OMS - MSPS

CONSULTOR(es)

MOISÉS WASSERMAN LERNER

Representante Legal Universidad Nacional de Colombia

MARTHA LUCÍA ALZATE.

Coordinadora Doctorado Interfacultades en Salud Pública

LEONARDO QUIROZ

Coordinador Técnico Operativo

Asesores

LUIS JORGE HERNÁNDEZ. PhD

HÉCTOR GARCÍA. PhD

FERNANDO DE LA HOZ. PhD

MARÍA TERESA OCHOA. Msc

Profesionales

CAROLAY CORREDOR. Esp

LIZETH CANTOR CANTOR

LUIS CAMILO BLANCO. Msc

ANA MARÍA VARGAS

GLORIA GUEVARA JARAMILLO. Esp

Este documento ha sido elaborado en el marco del Convenio 485 de 2010 suscrito entre el Ministerio de Salud y Protección Social y la Organización Panamericana de la Salud.

Los productos resultantes del Convenio son propiedad de las partes. No podrán ser cedidos ni reproducidos sin el

ÍNDICE

	Pág.
Siglas y acrónimos.....	11
símbolos y abreviaturas.....	13
glosario	14
presentación.....	17
introducción	18
1. Objetivos.....	20
1.1. Objetivo General	20
1.2. Objetivos Específicos.....	20
2. Metodología de formulación de los lineamientos.....	21
3. Marco teórico	23
3.1. Aspectos Químicos de las Sustancias Asociadas a Olores Ofensivos	23
3.1.1. Sustancias generadoras de olores ofensivos	23
3.1.2. Aspectos ambientales de las sustancias generadoras de olores ofensivos	24
3.2. Principales Actividades Generadoras de Olores Ofensivos	25
3.2.1. Plantas de tratamiento de agua residual	27
3.2.2. Rellenos sanitarios.....	28
3.2.3. Cría y sacrificio de animales	29
3.2.4. Curtido y acabado de cueros	29
3.2.5. Industrias de subproductos de origen animal y vegetal.....	31
3.2.6. Industria petroquímica.....	32
3.3. Caracterización de los olores ofensivos	33
3.3.1. Técnicas sensoriales.....	33
3.3.2. Técnicas analíticas.....	37
3.4. Umbrales Permisibles Para Olores Ofensivos en Áreas Urbanas.....	38

3.5.	Control de Olores Ofensivos	41
3.5.1.	Tecnologías físico – químicas	42
3.5.2.	Tecnologías químicas	44
3.5.3.	Tecnologías biológicas.....	48
3.6.	Impacto en Salud y Calidad de Vida por Exposición a Olores Ofensivos.....	50
3.6.1.	Fisiología del Olfato	51
3.6.2.	Efectos a la salud por exposición a sustancias químicas. Toxicología de los olores.....	52
3.6.3.	Efectos en la salud causados por endotoxinas asociadas a olores	67
3.6.4.	Evidencia del impacto de los olores ofensivos generados por actividades económicas prioritarias en la calidad de vida y la salud	68
3.7.	La Vigilancia Sanitaria y Ambiental de los Olores Ofensivos y su Impacto en la Salud y Calidad de Vida en Áreas Urbanas	74
3.7.1.	Vigilancia en el nivel internacional y nacional.....	76
4.	Normativa relacionada con olores ofensivos	79
4.1.	Normativa Existente en el Nivel Internacional.....	79
4.1.1.	España.....	79
4.1.2.	Alemania.....	81
4.1.3.	Estados Unidos.....	82
4.1.4.	México	82
4.1.5.	Chile	82
4.1.6.	Argentina	84
4.2.	Marco Legal en el Nivel Nacional	84
5.	Estrategia para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto a la salud y la calidad de vida asociados a la contaminación por olores ofensivos en áreas urbanas	94
5.1.	Vigilancia a Cargo de la Autoridad Sanitaria	95
5.1.1.	Vigilancia de los efectos en la salud y calidad de vida de la población expuesta	95
5.1.2.	Inspección, vigilancia y control de establecimientos generadores de olores ofensivos por parte de la autoridad sanitaria.....	99
5.2.	Vigilancia a Cargo de la Autoridad Ambiental.....	101
5.2.1.	En actividades económicas generadoras de olores ofensivos.....	101

5.2.2. En áreas contaminadas por olores ofensivos o fuentes naturales intervenidas que generen olores ofensivos.	101
5.3. Indicadores	102
5.3.1. Indicadores poblacionales.....	102
5.3.2. Indicadores de impacto a la salud y calidad de vida por exposición a olores ofensivos.....	102
5.3.3. Indicadores de gestión.....	103
5.3.4. Indicadores de impacto.....	103
5.4. Preparación para la Implementación.....	103
5.5. Recursos Requeridos para la Implementación	104
5.5.1. Talento humano.....	104
5.5.2. Recurso técnico	105
5.6. Conclusiones y Recomendaciones.....	105
Bibliografía.....	141
Anexo 1. Propiedades de las sustancias químicas asociadas a olores ofensivos	107
A.1.1. Gases y Líquidos Inorgánicos, Compuestos de Azufre Reducido S-2	118
A.1.1.1. Sulfuros	118
A.1.1.2. Mercaptanos.....	119
A.1.1.3. Gases derivados del Nitrógeno:.....	122
A.1.2. Ácidos Orgánicos y Derivados	123
A.1.3. Compuestos Aromáticos y Derivados:	124
Anexo 2. Encuesta de evaluación de impactos de los olores ofensivos en la salud y la calidad de vida.	128
Anexo 3. Acta de atención a quejas relacionadas con olores ofensivos.....	131
Anexo 4. Acta de visita a establecimientos generadores de olores ofensivos	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aspectos ambientales de las sustancias asociadas a olores ofensivos.	24
Tabla 2. Actividades generadoras olores ofensivos y sustancias químicas asociadas a éstos.....	26
Tabla 3. Tablas FIDO (Frecuencia Intensidad y Duración del Olor).....	36
Tabla 4. Umbrales olfativos y de seguridad.....	39
Tabla 5. Niveles permisibles o de inmisión para sustancias de olores ofensivos a condiciones de referencia (25°C y 760 mm Hg).....	40
Tabla 6. Límites de inmisión para mezclas de sustancias de olores ofensivos en actividades económicas generadoras de olores ofensivos.....	40
Tabla 7. Efectos de la exposición a ácido sulfhídrico.....	56
Tabla 8. Relación entre concentración de H ₂ S en el ambiente, intensidad del olor y molestias en la salud y estado de ánimo.	70
Tabla 9. Normativa nacional del sector salud relacionada con la generación de olores ofensivos.	84
Tabla 10. Normativa nacional del sector ambiental relacionada con la generación de olores ofensivos.....	87
Tabla 11. Normativa nacional del sector económico relacionada con la generación de olores ofensivos.....	91
Tabla 12. Normativa nacional del sector agrícola relacionada con la generación de olores ofensivos.	92
Tabla 13. Actividades a desarrollar mediante vigilancia centinela.	97
Tabla 14. Actividades económicas objeto de vigilancia sanitaria y entidades con quien se debe realizar gestión intersectorial.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Fases para Desarrollar un Estudio Olfatométrico.....	34
Ilustración 2. Ejemplo de un Nomograma.....	35
Ilustración 3. Rango de aplicación de tecnologías para el tratamiento de emisiones gaseosas.	41
Ilustración 4. Fases de la digestión anaerobia.	50
Ilustración 5. Contaminación por olores en España – (porcentaje de viviendas familiares con problemas de contaminación por malos olores).	80
Ilustración 6. Esquema de vigilancia sanitaria y ambiental.....	94
Ilustración 7. Esquema de vigilancia centinela basada en encuestas.....	95
Ilustración 8. Esquema de vigilancia basada en quejas y reclamos.	98

ANEXOS

Anexo 1. Propiedades de las sustancias químicas asociadas a olores ofensivos.

Anexo 2. Encuesta de evaluación del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en áreas urbanas.

Anexo 3. Acta de atención a quejas relacionada con exposición a olores ofensivos. Encuesta de percepción.

Anexo 4. Acta de visita a establecimientos generadores de olores ofensivos.

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

AAU: Autoridades Ambientales Urbanas.
ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
AFO: Animal Feed Operations.
ASAE: American Society for Agricultural Engineers
ASTM: American Society for Testing and Materials
ATSDR: Agency for Toxic Substances and Disease Registry.
AUNAP: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca
BSR: Bacterias Sulfato Reductoras.
BTSR: Bacterias Tiosulfato Reductoras.
CAA: Clean Air Act
CAFO: Concentrated Animal Feed Operations.
CAR: Corporaciones Autónomas Regionales.
COTSA: Comités Territoriales de Salud Ambiental.
DBO: Demanda Biológica de Oxígeno.
DHHS: Department of Human and Health Service.
DQO: Demanda Química de Oxígeno.
DL: Dosis Letal
ESE: Empresa Social del Estado.
EPA: Environmental Protection Agency.
ESP: Empresas de Servicios Públicos
IARC: International Agency for Cancer Research.
ICA: Instituto Colombiano Agropecuario
INCODER: Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
INVIMA: Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
LC: Lethal Dose
LD: Lethal Concentration
LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
MSDS: Material Safety Data Sheet.
MTD: Mejor Tecnología Disponible.
NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health.
OMS: Organización Mundial de la Salud.
OPS: Organización Panamericana de la Salud.
OSHA: Occupational Health and Safety Advisory Services.
OTR: Oxidación Térmica Regenerativa.
PROFEPA: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

PSMV: Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos

PTAR: Planta de Tratamiento de Agua Residual.

TLV-TWA: Threshold Limit Value - Time-Weighted Average

TRS: Total Reduced Sulfur Compounds

VOC / COV: Volatile Organic Compounds / Componentes Orgánicos Volátiles.

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

H₂S: Ácido Sulfhídrico

IgE: Inmunoglobulina E.

kPa: kilo Pascal (medida de presión).

kg: kilogramo

mg: miligramo

m³: metro cúbico

mm Hg: milímetros de mercurio (medida de presión).

µg/l: microgramo por litro (medida de concentración)

NH₃: Amoníaco

pH: potencial de Hidrógeno

PM₁₀: Material particulado de tamaño inferior a 10 micras

ppb: partes por billón (medida de concentración).

ppm: partes por millón (medida de concentración).

UO_E: Unidad de Olor Europea.

GLOSARIO

ANOSMIA. Pérdida completa del sentido del olfato (1).

ÁREA URBANA. Zona conformada por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas, agrupadas en manzanas, las cuales están delimitadas por calles, carreras o avenidas, principalmente. Generalmente cuenta, con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales y colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las ciudades capitales y las cabeceras municipales (2).

BACTERIAS ANAEROBIAS. Son microorganismos que viven y crecen en ausencia de oxígeno. El hábitat de las bacterias anaerobias está limitado a las zonas corporales del ser humano y de los animales en las que la tensión del oxígeno es baja. Son particularmente frecuentes en la boca, las vías respiratorias altas, la vagina y el intestino (3).

BACTERIAS GRAM NEGATIVAS. Son microorganismos generalmente anaerobios, presentes en la membrana de la flora en todo el cuerpo; actúan como patógenos y son los principales causantes de infecciones y una de las especies más resistentes a los antibióticos. En microbiología se caracterizan por no teñirse de azul oscuro o violeta por la tinción de Gram (deben su nombre al bacteriólogo danés Christian Gram), debido a la estructura de su pared celular. (3)

DENSIDAD RELATIVA. La densidad relativa de una sustancia es el cociente entre su densidad y la de otra sustancia diferente que se toma como referencia o patrón. Para sustancias líquidas se suele tomar como sustancia patrón el agua, cuya densidad a 4° C es igual a 1.000 kg/m³. Para gases, la sustancia de referencia la constituye con frecuencia el aire, que a 0° C de temperatura y 1 atm de presión tiene una densidad de 1,293 kg/m³ (4).

DESCOMPOSICIÓN ANAEROBIA O ANAERÓBICA. Es la descomposición incompleta de la materia orgánica por las bacterias, en ausencia de oxígeno (5).

DOSIS LETAL (DL). La dosis letal, también conocida por sus siglas en inglés LD (lethal dose), es la cantidad de toxina que produce la muerte a la totalidad de los miembros de la población de una especie dentro de un período de tiempo especificado (1).

DOSIS LETAL CINCUENTA (DL50). Cantidad de material tóxico, que como mínimo debe introducirse en cada organismo viviente de un lote de n individuos para que produzca la muerte de al menos el 50% de ellos, es decir, la muerte de n/2 individuos. Se expresa en mg/kg de peso vivo (1).

EMISIÓN. Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un receptor. Se entiende por inmisión la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable al nivel de la tropósfera (6).

ENDOTOXINA. Componente de la pared celular de las bacterias Gram-negativas constituida por lípidos y polisacáridos. Son liberadas en el momento de la lisis de estas bacterias y son responsables de manifestaciones sistémicas, como escalofrío, fiebre, choque séptico y la muerte. Los lipopolisacáridos, elementos biológicamente activos de las endotoxinas, tienen acción sobre el sistema inmune, la coagulación y la inflamación (7).

EPITELIO OLFATIVO. El epitelio olfativo u olfatorio es una pequeña zona de $2,5 \text{ cm}^2$, que ocupa la parte superior de la cavidad nasal, cubre la superficie inferior de la lámina cribosa del etmoides y se extiende sobre la parte superior de los cornetes nasales (8).

FATIGA OLFATIVA. Fenómeno mediante el cual el sentido del olfato, se acostumbra a un olor después de estar en contacto con él (9).

HIPOSMIA. Reducción de la capacidad del sentido del olfato (1).

INMISIÓN. Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un "receptor". Se entiende por inmisión la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable al nivel de la troposfera (6).

OLFATOMETRÍA. Técnica sensorial de medición de olores que se usa para determinar el grado de molestia que pueden ocasionar ciertos olores a la población (9).

OLOR OFENSIVO. Es el olor generado por sustancias o actividades industriales, comerciales o de servicio, que produce fastidio, aunque no cause daño a la salud humana (6).

PRESIÓN DE VAPOR. Constante fisicoquímica característica de cada sustancia. Para una temperatura dada, es la presión que ejerce la fase gas de una sustancia pura en equilibrio con su fase líquida o sólida; esta presión la ejerce el vapor de la sustancia sobre las paredes del recipiente cerrado herméticamente, en el cual se encuentre contenido (10).

PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS. conjunto de propiedades o atributos de la materia que se pueden percibir por los órganos de los sentidos, tales como olor, color, sabor, textura, etc. (11).

PROTEÍNAS G. las proteínas G, ubicadas en la membrana celular, son transductores de señales que llevan información desde el receptor hasta una o más proteínas efectoras (1).

SOLUBILIDAD. Medida de la capacidad de disolverse una determinada sustancia (solute) en un determinado medio (solvente); corresponde a la máxima cantidad de soluto disuelto en una dada cantidad de solvente a una temperatura fija; en dicho caso se establece que la solución está saturada (10).

TONO HEDÓNICO. Factor subjetivo que permite definir si un olor es agradable, desagradable, nauseabundo, etc. (12).

UMBRAL DE PERCEPCIÓN. Valor mínimo de una magnitud, a partir del cual se recibe la sensación interior resultante de ese efecto en los sentidos (12).

UMBRAL OLFATIVO. Cantidad mínima requerida de una sustancia para que sea detectada por el olfato (9).

UNIDAD DE OLOR EUROPEA. unidad de medición de concentración del olor, dada por el número de diluciones de una sustancia en un gas neutro necesarias para que sea percibida por el 50% de panelistas, especializados en la medición de olores mediante técnicas sensoriales (9).

VALOR LÍMITE UMBRAL. Concentración promedio o ponderada en el tiempo para una jornada de trabajo de 8 horas diarias, 40 horas semanales (9).

PRESENTACIÓN

La Universidad Nacional de Colombia y la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS) firmaron la carta acuerdo CO/LOA/1100037.001 con el propósito de apoyar la línea de acción “salud ambiental (hábitat saludable) para el fortalecimiento de la gestión en Calidad del Aire, Ruido, Olores Ofensivos y Campos Electromagnéticos a nivel nacional y territorial. Como resultado se presenta el lineamiento para la Vigilancia Sanitaria y Ambiental de los efectos en la salud y calidad de vida relacionados con la contaminación olores ofensivos en los centros urbanos.

La elaboración del lineamiento se apoyó en la revisión de la evidencia científica publicada sobre el impacto en la salud y calidad de vida, asociado a la contaminación por olores ofensivos, la cual se complementó con la revisión de literatura gris y documentación institucional. La normativa nacional e internacional referente al tema fue igualmente consultada, en especial lo concerniente a la vigilancia sanitaria y ambiental de la contaminación por olores ofensivos. Se centró el análisis en las autoridades sanitarias o ambientales de la Unión Europea (Alemania, España), Argentina, México, Chile y USA.

Como resultado se presenta una línea de base que contiene la estrategia para realizar la vigilancia sanitaria y ambiental de los efectos en la salud y la calidad de vida relacionados con la contaminación por olores ofensivos, el cual está pensado teniendo en cuenta las condiciones y necesidades de las áreas urbanas en el país.

INTRODUCCIÓN

Los olores ofensivos en los centros poblados han sido un tema de interés para la población y las autoridades desde la antigüedad (13), (14). Recordemos el pasaje de El Decamerón: *“...saliendo a pasear, llevando en las manos flores, hierbas odoríferas o cualquier clase de especias, que se llevaban a la nariz con frecuencia por estimar que era óptima cosa confrontar el cerebro con tales olores contra el aire impregnado todo del hedor de los cuerpos muertos y cargado y hediondo por la enfermedad y las medicinas.”* (15).

Los avances en la ingeniería sanitaria permitieron el control de los olores en las ciudades modernas; sin embargo, aún se identifican actividades económicas y sitios específicos donde la problemática persiste y afecta a las comunidades residentes en sus vecindades y obliga a las autoridades a intervenir con fundamento en las normas vigentes en cada país (16).

En Colombia, la Ley 9ª de 1979 en su Artículo 1º “establece las normas generales de base para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana; además define los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de las descargas de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del ambiente, necesarias para asegurar el bienestar y la salud humana. Complementariamente, el Decreto 3518 de 2006, determina que la Vigilancia de la Salud Pública es una función esencial asociada a la responsabilidad estatal y ciudadana de protección de la salud (17).

La vigilancia del impacto de la contaminación por olores ofensivos, en la Salud Pública, debe realizarse desde una perspectiva que incluya tanto efectos directos a la salud como el deterioro de la calidad de vida (18).

El presente documento está conformado por 5 capítulos: el primero se refiere a los objetivos general y específicos del documento; el segundo describe el propósito de los lineamientos, el tercer capítulo corresponde al marco teórico, lo cual incluye las generalidades de los olores ofensivos, la fisiología olfativa y niveles permisibles de los olores, las principales actividades generadoras de olores ofensivos, la descripción de las principales sustancias asociadas, su química y toxicología, las técnicas de caracterización y las principales tecnologías empleadas para el control de los olores ofensivos. En este capítulo también se describe el impacto en la salud y las experiencias publicadas sobre la

vigilancia sanitaria y ambiental de los olores ofensivos. El cuarto capítulo es un análisis de la normativa relacionada con el tema. El quinto capítulo contiene la estrategia para desarrollar la vigilancia sanitaria y ambiental en los municipios, en el marco de las responsabilidades legales y el conocimiento científico.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

Definir los lineamientos para la vigilancia sanitaria y ambiental del impacto en la salud y calidad de vida asociados a la exposición a olores ofensivos en áreas urbanas.

1.2. Objetivos Específicos

- ➔ Identificar los impactos en la salud y la calidad de vida que se encuentran asociados a la exposición a olores ofensivos y que deben vigilarse en las poblaciones expuestas en áreas urbanas.
- ➔ Identificar las poblaciones en quienes se debe intensificar la vigilancia en salud pública por su cercanía a actividades económicas y lugares prioritarios en áreas urbanas.
- ➔ Recomendar las acciones de Inspección, Vigilancia y Control sanitario que deben desarrollarse en coordinación con las autoridades ambientales, para reducir el riesgo a la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas a olores ofensivos en áreas urbanas.

2. METODOLOGÍA DE FORMULACIÓN DE LOS LINEAMIENTOS

La construcción del documento se inició con la selección del equipo de trabajo interdisciplinario. Posteriormente se elaboró el documento del estado del arte con base en una revisión bibliográfica de literatura relacionada con los efectos en salud y calidad de vida por exposición a olores ofensivos. La revisión bibliográfica que se llevó a cabo para su elaboración se realizó partiendo de cuatro preguntas orientadoras:

- ➔ ¿Qué estrategias o métodos se han usado para estudiar o medir los efectos en la salud de la población general de los centros urbanos, asociados a la exposición a olores ofensivos?
- ➔ ¿Qué efectos en la salud de las comunidades urbanas se han asociado a olores ofensivos?
- ➔ ¿Qué métodos de medición de olores ofensivos se han utilizado para estudiar sus efectos en la salud de la población de los centros urbanos?
- ➔ ¿Qué métodos de control de olores ofensivos se están aplicando actualmente en centros urbanos?

La estrategia de búsqueda de literatura indexada se desarrolló mediante siete ecuaciones de búsqueda: “contaminación ambiental por olores” AND “salud pública”, “contaminación por olores” AND “salud pública”, “olores ambientales” AND “salud”, “contaminación por olores” AND “animales”, “molestia por olores” AND “public health”, “evaluación del olor”, “contaminación por olor” AND “control”

Los límites de búsqueda establecidos fueron: *Año de publicación del documento*: 2000 – 2012, *Idioma*: Inglés, Portugués y Español. *Población*: Población general en condiciones de exposición no ocupacional, residente en áreas urbanas.

Se seleccionó la literatura científica publicada en las siguientes bases de datos y bibliotecas virtuales: PubMed/MedLine, ScienceDirect, OVID journals.

La información obtenida se complementó con la revisión de documentos institucionales y la consulta con expertos.

La identificación de la normativa internacional existente sobre olores ofensivos y vigilancia de la salud, se realizó en internet. Fuentes de información gubernamental fueron consultadas, en especial de las autoridades sanitarias o ambientales de la Unión Europea, especialmente España y Alemania, Argentina, México, Chile y USA (CDC).

Para la normativa nacional se realizó búsqueda por internet, y se analizaron normas de los Ministerios de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Salud y Protección Social, del Interior y Justicia, de Transporte y Agricultura.

La información encontrada fue revisada y consignada en un primer documento de trabajo, que fue sometido a revisión en sesiones del grupo de trabajo con el equipo asesor. A continuación se sometió a revisión del grupo de expertos del Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de la Academia.

Con todos los elementos y el aporte de todos los participantes en el proceso, se elaboró el lineamiento dirigido a fortalecer la gestión de las autoridades sanitarias del país en la vigilancia del impacto en la salud y calidad de vida asociados a la exposición a olores ofensivos.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Aspectos Químicos de las Sustancias Asociadas a Olores Ofensivos

La norma UNE-EN 13725: 2004 para la "Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica", define el olor como "*la propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira sustancias volátiles*". La contaminación debida al olor, que es una de las diferentes maneras de contaminación del aire, es un problema complejo. Debido a su naturaleza "difusa", los olores han sido clasificados como contaminantes "sin criterio" por la EPA (12). Una sustancia de olor ofensivo es aquella que por sus propiedades organolépticas, composición y tiempo de exposición, puede causar efectos desagradables y generar una respuesta (19).

3.1.1. Sustancias generadoras de olores ofensivos

Las sustancias químicas que generan una respuesta olfatoria generalmente tienen bajas presiones de vapor (20). Podría decirse que los malos olores generalmente tienen compuestos volátiles de sulfuro (azufre) así como también compuestos aromáticos orgánicos como ácidos grasos. Bastan pequeñas cantidades (bajas o muy bajas concentraciones) para que sean percibidas por la nariz (21). El Artículo 3 de la Resolución 610 de 2010 expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (que modificó parcialmente la Resolución 601 de 2006) define los niveles máximos permisibles para las principales sustancias generadoras de olores ofensivos: acetaldehído, ácido butírico, amoníaco, clorofenol, dicloruro de azufre, etil mercaptano, etil acrilato, estireno, monometilamina, metil mercaptano, nitrobenceno, propil mercaptano, butil mercaptano, sulfuro de dimetilo y sulfuro de hidrógeno (22). En el anexo 1 se presenta la recopilación de las formulas químicas, nombres genéricos, características químicas, físicas y fisicoquímicas de las sustancias estudiadas en el presente documento.

3.1.2. Aspectos ambientales de las sustancias generadoras de olores ofensivos

La Tabla No 1 resume los aspectos ambientales de las sustancias generadoras de olores ofensivos. Se relaciona la afectación que puede llegar a causar al ambiente la liberación en forma gaseosa o líquida al aire, agua y suelo o a los diversos ecosistemas, su tiempo de permanencia y sus efectos sobre la flora y especialmente sobre la fauna.

Tabla 1. Aspectos ambientales de las sustancias asociadas a olores ofensivos.

GRUPO		NOMBRE DE LA SUSTANCIA	ASPECTOS AMBIENTALES
LÍQUIDOS Y GASES INORGÁNICOS Y COMPUESTOS DE AZUFRE REDUCIDO S ⁻²	Sulfuros	Ácido sulfhídrico	Una vez liberado al ambiente, el ácido sulfhídrico en la atmósfera se comporta como cualquier otro contaminante y es dispersado y eventualmente removido. Los tiempos de residencia en la atmósfera están por encima de 40 días, dependiendo del clima, latitud y condiciones atmosféricas.
		Sulfuro de Dimetilo	El sulfuro de dimetilo liberado al ambiente de fuentes de contaminación tales como aguas residuales, rellenos sanitarios, etc. se metaboliza a dióxido de carbono y metano en aproximadamente 8 horas; por ser un compuesto inestable es poco factible su acumulación en el aire, agua o suelo.
		Dicloruro de azufre.	El dicloruro de azufre es muy tóxico para los organismos acuáticos. Se debe evitar que esta sustancia se incorpore al ambiente.
	Mercaptanos	Metil Mercaptano	El metil mercaptano es liberado al aire tanto de fuentes naturales como industriales. La luz solar puede degradarlo a otras sustancias. La mayoría del metil mercaptano liberado al ambiente pasa al aire. El metil mercaptano puede formarse en el agua por reacciones químicas. Se ha encontrado metil mercaptano en por lo menos 2 de los 1.300 sitios de la Lista de Prioridades Nacionales identificados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA).
		Etil mercaptano	Esta sustancia es altamente tóxica. Una concentración de 20 ppm en el agua puede causar la muerte de los peces en 2-3 minutos. El nivel de umbral estimado en el agua que puede contaminar la carne de pescado y otros organismos acuáticos se calcula en 240 µg/l. Este material no es fácilmente biodegradable y tiene una vida media en el aire de 4,8 horas. La vida media de evaporación es de 2,5 horas en río, a 29 horas en estanque.
		Propil mercaptano	No se han investigado los efectos de esta sustancia sobre el medio ambiente adecuadamente.
	Gases derivados del Nitrógeno	Amoníaco	No permanece mucho tiempo en el ambiente. Es incorporado rápidamente por las plantas, las bacterias y los animales; no se acumula en la cadena alimentaria, pero sirve como alimento para plantas y bacterias.
		Metil Amina	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debería prestarse atención especial a los peces.
ÁCIDOS ORGÁNICOS Y DERIVADOS		Acetaldehído	Por evaporación de esta sustancia a 20°C, se puede alcanzar muy rápidamente una concentración nociva en el aire.
		Ácido butírico	La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.
		Etil acrilato	La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos.
COMPUESTOS AROMÁTICOS Y DERIVADOS		Clorofenol	Esta sustancia puede ser peligrosa para el ambiente; debe prestarse atención especial al agua.
		Estireno	La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos. Debe evitarse de forma efectiva que el producto químico se incorpore al ambiente.
		Nitrobenceno	La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos. Debe evitarse de forma efectiva que el producto químico se incorpore al ambiente.

Fuente: Fichas toxicológicas WHO- WHO-UNEP-IPCS-INSHT y ToxNet para las diferentes sustancias químicas.

3.2. Principales Actividades Generadoras de Olores Ofensivos

La Resolución 610 de 2010, del Ministerio de Ambiente y Vivienda y Desarrollo Territorial contiene un anexo en el cual se enuncian las actividades industriales que deben ser objeto de vigilancia, por ser las principales generadoras de olores ofensivos, específicamente los asociados al sulfuro de hidrógeno, ellas son: explotación de pozos de petróleo y gas natural, producción, transformación y conservación de carne y de derivados cárnicos, transformación y conservación de pescado y de derivados del pescado, elaboración de aceites y grasa de origen vegetal y animal, elaboración de productos lácteos, elaboración de productos de café, elaboración de otros productos alimenticios, curtido y acabado del cuero, fabricación de pastas celulósicas; papel y cartón, fabricación de asfalto y sus mezclas para pavimentación, techado y construcción, fabricación de combustibles aglomerados de carbón o lignito, fabricación de ácido sulfúrico, fosfórico, conexas a las fábricas de abonos y fabricación de abonos y compuestos orgánicos nitrogenados (22).

Con respecto al origen de los olores, en los diversos procesos, se podrían clasificar en dos tipos:

- ➡ Fuentes puntuales: las chimeneas, conductos, salidas de ventilación.
- ➡ Fuentes difusas: generalmente son superficies solidas o liquidas, tales como pozos de secado de lodos, plantas de compostaje, vertederos, piscinas, biofiltros, etc. (21).

La tabla 2 es una síntesis de las actividades generadoras de olores ofensivos y de las sustancias asociadas a cada una de ellas:

Tabla 2. Actividades generadoras olores ofensivos y sustancias químicas asociadas a éstos.

ACTIVIDAD	SUSTANCIA QUÍMICA													
	Ácido Sulfídrico	Sulfuro de dimetilo	Dicloruro de azufre	Mercaptanos	Amoniaco	Metilamina	Acetaldehído	Ácido Butírico	Etilacrilato	Clorofeol	Estireno	Trimetilamina	Indole	Skatole
Plantas de tratamiento de agua residual.	x	x	x	x	x	x						x	x	x
Rellenos sanitarios y sitios de disposición de residuos.	x	x	x	x	x	x						x	x	x
Cría y sacrificio de animales.	x	x	x	x	x	x						x	x	x
Industria de procesamiento de pescado y sus derivados (harina, aceites, concentrados).												x		
Industrias de procesamiento de cueros (curtiembres).	x	x	x		x	x						x	x	x
Industrias de subproductos de origen animal y vegetal.	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x
Industria petroquímica y de explotación de gas natural.	x	x	x	x										
Industria de pulpas de madera y fabricación de papel, cartón, celulosa.	x	x	x	x										
Elaboración de productos lácteos							x	x						
Elaboración de productos de café.							x							x
Elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal y sus derivados.	x	x	x	x	x	x		x				x	x	x
Fabricación de resinas sintéticas y adhesivos.									x					
Fabricación de antisépticos y plaguicidas.										x				
Fabricación de plásticos y cauchos.	x	x	x								x			
Fabricación de abonos y compuestos orgánicos nitrogenados.					x	x						x	x	x

Fuente: autores 2012

Las actividades que se presentan a continuación son aquellas que han sido clasificadas a nivel internacional como principales generadoras, por lo que merecen un análisis

particular. Cada una de ellas emitir al ambiente una o más sustancias asociadas a olores ofensivos.

3.2.1. Plantas de tratamiento de agua residual

Una planta de tratamiento de agua residual (PTAR) que tenga fallas en su diseño u operación, sea de tipo físico, químico o biológico, puede generar malos olores. El medio anaerobio es el más susceptible a esta situación, debido al metabolismo de las bacterias sulfato-reductoras, especialmente si en el agua residual existen altas concentraciones de sulfatos y sulfuros (23), (12).

Las causas más frecuentes de la generación de olores molestos en las PTAR son:

- ➔ Mal diseño de la planta de tratamiento (en cuanto a dimensionamiento deficiente con respecto al caudal, carga orgánica elevada para su tamaño, tiempos de residencia insuficientes, áreas descubiertas, entre otros aspectos).
- ➔ Operación incorrecta de la PTAR (acumulación de materia orgánica fresca en el tratamiento preliminar, mal almacenamiento de lodos, acidificación de los lechos en los reactores anaerobios, entre otros).
- ➔ PH inadecuado en el agua tratada, lo que permite el desprendimiento de ácido sulfhídrico disuelto en el agua.
- ➔ Presencia de sustancias tóxicas en los lechos anaerobios, generando la pérdida de las bacterias.
- ➔ Inadecuado control de olores en la PTAR. Si el control es adecuado, su instalación es permitida en casi cualquier lugar.
- ➔ En caso de plantas de tratamiento de aguas servidas con alto contenido de compuestos oxidados de azufre como tiosulfatos, sulfito o sulfatos, (aguas producidas especialmente en empresas petroquímicas, de procesamiento fotográfico, de producción de papel y celulosa, ingenios azucareros, entre otras), las bacterias reducen estos compuestos a sulfuro (H_2S). La PTAR, por lo tanto, requiere un sistema especial de remoción del ácido sulfhídrico, debido a su alta toxicidad, propiedades corrosivas, mal olor y alta demanda química de oxígeno (DQO).

El H_2S es el constituyente más característico de los gases producidos en los sistemas anaerobios y uno de los principales compuestos responsables de la generación de malos olores en plantas de tratamiento de agua residual. Es por ello que la mayoría de sistemas de control de olores y trabajos de investigación en el tema se refieren al tratamiento del

ácido sulfhídrico. Otros compuestos importantes presentes en plantas de tratamiento y que contribuyen a la generación de malos olores son el sulfuro de carbonilo (COS), el disulfuro de carbono (CS₂), los mercaptanos de bajo peso molecular, los, tiofenos (C₄H₄S), el sulfuro de dimetilo ((CH₃)₂S), disulfuro de dimetilo ((CH₃)₂S₂) y disulfuro de trimetilo ((CH₃)₂S₃). El H₂S posee un olor tal que generalmente enmascara el olor de los compuestos órgano-sulfurados (24).

Las causas de generación de cantidades importantes de H₂S en las plantas de tratamiento son el rompimiento de amino-ácidos y de otros compuestos orgánicos sulfurados, por parte de bacterias, así como la reducción de sulfatos y sulfitos (12).

3.2.2. Rellenos sanitarios

Desde la aparición de las ciudades han existido problemas de salud pública por la generación de residuos, que a la vez crean diferencias en las condiciones de calidad de vida de las personas, presentándose injusticias sociales, siendo los más afectados las personas de menores recursos económicos. Las diferentes normas ambientales y sanitarias propenden por el cumplimiento de los requisitos, mediante acciones orientadas a proteger el medio ambiente y las comunidades cercanas a los sitios de mayor problemática. Los vertederos requieren revestimientos especiales y sistemas de recolección de lixiviados para el control de la contaminación de agua y suelos; filtros y sistemas para la captura de los gases provenientes de la descomposición orgánica, para prevenir incendios y explosiones y para realizar la cobertura de los nuevos residuos, con el fin de prevenir la presencia de roedores, insectos, artrópodos y aves, que generan problemas adicionales de salud pública (14), (25).

Los olores ofensivos provenientes de los rellenos sanitarios generalmente ocurren por un mal funcionamiento de los biofiltros o prácticas inadecuadas, como reutilización de áreas previamente utilizadas o por descargas incontroladas de residuos (26)

La manipulación, tratamiento y disposición de residuos están asociados con gran cantidad de contaminantes, pero la existencia de olores ofensivos se debe tener en cuenta por su efecto en las personas. Los residuos domésticos de los municipios o ciudades tienen, por lo general, un alto contenido de materia orgánica, la cual es descompuesta por diversas especies de microorganismos. Varios compuestos olorosos como ácido sulfhídrico, amoníaco, ácidos grasos volátiles y compuestos inorgánicos de sulfuros son generados bajo condiciones anaeróbicas, especialmente en sitios de clima templado o cálido. Adicionalmente, se pueden encontrar aldehídos, cetonas, aminas, indole, skatole, entre otros, que resultan de la oxidación incompleta de la materia orgánica presente. Los microorganismos aerobios como bacterias, hongos, virus pueden estar asociados con bioaerosoles y sprays resultantes del tratamiento de los desechos. La importancia de estos últimos está en el mayor riesgo a la salud de las personas, asociado a la transmisión

de bacterias y por ende, enfermedades virales, alergias o enfermedades de tipo zoonótico (27), (28), (20).

La percepción de los malos olores no es permanente, sino que su presencia está asociada a las condiciones del clima y a la dirección de los vientos, siendo las horas nocturnas y los días cálidos que siguen a las lluvias, cuando los olores son más intensos. Además, en los sitios en los cuales existen otras fuentes generadoras, los residentes distinguen claramente los olores procedentes del relleno de aquellos que provienen de otras fuentes, tales como cuerpos de agua en los que se depositan aguas servidas o aguas lluvias estancadas, ubicados también en sus sectores de residencia (20).

En los rellenos sanitarios, el biogás es quemado en chimeneas, para disminuir los olores molestos; aunque podría usarse como combustible, la presencia de ácidos grasos volátiles y gases corrosivos como el H_2S lo hacen técnica y económicamente inviable (29).

3.2.3. Cría y sacrificio de animales

Las instalaciones con un gran número de animales se refieren con frecuencia a operaciones concentradas de alimentación animal (CAFO por sus iniciales en inglés). La producción porcina a nivel industrial genera olores molestos por la descomposición anaeróbica de materia orgánica como heces y orina, causada por mezcla de gases y partículas que se emiten al ambiente. Las heces fecales y orina que se disponen en lagunas liberan amoníaco, ácido sulfhídrico y COV. Además liberan partículas orgánicas portadoras de endotoxinas provenientes de caspa, alimentos y heces secas, provocando la formación de aerosoles que se generan por operaciones de regadíos de campos agrícolas y la presencia de partículas de las heces y la orina, que se dispersan por acción de los vientos hacia los sitios de residencia de poblaciones aledañas (30), (16).

En el caso de las actividades de producción de ganado (cría, sacrificio) la emisión de amoníaco es significativa. El contenido de urea del estiércol es hidrolizado por las enzimas "ureasas" de microorganismos del suelo y del mismo estiércol, produciendo amoníaco que se volatiliza. Este gas, además de ocasionar un olor desagradable puede volver a precipitar en el suelo o en la superficie de cuerpos de agua, incrementando su contenido de nitrógeno (19), (31).

3.2.4. Curtido y acabado de cueros

Entre todas las industrias existentes, las industrias de curtido y acabado de cueros, tradicionalmente han aparecido ante el mundo como algunas de las más sucias y contaminantes. Esa reputación la adquirieron desde hace cientos de años cuando, en aquel entonces, el artesano del cuero aplicaba métodos y procedimientos rudimentarios en su elaboración, propiciando un deterioro del medio ambiente. La cadena del cuero, calzado, manufactura de cuero, empieza desde la ganadería hasta el desuello para

extraer el cuero crudo. Le sigue el procesamiento del cuero para darle el acabado, la manufactura y la comercialización del producto.

El agua residual de la industria de curtido tiene altas concentraciones de materia orgánica, compuestos de nitrógeno, sulfuros, sólidos suspendidos, compuestos de cromo y pH elevado. La alta carga de materia orgánica provoca la creación de condiciones anaerobias en cuerpos o cursos de agua, debido al elevado consumo de oxígeno disuelto. Estas condiciones, además de afectar la vida acuática, favorecen la producción de algunos gases nocivos como ácido sulfhídrico y metano (32).

Los residuos sólidos se generan principalmente en las etapas de descarnado, recorte de pieles, raspado y lijado de los cueros. Los residuos del descarnado son principalmente grasas y tejidos biodegradables y provienen principalmente de dos fuentes: de los sólidos suspendidos y sedimentables presentes en las descargas de líquidos y de los restos de pieles y cueros recortados del proceso. Los primeros tienden a sedimentar y depositarse en los cursos acuáticos donde se descargan o en las cañerías de desagüe, creando condiciones anaeróbicas por el consumo excesivo del oxígeno disuelto en el agua y la formación de compuestos de muy mal olor (33), (34).

Los malos olores provienen de una falta de control de las operaciones anteriores a la operación de curtido y a actividades propias del proceso, tales como:

- ➔ El pelambre: para eliminar el pelo presente en el cuero, éste se somete a un ataque químico con cal (encalado) y con sulfuro de sodio generalmente. Este proceso emplea un gran volumen de agua y la descarga de sus efluentes representa el mayor aporte de carga orgánica. El sulfuro de sodio aporta la mayor parte de emanación de olores desagradables inherentes al proceso de curtido, por lo cual, es en este proceso en el cual se deben controlar los procedimientos y mejoramiento de prácticas operativas que permitan disminuir el impacto por contaminación odorífera procedente de este proceso.
- ➔ El descarne: en esta etapa se elimina de la piel, el tejido subcutáneo (restos de músculos y nervios), las grasas o cualquier otro elemento indeseado mediante cuchillas. Es una operación mecánica que genera residuos sólidos, que de no ser tratados de manera eficiente generan una carga de olores desagradables por la descomposición de materia orgánica, con producción de gases propios de este proceso de descomposición, tales como compuestos amoniacales, sulfuro de hidrógeno, metano, entre otros.
- ➔ Un control deficiente de la limpieza de equipos y recipientes, canales de drenaje, pozos de sedimentación y residuos, generan la descomposición orgánica en diversos puntos del proceso.

- ➔ Vertimiento de efluentes líquidos y sólidos a los cursos de agua, lo cual genera la descomposición anaerobia de los mismos, por presentarse un alto consumo de oxígeno.

Adicional a esto, los subproductos generados del proceso mismo de curtido, tales como sebos, carnaza, restos de piel, etc., tienen la particularidad de que se descomponen fácilmente al ambiente, por su naturaleza orgánica, aumentando así el problema de polución odorífica causada durante el proceso de pelambre (35).

Un gran número de las quejas de la comunidad se refieren a este tipo de industrias, que generalmente se concentran en zonas específicas, situación que genera un impacto a la salud y calidad de vida de las comunidades aledañas a las plantas de producción por la fuerte emanación de olores (35).

3.2.5. Industrias de subproductos de origen animal y vegetal.

Las industrias farmacéuticas, de alimentos, de productos cosméticos, producción de concentrados para animales, entre otras, utilizan en sus procesos productivos materias primas provenientes de procesos en los cuales se obtienen como subproductos componentes orgánicos derivados del sacrificio de animales o del curtido de pieles, tales como carnaza, grasas, cebos, sangre, etc. El manejo inadecuado de estas materias primas puede generar durante los procesos productivos, olores muy desagradables causados por la descomposición de materia orgánica (36).

En las industrias farmacéuticas y de alimentos, obligadas por norma a la aplicación de Buenas Prácticas de Manufactura, suele realizarse el control de olores mediante tecnologías físicas, biológicas, químicas o combinaciones de ellas y es posible eliminar en altos porcentajes los olores; sin embargo, en otro tipo de empresas es posible que el control no se realice de manera adecuada, lo cual trae consigo la generación de problemas tales como vertimiento de agua residual con alto contenido orgánico y químico, (elevados niveles de DQO y DBO) y alto contenido de sólidos suspendidos, grasas y aceites que se acompañan de la emisión de olores ofensivos. (37), (36).

El pescado y especialmente sus subproductos, se descomponen con facilidad, produciendo numerosas sustancias que comunican el olor característico del pescado alterado. Este problema se acrecienta con las elevadas temperaturas del verano, periodo que corresponde además al de mayor volumen de producción, por una mayor disponibilidad de materia prima. De todas las sustancias emitidas, la trimetilamina es la sustancia que mayores problemas de olores presenta. Esta sustancia proviene de la reducción microbiana o enzimática, de su óxido, que es un componente natural de la alimentación de los peces. Estas industrias deben cumplir las normas ambientales, especialmente si se ubican en zonas densamente pobladas, por lo cual deberían ser más

exigentes en la aplicación de tecnologías de control de olores y disponer de un cerramiento que garantice su aislamiento (36), (38).

En lo que respecta a la industria aceitera, las problemáticas ambientales están relacionadas con riesgo de explosión por acumulación de gases, agua residual con alto contenido de grasa, lodos y malos olores. La contaminación por gases proviene de las calderas y los olores molestos durante el proceso de refinación, especialmente de los aceites que provienen del pescado y de animales en general. Es así como el control de olores debe estar enfocado a la prevención y manejo integral de los residuos y al control de emisión de gases (39).

3.2.6. Industria petroquímica

En la industria petrolera, los yacimientos de crudo contienen contaminantes entre los cuales se encuentra el azufre, el cual al combinarse con moléculas de hidrogeno forma el ácido sulfhídrico, que es liberado de los hidrocarburos en forma de gas al suministrarles calor. Existen microorganismos anaerobios capaces de utilizar compuestos de azufre, tales como las bacterias sulfato reductoras (BSR) y las bacterias tiosulfato reductoras (BSTR), las cuales utilizan el azufre como aceptores finales de electrones en la oxidación de la materia orgánica, produciendo principalmente ácido sulfhídrico y mercaptanos. Estas bacterias anaerobias realizan por vía metabólica la reducción de compuestos azufrados, generando sulfuro biogénico; se desarrollan en condiciones anaerobias y se encuentran ampliamente distribuidas en ambientes naturales; se han encontrado en aguas residuales, procesos de recuperación secundaria, plantas nucleares, entre otras, asociadas a una diversidad de materiales expuestos en estos ambientes (40), (41).

Aún no se conoce suficientemente la acción de los microorganismos termofílicos e hipertermofílicos, productores de H_2S , los cuales se desarrollan en condiciones extremas de temperatura. El análisis de ADN ha permitido organizar los géneros de SRB en 4 grupos diferentes: Gram-negativa mesofílica, Gram positiva formadora de esporas, Termofílicas y Archaeal termofílica. Se han reportado especies SRB capaces de utilizar tiosulfato y/o sulfito como aceptores finales de electrones. Las SRB, metabolizan compuestos orgánicos de cadena simple, como fuentes de carbono. Los malos olores son el resultado de la presencia en el ambiente de las sustancias químicas mencionadas (41).

Un aspecto importante que tiene que ver con la industria petrolera y la contaminación por olores ofensivos son los derrames de petróleo. Debido a la ocurrencia de accidentes de grandes buques petroleros en costas, en aguas continentales, en ecosistemas acuáticos o terrestres por derrames accidentales o intencionales, se requieren estudios epidemiológicos con el fin de evaluar las consecuencias crónicas que la exposición a los vertidos, tiene en la salud de las poblaciones afectadas. Una buena proporción de los crudos son COV, entre los cuales se encuentran compuestos olorosos, tales como el metano y el ácido sulfhídrico (42).

3.3. Caracterización de los olores ofensivos

La OMS define cuatro características para los olores: la intensidad, entendida como la fuerza de la sensación percibida; la calidad, que es el carácter diferenciador de un olor, lo que permite identificarlo; la aceptabilidad, como el grado de gusto o disgusto de un olor; el umbral del olor, como la concentración mínima de un estímulo odorífero capaz de provocar una respuesta (43), (44). La caracterización de los olores se puede realizar mediante dos técnicas esencialmente: sensoriales y analíticas. Las técnicas sensoriales se basan en la percepción de los olores por el olfato humano. También incluyen la determinación del carácter de un olor (mapeo) y el nivel de agrado o desagrado de un olor (tono hedónico). Las técnicas analíticas son métodos tradicionales de análisis químico para medir la concentración de compuestos específicos presentes en un olor. Puede hacerse mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas, mediante métodos húmedos (para mercaptanos), mediante narices electrónicas o mediante indicadores (45).

3.3.1. Técnicas sensoriales

Las técnicas sensoriales utilizan asesores humanos para medir un olor, siendo la olfatometría, la técnica usada comúnmente. Dicha prueba evalúa las diluciones con aire limpio que un olor debe sufrir para no ser detectable por un humano promedio (umbral de detección). Otras técnicas sensoriales incluyen la determinación del carácter de un olor (mapeo triangular) y el nivel de agrado o desagrado de un olor (tono hedónico). Las técnicas sensoriales tienen la ventaja de que proveen información útil sobre cómo las personas perciben los olores y el grado de molestia que provoca un olor determinado, o bien para evaluar la efectividad de un equipo de control de olores. La desventaja de este método es que no es específico y consecuentemente no identifica las especies químicas causantes del olor (45).

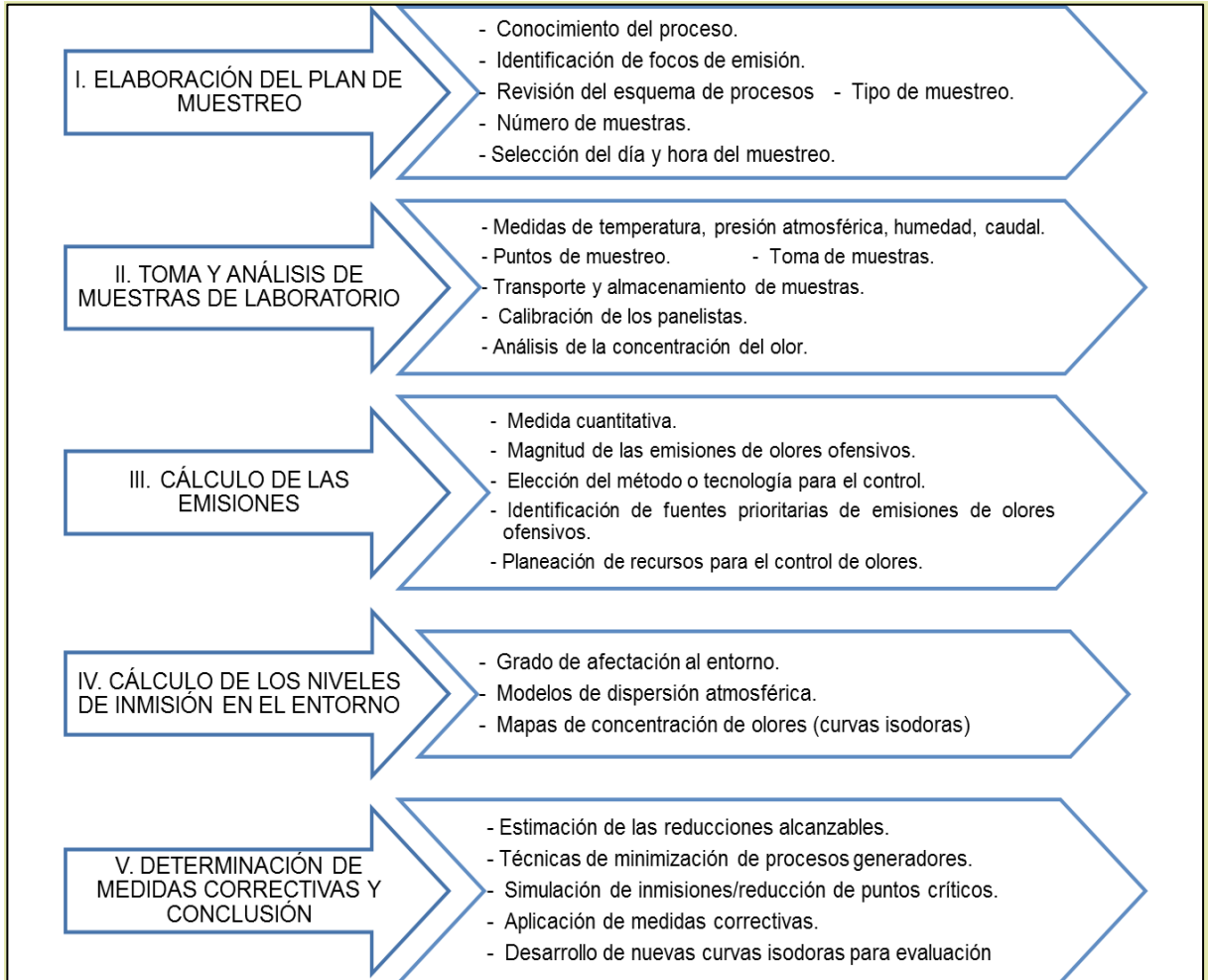
3.3.1.1. Olfatometría dinámica.

La norma UNE-EN 13725:2004 establece un marco normativo de regulación para la toma de muestras y ensayo por olfatometría dinámica, en los que se utiliza el olfato humano como sensor. Esta norma define una metodología para la determinación de la concentración de olor de una muestra gaseosa usando un panel de “evaluadores” humanos (panelistas) como sensor, así como la determinación de la emisión (9).

El objetivo primordial de un estudio olfatométrico es evaluar si las emisiones de una determinada instalación pueden ser responsables o no de quejas en la población vecina. A esta conclusión se llega con la interpretación de los valores de concentración de inmisión, habitualmente denominados mapas de olores.

Un estudio olfatométrico basado en la norma UNE-EN 13725 se desarrolla en cinco fases, como se indica en la figura 1.

Ilustración 1. Fases para Desarrollar un Estudio Olfatométrico.

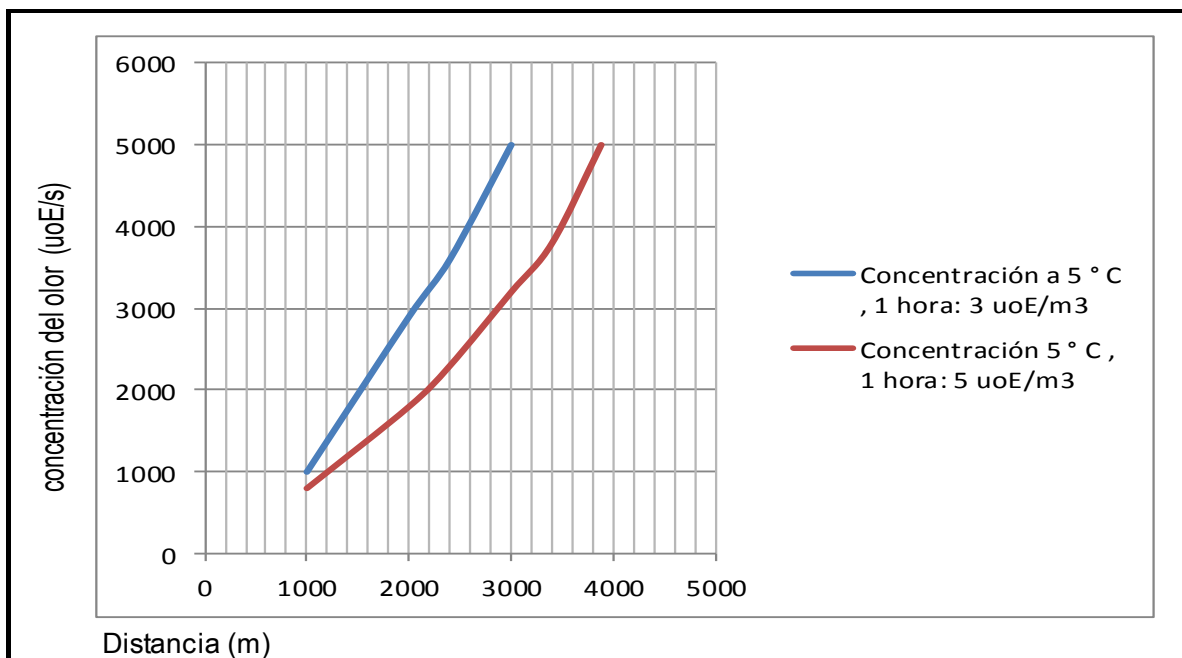


Fuente: Adaptado de Contaminación Ambiental por Olores. Fundamentos Básicos. Sánchez, J.I.; Peña, A.A.; Martínez, J.V.; Valor, I. (9)

Uso de Nomogramas

Los nomogramas son instrumentos gráficos bidimensionales que permiten el cálculo aproximado de una función. Los más sencillos contienen dos ejes. En el eje horizontal se coloca la distancia a la que se estima que existe una determinada concentración o a la que se esperaría que haya molestias por olores y en el eje vertical se introduce el valor de emisión del olor (calculado partiendo de datos reales o estimados). Es una herramienta sencilla y económica para obtener una primera evaluación del impacto asociado a un olor (12).

Ilustración 2. Ejemplo de un Nomograma.



Fuente: adaptado de Evaluación del Impacto Olorífero sobre el Entorno – Generalitat de Catalunya (46)

3.3.1.2. Mediciones de Campo

Esta metodología se basa en la observación y detección del olor en campo, mediante observadores que se sitúan en diferentes puntos de la zona en la que se quiere realizar la evaluación de la molestia por olores. La norma Alemana VDI 3940 es la base de esta evaluación y permite obtener la frecuencia de detección del olor. Otra metodología basada en la detección en campo es el uso de encuestas de olor y el cálculo del índice de molestia. Este método, no sólo tiene en cuenta la frecuencia de detección del olor, sino también la intensidad del olor. Este método se utiliza en Francia, de acuerdo con lo que establece la Norma Orden de 12 de febrero de 2003 (12).

Tablas FIDO

Esta herramienta se basa en el estudio de cuatro parámetros: la frecuencia, la duración de la detección, la intensidad y el carácter agradable o desagradable del olor. Sirve para determinar si un olor se puede considerar molestia o no. Se utiliza en el Estado de Texas (12), (46).

Tabla 3. Tablas FIDO (Frecuencia Intensidad y Duración del Olor).

INTENSIDAD DEL OLOR

MF	F	M	D	MD
MUY FUERTE	FUERTE	MODERADO	DÉBIL	MUY DÉBIL

LORES MUY OFENSIVOS

		FRECUENCIA				
		PUNTUAL	TRMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO
D U R A C I Ó N	1 MINUTO	N/A	N/A	MF	F	M
	10 MINUTOS	N/A	MF	F	M	D
	1 HORA	MF	F	M	D	MD
	4 HORAS	F	M	D	MD	MD
	> 12 HORAS	M	D	MD	MD	MD

* NO APLICA

LORES OFENSIVOS

		FRECUENCIA				
		PUNTUAL	TRMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO
D U R A C I Ó N	1 MINUTO	N/A	N/A	N/A	MF	F
	10 MINUTOS	N/A	N/A	MF	F	M
	1 HORA	N/A	MF	F	M	D
	4 HORAS	MF	F	M	D	MD
	> 12 HORAS	F	M	D	MD	MD

* NO APLICA

LORES DESAGRADABLES

		FRECUENCIA				
		PUNTUAL	TRMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO
D U R A C I Ó N	1 MINUTO	N/A	N/A	N/A	N/A	MF
	10 MINUTOS	N/A	N/A	N/A	MF	F
	1 HORA	N/A	N/A	MF	F	M
	4 HORAS	N/A	MF	F	M	D
	> 12 HORAS	MF	F	M	D	MD

* NO APLICA

LORES NO DESAGRADABLES

		FRECUENCIA				
		PUNTUAL	TRMESTRAL	MENSUAL	SEMANAL	DIARIO
D U R A C I Ó N	1 MINUTO	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	10 MINUTOS	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	1 HORA	N/A	N/A	N/A	N/A	MF
	4 HORAS	N/A	N/A	N/A	MF	F
	> 12 HORAS	N/A	N/A	MF	F	M

* NO APLICA

Fuente: adaptado de: Evaluación del impacto odorífero sobre el entorno – Generalitat de Catalunya (46)

3.3.2. Técnicas analíticas

Las técnicas analíticas para caracterización de olores son relativamente fáciles de aplicar e identifican cuantitativamente las especies químicas presentes en un olor. La desventaja de la técnica es que no provee información alguna referente a la molestia que puede generar un olor. La contribución de las especies químicas aisladas puede sumarse para obtener la concentración global del olor. La presencia o ausencia de una especie química en la mezcla de gases, o las concentraciones de éstas pueden potenciar, disminuir o inclusive cambiar la percepción de un olor por completo. Debido a esto, las técnicas analíticas son usadas para definir criterios de diseño de métodos de control de olores, para determinar si las emisiones de una sustancia química específica están dentro de los niveles permitidos por las normas o para estimar la relación entre la concentración de una sustancia química y su equivalente en términos de percepción humana (45).

3.3.2.1. Uso de narices electrónicas

Las narices electrónicas son una serie de sensores de distintos materiales metálicos que reaccionan de forma distinta a un mismo componente químico. Cuando una muestra olorosa entra en contacto con estos, se produce una respuesta química que se evalúa de forma conjunta para la totalidad de los sensores. La respuesta se relaciona con la intensidad o concentración del olor a partir de los valores obtenidos por panelistas humanos que trasladan los resultados a una base de datos que queda registrada (12).

3.3.2.2. Espectrómetros infrarrojos

Los análisis químicos son métodos de investigación y tienen la ventaja de ser repetibles y seguros y se usan para caracterizar los componentes químicos de episodios de olor, especialmente para compuestos desconocidos. Sin embargo, una muestra puntual para un periodo de tiempo con análisis químicos subsecuentes, provee sólo información integrada de tiempo, pero no información relacionada con la frecuencia, intensidad y duración de la exposición, la cual es requerida para identificar efectivamente la huella de los componentes del olor. En décadas anteriores se han desarrollado mejores tecnologías para análisis de compuestos químicos, como el espectrómetro Transformador Infrarrojo de Paso Abierto de Fourier (Open-Path Fourier transforminfrared / OP-FTIR), el cual ofrece monitoreo remoto, análisis multicompuestos rápidos y mediciones promedio. Esta técnica ha sido aplicada exitosamente en la identificación de fuentes de emisión en industrias farmacéuticas, manufactura de semi-conductores y elementos de óptica electrónica, granjas de alimentación y sacrificio de cerdos, rellenos sanitarios, instalaciones de tratamiento de agua residual, zonas de tráfico pesado y áreas industriales en general (47).

3.3.2.3. Modelización

Es el método más empleado para valorar la contaminación por olores generada por una fuente. Se basa en el uso de modelos matemáticos de dispersión de contaminantes. La modelización permite evaluar el impacto odorífero que una instalación, existente o futura, tiene o tendrá sobre su entorno próximo. A partir de los datos meteorológicos de la zona, se puede efectuar la modelización. El resultado del modelo es la obtención de la concentración de olor en inmisión. Esta concentración puede representarse mediante líneas con un mismo valor de concentración de olor: las isodoras (12).

3.4. Umbrales Permisibles Para Olores Ofensivos en Áreas Urbanas

El umbral de olor es la concentración de un componente oloroso, a la cual es percibido por el olfato humano. El dato de umbral de olor se usa en la evaluación del impacto a la salud por emisión de olores, particularmente en situaciones en las cuales un compuesto es conocido como predominante del efecto del olor (12). Para que la detección olfativa de una sustancia química, sea un elemento de seguridad, es importante que exista un margen de seguridad entre el umbral del olor y las concentraciones que puedan llegar a ser tóxicas en forma aguda o crónica. Si los valores TLV/UO son mayores a 1.000, se puede decir que existe aceptable nivel de seguridad por la olfacción, pues más del 50% de los individuos expuestos percibirán el olor de la sustancia antes de alcanzar niveles que puedan suponer un riesgo agudo o crónico (48). La tabla 4 resume los umbrales de seguridad para 11 de las 15 sustancias estudiadas en el presente documento.

Tabla 4. Umbrales olfativos y de seguridad.

GRUPO		NOMBRE DE LA SUSTANCIA	NIVELES PERMISIBLES				NIVELES DE SEGURIDAD
			UMBRAL DE PERCEPCIÓN DEL OLOR ppm	TLV- TWA ppm	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE PARA AIRE EXTERIOR. (Resolución 610 2010)	GUÍA OMS CONCENTRACIÓN TOLERABLE EN AIRE	TLVUO
LÍQUIDOS Y GASES INORGÁNICOS Y COMPUESTOS DE AZUFRE REDUCIDO S ⁻²	Sulfuros	Sulfuro de Hidrógeno o Ácido Sulfhídrico	0,0081	10	7,0 µg/m ³ (0,005 ppm)	150 mg/m ³ (108 ppm)	1234,6 *
		Sulfuro de Dimetilo	0,011	10	5,0 µg/m ³ (0,0019 ppm)		909,09
		Dicloruro de azufre o dicloruro de monoazufre.		NE	4,2 µg/m ³ (0,0015 ppm)		
	Mercaptanos	Metilmercaptano o metanolol	0,0016	0,5	4,0 µg/m ³ (0,002 ppm)		312,50
		Etil mercaptano o Etanolol	0,00076	0,5	0,5 µg/m ³ (0,0002 ppm)		657,89
		Propil mercaptano, n-propilmercaptano o n-propanotiol		NE	22 µg/m ³ (0,007 ppm)		
		Butil mercaptano, n-butil mercaptano o n-butanotiol	0,01	0,5	3 µg/m ³ (0,0008 ppm)		50,00
	Gases derivados del Nitrógeno	Amoníaco	5,2	25	35 µg/m ³ (0,036ppm)		4,81
		Monometilamina	0,021	5	27 µg/m ³ (0,011 ppm)		238,10
	ÁCIDOS ORGÁNICOS Y DERIVADOS	Acetaldehído o etanal	0,05	100	380 µg/m ³ (0,683 ppm)	2.000 mg/m ³ (1.111 ppm)	2.000
		Ácido butírico, ácido n-butanóico, ácido etil acético o ácido 1-propanocarboxílico	0,001	NE	4 µg/m ³ (0,014 ppm)		
		Etil acrilato	0,0012	5	2 µg/m ³ (0,008 ppm)		4.166,67
COMPUESTOS AROMÁTICOS Y DERIVADOS		Clorofenol		NE	0,1 µg/m ³ (0,0005 ppm)		
		Estireno, vinilbenceno, etenilbenceno, cinameno o feniletileno.	0,32	50 20 ppm como TWA 40 ppm como STEL	200 µg/m ³ (0,047 ppm)	260 mg/m ³ (61 ppm)	156,25
		Nitrobenceno	0,018	1	24 µg/m ³ (0,009 ppm)		55,56

NE: no establecido

* El Sulfuro de Hidrógeno se deja de oler a partir de una concentración de 150 ppm por lo cual no es adecuado guiarse por este valor

Fuente: Adaptado de NTP 320: Umbrales olfativos y seguridad de sustancias químicas – INSHT – España (48), Resolución 610 de 2010 (22)

Al analizar los valores de seguridad para las sustancias evaluadas, se observa que las únicas que presentan niveles aceptables de seguridad para la relación TLV/UO son el sulfuro de dimetilo, el acetaldehído y el etil acrilato. Sustancias como el butil mercaptano, el nitrobenceno y especialmente el amoníaco (4,81) presentan valores muy bajos. En lo que respecta al ácido sulfhídrico, por su característica de dejarse de percibir a una concentración mayor o igual a 150 ppm, no se puede considerar que presente un nivel de seguridad. Por esta razón, es importante enfatizar las actividades de Inspección, Vigilancia y Control a actividades económicas en las cuales se utilicen o emitan aquellas sustancias que no presenten adecuados niveles de seguridad.

El proyecto de Norma para control de emisión de olores ofensivos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible define niveles máximos permisibles, tiempos de exposición, límites de inmisión para actividades económicas priorizadas, para sustancias asociadas a olores ofensivos, como se puede observar en las tablas 5 y 6.

Tabla 5. Niveles permisibles o de inmisión para sustancias de olores ofensivos a condiciones de referencia (25°C y 760 mm Hg).

SUSTANCIA	NIVEL MÁXIMO PERMISIBLE	
	µg/m3	Tiempo de exposición
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	7	24 horas
Azúfre Total Reducido (TRS)	7	24 horas
Amoníaco (NH ₃)	100	24 horas

Fuente: Artículo 5, Proyecto de Norma, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Tabla 6. Límites de inmisión para mezclas de sustancias de olores ofensivos en actividades económicas generadoras de olores ofensivos.

ACTIVIDAD	ACTIVIDAD LÍMITE DE INMISIÓN*
Planta de beneficio animal (matadero) Instalación de procesamiento térmico de subproductos animales Curtiembre Relleno sanitario Planta de tratamiento de aguas residuales Gestión de residuos sólidos orgánicos Fabricación de sustancias y productos químicos	1,5 UO _E /m3
Unidad de producción pecuaria	3,0 UO _E /m3
Fábrica de alimentos (a excepción de las plantas de beneficio animal)	6,0 UO _E /m3
Otras actividades	1,5 UO _E /m3

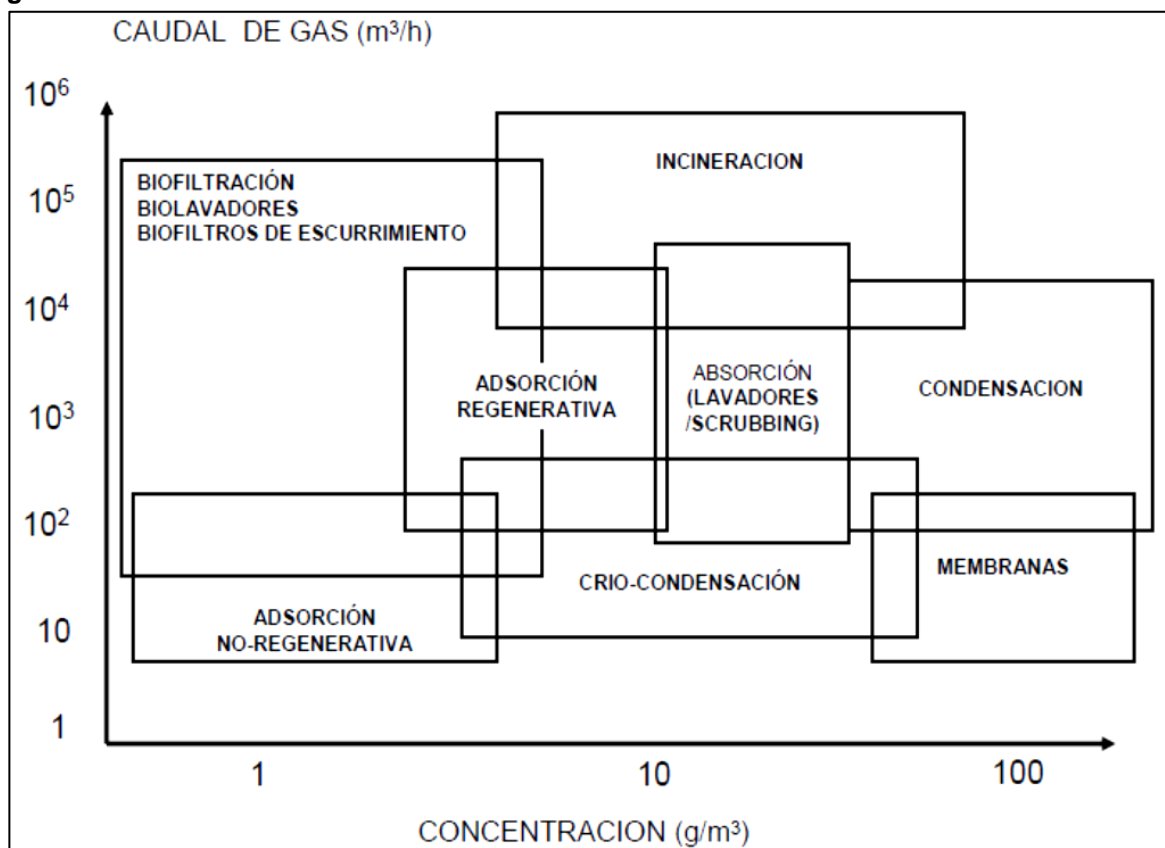
*Unidades de olor europeas (UO_E) expresadas como el percentil 98 de las horas modeladas en el periodo de evaluación.

Fuente: Artículo 12, Proyecto de Norma, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (49).

3.5. Control de Olores Ofensivos

Existen diversos métodos y tecnologías empleados para el tratamiento de emisiones gaseosas, y se pueden clasificar en dos grandes grupos: fisicoquímicas y biológicas. Cada actividad industrial tiene problemáticas diferentes que hacen que los sistemas de eliminación de olores requerido sea diferente. La elección del método apropiado debe considerar aspectos como la naturaleza del olor, volumen y concentración del gas a tratar, características del gas contaminante, características de los subproductos, entre otros. El grado de eficacia requerido y el tratamiento adecuado, estarán, pues, ligados a un análisis detallado de la situación. En la figura 3 se muestran los rangos de concentración y caudal de gas en los cuales se recomienda aplicar las diferentes tecnologías existentes (50), (51).

Ilustración 3. Rango de aplicación de tecnologías para el tratamiento de emisiones gaseosas.



Fuente: Viabilidad de un Proceso para la Eliminación Conjunta de H₂S y NH₃ Contenido en Efluentes Gaseosos (50)

3.5.1. Tecnologías físico – químicas

3.5.1.1. Depuración por vía húmeda

La depuración por vía húmeda remueve compuestos olorosos de una corriente de gas mediante el contacto con soluciones húmedas adsorbentes, con capacidad oxidante. Hay dos tipos de soluciones que generalmente se usan: en forma de niebla y empacadas en torres. En el primer caso, se logra el contacto entre la solución lavadora y el gas a tratar, introduciendo la solución en forma atomizada en la corriente de gas, lo que permite un amplio contacto entre partículas. En el sistema de torres empacadas, la solución lavadora en estado líquido fluye lentamente en forma de película a través del lecho de la torre desde la parte superior; la corriente de gas es inyectada por la parte inferior de la torre, logrando así una amplia área de superficie de contacto entre la solución y la corriente de gas. Generalmente se usan dos etapas para el lavado, pero en algunos casos se requieren tres, para lograr altas eficiencias en la remoción del olor residual. El principal inconveniente en estos procesos es la dificultad de mantener efectivas tasas de alimentación en los depuradores tipo niebla por la obstrucción de las boquillas y los filtros; en los de torres empacadas, la saturación del lecho es frecuente; también la formación de compuestos clorados olorosos en el efluente tratado, en los dos sistemas (25) (52),

3.5.1.2. Adsorción con adsorbentes sólidos

La adsorción es la transferencia física o química selectiva de uno o más solutos de una fase fluida (líquida o gaseosa) a partículas sólidas; las partículas sólidas presentan una alta relación superficie / volumen. En la adsorción física el compuesto oloroso es retenido en la superficie del sólido por fuerzas electrostáticas débiles, de manera que el material puede ser regenerado de forma fácil, mientras que en la química, los enlaces químicos son fuertes y por lo tanto la recuperación del material es costosa. Por este motivo, la adsorción física es la más usada en la industria. Los equipos de adsorción constan de un tanque cilíndrico que contiene dos lechos del material adsorbente (carbón activado granular, sílica-gel, resinas sintéticas, zeolita, etc.). El aire contaminado entra en el tanque y se distribuye entre los dos lechos. A medida que la corriente de gas pasa por el lecho, los compuestos olorosos son adsorbidos. La capacidad de adsorción del material adsorbente puede agotarse y requiere regeneración o reemplazo. Adicionalmente, son susceptibles de taponarse por la corriente de aire. Algunos sistemas utilizan un lecho de carbón activado impregnado en sustancias causticas, mejorando así su eficiencia. El carbón activado es el más utilizado para la eliminación de H_2S y COV por adsorción física; se trata de un adsorbente no polar, que adsorbe preferentemente compuestos polares como el H_2S . Para la regeneración del carbón activo se suele emplear una corriente de vapor, que provoca el desplazamiento de los compuestos adsorbidos del soporte sólido.

El efluente del lavado puede así mismo ser fácilmente tratado para la eliminación del contaminante (50), (25).

3.5.1.3. Oxidación térmica (Incineración)

La oxidación térmica se utiliza para oxidar los compuestos combustibles de una corriente de gas residual. El proceso consiste en calentar una corriente de aire contaminado por mal olor, en presencia de aire u oxígeno a temperaturas aproximadas de 800° C, por un tiempo suficiente que permita completar la combustión de los gases, obteniéndose dióxido de carbono y agua. La eficiencia de este proceso depende del tiempo, la temperatura y la disponibilidad de oxígeno. Se usa en plantas de compostaje en las cuales los gases son principalmente orgánicos. La oxidación térmica regenerativa (OTR) recupera el calor de los gases de escape, por lo que muestra una eficacia energética mayor que las oxidaciones térmicas no regenerativas; los sistemas de oxidación térmica regenerativa se caracterizan por tener dispositivos, llamados regeneradores, que son los encargados de recuperar el calor de los gases depurados. Estos regeneradores son unos elementos de material cerámico que acumulan el calor de los gases que salen de la cámara de oxidación. Mediante un sistema de válvulas se establecen ciclos de funcionamiento consecutivos, por los cuales los gases depurados, que están a una temperatura elevada (unos 800° C), ceden su calor a las masas cerámicas para que los gases contaminados, que entran fríos a la instalación, tomen de ellas este calor en el ciclo siguiente (25).

3.5.1.4. Absorción

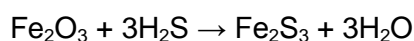
La absorción es un proceso físico, que consiste en la transferencia de masa de una mezcla en fase gaseosa a un absorbente líquido, cuya volatilidad es baja. La solución absorbente que se usa con mayor frecuencia es el agua, aunque también se utilizan soluciones alcalinas o ácidas, incluso aminas y algunos hidrocarburos dependiendo del compuesto a eliminar. Los agentes oxidantes más comúnmente empleados son el hipoclorito de sodio (NaClO) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2). La capacidad de eliminación del absorbente depende de las concentraciones en equilibrio entre la fase gaseosa y la líquida. La configuración más común consiste en torres empacadas, donde la fase líquida entra en forma de lluvia dispersa por la cabeza de la columna y la gaseosa en contracorriente, aunque son muchos los tipos de equipos empleados como columnas empacadas, torres, de plato, aspersion, entre otros. Tanto las zeolitas naturales como las sintéticas poseen un tamaño de poro extremadamente uniforme, siendo empleadas para la deshidratación o purificación de efluentes gaseosos. El carbón activo granulado es fundamentalmente empleado para la eliminación de VOC (50), (52).

3.5.2. Tecnologías químicas

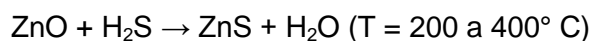
3.5.2.1. Reducción con óxidos de hierro y zinc

Se basan en la reacción del óxido de un metal con el H_2S para formar el sulfuro del correspondiente metal. Los metales más empleados para este tipo de proceso son hierro y zinc. Se pueden dividir en dos grupos: oxidación a azufre y oxidación a óxidos de azufre. Para el tratamiento de biogás se puede producir mediante esta técnica SO_2 , por lo que no se recomienda este tipo de proceso. Los procesos que emplean óxido férrico (Fe_2O_3) son conocidos como “ironsponge” (50).

La reacción química que ocurre es:



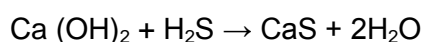
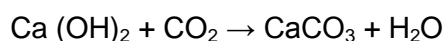
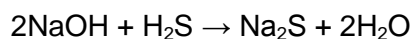
Si se utiliza óxido de zinc; se obtiene sulfuro de zinc (ZnS) al reaccionar con el H_2S , según la siguiente reacción:



3.5.2.2. Precipitación con sólidos alcalinos

Se pueden emplear sustancias sólidas alcalinas como hidróxido de sodio o cal apagada (hidróxido de calcio); normalmente se emplean disueltas en agua para utilizarlas en purificadores, pero también se pueden utilizar de forma sólida granular (50), (51).

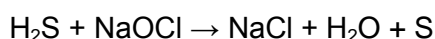
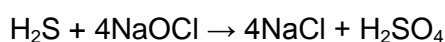
Las reacciones químicas que ocurren son:



3.5.2.3. Oxidación con Hipoclorito

El hipoclorito es considerado uno de los oxidantes más eficientes para la eliminación de compuestos sulfurados. El compuesto activo es OCl^- , a pH mayor de 4.7 (50).

La eliminación de H_2S se produce a pH entre 9 y 10 según las siguientes reacciones:

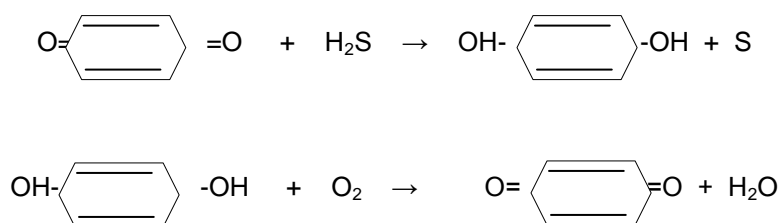


En este proceso es necesario añadir una solución alcalina para el control del pH. La utilización de hipoclorito permite eliminar además de H_2S , compuestos orgánicos sulfurados; en el caso de eliminación de compuestos orgánicos sulfurados tiene un mayor poder oxidante el ácido hipocloroso (HClO) comparado con el OCl^- , siendo por tanto necesario trabajar a un pH más bajo. Si la corriente a tratar contiene amoníaco o aminas, estos compuestos son oxidados a cloroaminas, compuestos aún más tóxicos y malolientes, por lo que es necesario tratar la corriente para eliminar los compuestos nitrogenados antes de tratar con hipoclorito (53).

3.5.2.4. Oxidación de H_2S con quinona y vanadio

El proceso que emplea quinonas con sales de vanadio es conocido como proceso Strefford. En el primer paso se reduce la quinona formándose azufre elemental y en el segundo se logra regenerar el reactivo mediante una oxidación (50).

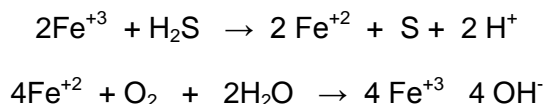
Las reacciones son las siguientes:



3.5.2.5. Oxidación con soluciones de hierro en un agente quelante

Se basa en una reacción de óxido-reducción (redox) empleando iones de hierro unidos a un agente quelante como el Ácido Etilen Diamino Tetra Acético (EDTA). Es uno de los procesos más usados en la industria. Se elimina el H_2S del biogás y se obtienen eficiencias mayores al 99%; la solución catalítica no es tóxica y se realiza a temperatura ambiente (50).

Las reacciones químicas son:

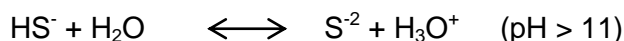


3.5.2.6. Oxidación con soluciones de permanganato

Se realiza la oxidación con permanganato de potasio, oxidante fuerte, pero los costos son muy elevados. Adicionalmente, los óxidos de permanganato son contaminantes y deben ser tratados para su eliminación. Además, el permanganato de potasio es una sustancia controlada en Colombia por ser insumo para fabricación de alcaloides (50), (51).

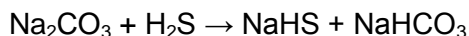
3.5.2.7. Sales alcalinas

Los procesos con soluciones alcalinas son eficientes en función del pH de la disolución (50).



La principal desventaja de este tipo de proceso es la precipitación de carbonatos de calcio (CaCO_3) y magnesio (MgCO_3) presentes en el agua, especialmente cuando el pH es mayor de 10, con los consiguientes problemas de obstrucción de los reactores.

Una variante de este proceso es el lavado con una solución de carbonato de sodio. La ecuación general es:



3.5.2.8. Reducción con alcanolaminas

Este tipo de proceso permite eliminar de manera selectiva el H_2S o la eliminación conjunta de H_2S y CO_2 con alta eficacia. Este proceso es el más empleado en refinerías de crudo para eliminar el ácido sulfhídrico de efluentes gaseosos y para purificar el gas natural. Las alcanolaminas (monoetanolamina - MEA, dietanolamina - DEA, diglicolamina - DGA, diisopropanolamina - DIPA y metildietanolamina - MDEA) poseen un grupo hidroxilo ($\text{OH}-$) en un extremo y un grupo amino (NH_2-) en el otro. El grupo hidroxilo disminuye la presión de vapor e incrementa la solubilidad en agua, y el grupo amino proporciona la alcalinidad requerida para la adsorción de los gases ácidos. La adsorción se realiza a altas presiones con recuperación de calor. También se emplean soluciones de glicol, para mejorar la absorción física de los gases ácidos (51), (54).

3.5.2.9. Solventes físicos

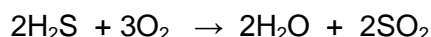
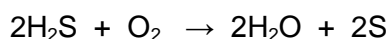
Cuando el tratamiento de los gases ácidos con procesos como los descritos anteriormente no es rentable, se suelen emplear solventes físicos, donde los gases ácidos son absorbidos en el líquido y se desorben reduciendo la presión. La absorción de gases

ácidos en agua genera soluciones corrosivas que deben ser tratadas. Solventes como metanol, carbonato de propileno, éteres de polietileno, glicol, etc., también son usados en el tratamiento para eliminación de H₂S (50) (51).

3.5.2.10. Inyección de ozono en lechos de carbón activado para remover H₂S.

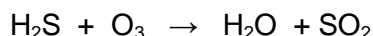
De los numerosos métodos para prevenir emisión de olores, la absorción por carbón activado es uno de los más comunes y confiables. Los procesos con carbón activado son efectivos para la remoción de H₂S, el cual tiene un umbral de olor muy bajo y usualmente está relacionado con malos olores. Además de ser adsorbido, el ácido sulfhídrico es también oxidado a azufre elemental o SO₂ por el carbón activado (52) (55).

La reacción química es:



El rendimiento de la remoción depende en gran manera de la temperatura y la humedad y también de las sustancias contaminantes adicionales. Este último factor generalmente reduce el rendimiento, por la ocupación de los sitios activos de carbono, que absorbe y oxida el H₂S.

Se desarrollaron experimentos para determinar la eficiencia de la remoción de H₂S en presencia de ozono, el cual fue inyectado simultáneamente con la corriente a desodorizar en los lechos de carbón activado. La reacción del ozono con H₂S en la fase aire es expresada mediante la siguiente reacción:



A medida que el ozono se inyecta, la concentración de H₂S en el efluente decrece. La eficiencia promedio en la remoción de H₂S reforzada con la inyección de ozono fue calculada como del 96%. En la corriente de salida no se detectó ozono.

Este aumento en la eficiencia de la remoción se basa en el poder oxidante del ozono, el cual, además de oxidar el H₂S, oxida los COV presentes en las corrientes afluentes que contienen compuestos como tolueno, etanol, n-butanol, isobutanol, entre otros, las cuales, como se dijo anteriormente, reducen la eficiencia de la remoción por ocupación de los espacios del carbón activado. Estas sustancias no fueron detectadas en el efluente.

3.5.3. Tecnologías biológicas

3.5.3.1. Filtros biológicos

Los filtros biológicos retienen los contaminantes con un alto rendimiento, y sus técnicas son confiables y comprobadas. Presentan buena adaptabilidad a variaciones de contaminantes. El proceso consiste en hacer pasar el aire contaminado, en flujos controlados, por un medio filtrante que elimina las sustancias generadoras de malos olores por procesos biológicos (bacterias) (56).

Un filtro biológico está diseñado con materiales orgánicos que se mantienen húmedos para permitir el desarrollo microbiano, el cual absorbe y degrada los compuestos olorosos. El material húmedo procesa el aire que es inyectado a los lechos filtrantes por medio de tubos perforados. Los materiales más usados para la fabricación de esta clase de filtros son el compost, la turba, la madera en astillas, la corteza de árboles, mezclados con materiales biológicamente inertes como grava, o arena (soporte del material filtrante) de manera que se garantice la porosidad; también se pueden usar materiales sintéticos o mezclas de ellos. Pueden ser usados materiales igualmente inertes tales como anillos plásticos, escoria o espuma. El medio de soporte usado puede variar dependiendo de la aplicación. Los microorganismos son cultivados en forma de una fina película en la superficie del soporte, recirculando agua (26), (57), (23).

Estudios de laboratorio han demostrado que la degradación biológica de un amplio número de contaminantes es posible en los filtros biológicos y filtros de goteo. Se ha demostrado efectividad en la remoción de ácido sulfhídrico, compuestos sulfurados orgánicos, hidrocarburos halogenados (para estos compuestos este proceso es menos efectivo ya que el contaminante puede inhibir la actividad biológica); compuestos amino-nitrogenados, alifáticos, aromáticos y clorados; también se ha logrado la remoción de compuestos biodegradables como los clorobencenos, Metil-Terbutil-Eter (MTE), compuestos como el Tricloroetileno (TCE) o en condiciones anaeróbicas el Percloroetileno (PCE). También tienen capacidad de eliminación de COV sometidos a tratamiento, pero dependen de aspectos de diseño y operación del bio reactor, así como de las características del contaminante. Se requieren ciertas características de solubilidad en agua (hidrófilos) (26), (58).

La biofiltración depende de la característica de los contaminantes para bio degradarse; las concentraciones de los contaminantes en la entrada pueden ir desde ppb hasta más de 1.000 ppm. La eficiencia en la remoción depende del sistema y del contaminante. La eficiencia de la biofiltración puede estar determinada por la concentración de olor de la entrada, ya que es difícil lograr alta eficiencia, con un gas efluente de baja concentración, debido al olor residual en la salida del lecho filtrante. Los biofiltros deben diseñarse con el tiempo de residencia suficiente en el lecho (área superficial de contacto suficiente para la concentración del contaminante y el flujo del mismo). La relación típica de volumen de

gas/área del lecho para asegurar un tiempo adecuado de residencia está entre 50 y 100 $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h.}$, con una profundidad entre 0,8 y 1,2 m (26).

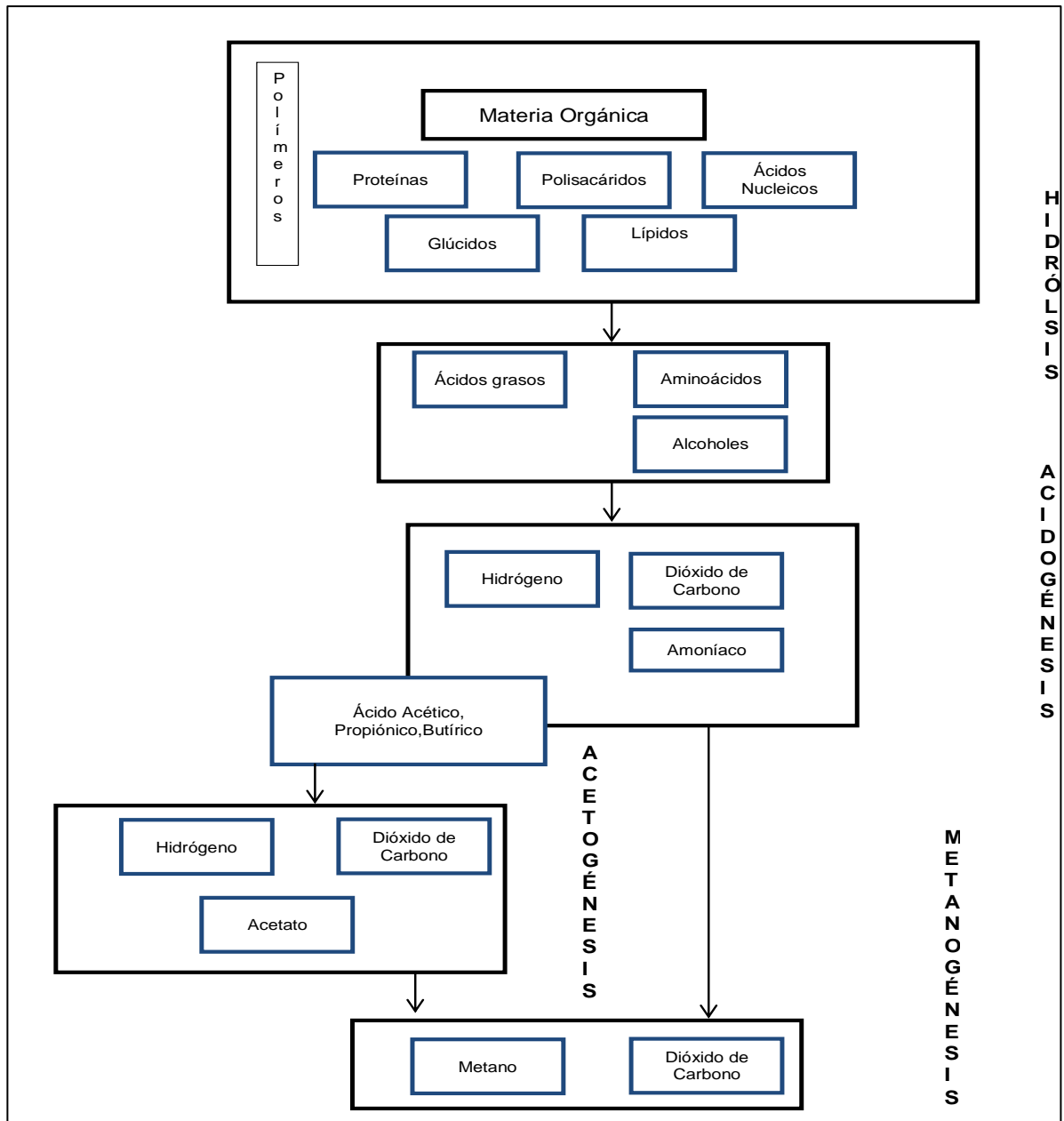
Para disminuir el área ocupada por los biofiltros, sin afectar la eficiencia, se utilizan biofiltros de bandejas apiladas, con materiales sintéticos o birreactores, que tienen menos requerimiento de tiempo de residencia, debido a su mayor área superficial. Para lograr una alta eficiencia, los niveles de humedad deben ser mayores del 60%, una temperatura entre 20 y 35° C y un pH de 4 a 8. El contenido de humedad del lecho es muy importante y la humedad de la corriente del gas debe ser cercana al 100% para evitar que el fondo del lecho pierda su humedad. En la parte superior es común instalar sistemas de rociado. El lecho filtrante debe mantenerse en condiciones anaerobias. Un humidificador puede ser necesario antes de que el afluente gaseoso pase por el biofiltro, para asegurar que la humedad del lecho se mantenga. En los biofiltros, el material del lecho debe ser reemplazado ocasionalmente, de acuerdo con los requerimientos del proceso. En algunos casos se requiere el cambio a los cinco años. Pueden ser diseñados en dos celdas, de manera que si uno de los dos requiere ser aislado para mantenimiento, no se suspenda la operación. Estos biofiltros son muy útiles en plantas de tratamiento de agua residual, en plantas de compostaje y en industrias de cría y sacrificio de animales (26), (59).

3.5.3.2. Digestión anaerobia

La digestión anaerobia es un proceso biológico mediante el cual los residuos sólidos son descompuestos por acción microbiana que los transforma en una mezcla de gases llamado biogás y materia orgánica estabilizada, que puede ser usada como fertilizante por ser rica en nutrientes, únicamente si el proceso de digestión se realiza de manera completa (60). El proceso se desarrolla en cuatro etapas:

- ➔ Fase de hidrólisis en la cual los polímeros (proteínas, polisacáridos, ácidos nucleicos, lípidos, entre otros) son degradados.
- ➔ Fase de ácido-génesis en la cual los ácidos de cadena larga, los azúcares y aminoácidos son degradados a dióxido de carbono, amoníaco, ácidos grasos volátiles e hidrógeno.
- ➔ Fase de aceto-génesis, durante la cual los ácidos grasos volátiles son transformados en acetato, dióxido de carbono e hidrógeno.
- ➔ Fase de metano-génesis, durante la cual se produce metano y dióxido de carbono a partir de los compuestos orgánicos producidos en las fases anteriores, realizada por microorganismos metano-génicos, consumidores de hidrógeno. (Figura 4).

Ilustración 4. Fases de la digestión anaerobia.



Fuente: Adaptado de Control y Eliminación de Compuestos Volátiles Provenientes de un Digestor Anaerobio Mediante Biofiltración. Ramírez, D.E., García, E. (59)

3.6. Impacto en Salud y Calidad de Vida por Exposición a Olores Ofensivos

Hace casi 5.500 millones de años, desde la aparición de la vida en la Tierra, las primeras células desarrollaron un sentido químico para percibir la información que les llegaba de su

entorno. Así pues, el olfato es el sentido más primitivo y el primero en aparecer en la escala evolutiva, formando parte relevante de los organismos vivos (45). En las plantas, el olor de las flores atrae a los insectos y aves, quienes diseminan el polen, permitiendo la fertilización de otras plantas. Los insectos que viven en sociedad como las hormigas y las abejas se reconocen y se orientan por el olor. Algunos animales, desde insectos hasta grandes mamíferos detectan a sus presas usando este sentido. Los peces, como el salmón, lo usan para reconocer las rutas fluviales para la puesta de huevos. Los mamíferos de cualquier clase y tamaño emplean sus fluidos corporales para marcar y defender su territorio. Así como las hembras distinguen a sus hijos por el olor, los carnívoros localizan sus presas y los herbívoros detectan a sus depredadores por el olor. Hoy en día el olfato es, junto con el sentido de la vista, un factor clave de aceptación o rechazo de nuestro entorno. De los cinco sentidos, el sentido del olfato es el más complejo y característico en estructura y organización, envía al cerebro información relevante para el cotidiano desarrollo de la vida. (61).

Durante el transcurso de la vida, el ser humano aprende a asociar los olores con situaciones de la vida, sean estas de bienestar o molestia. Hasta los 20 años de edad, el olfato se encuentra en una fase de aprendizaje, el cual se mantiene estable hasta los 40 años. A partir de los 50 años comienza a decaer. Existen estudios que demuestran que el sentido del olfato en las mujeres es más intenso que en los hombres y al envejecer lo pierden en menor grado que éstos (3).

3.6.1. Fisiología del Olfato

En el techo de la cavidad nasal se localiza el epitelio olfativo, compuesto por alrededor de 5 millones de células vinculadas con el sentido del olfato. La percepción olfativa es una reacción sensorial de las células receptoras cuyas terminaciones se comunican con zonas específicas de la corteza cerebral, pasando antes por el bulbo olfativo (62). El aire, al penetrar en la cavidad nasal, debido a lo sinuoso de sus paredes, desarrolla una serie de turbulencias permitiendo a las sustancias entrar en contacto con el epitelio. Las células o receptores olfatorios son muy sensibles, ya que tienen umbrales de estimulación muy bajos; unas pocas moléculas de una sustancia química son suficientes para detectar la sensación de un olor (8). Las moléculas que pueden ser percibidas por el olfato se denominan “odoríferos”, que se generan en diversos procesos naturales o antrópicos. Diversas investigaciones sugieren que, en promedio, el ser humano tiene la capacidad de reconocer hasta 10.000 olores diferentes (63).

Tal como lo descubrieron Axel y Buck (premio Nobel de Medicina - 2004), los receptores son proteínas que pertenecen a la familia de las proteínas G, que atraviesan la membrana celular. Las diferencias sutiles que hay entre ellas son las que les confieren la especificidad por las moléculas odoríferas. En el ser humano se han identificado alrededor de 350 tipos de receptores diferentes, en las ratas cerca de 1.000 receptores diferentes. Estos científicos también descubrieron que cada célula receptora posee sobre su

superficie un solo tipo de proteína receptora. Por lo tanto, debe haber al menos tantas células, como receptores posibles. Se comprobó que hay cerca de 5.000 células que exhiben sobre su superficie cada uno de los tipos de receptores. Además, se pudo demostrar que *“cada receptor tiene la capacidad de detectar un número limitado de moléculas odoríferas, respondiendo a ellas con distinta intensidad. En pocas palabras, cada grupo de células del epitelio olfativo se encuentra altamente especializado en detectar unos pocos odoríferos”* (63).

La mayoría de olores son una mezcla de varias sustancias que interactúan para producir lo que se detecta como un olor. Debido a que la respuesta se sintetiza en el cerebro, otros sentidos como la vista y el gusto están involucrados. También intervienen mecanismos neurológicos y psicológicos como la memoria o las emociones por lo que puede decirse que la cultura y la relación con el entorno también participan en los procesos complejos del sentido del olfato (8).

3.6.2. Efectos a la salud por exposición a sustancias químicas. Toxicología de los olores.

El aire fresco puede contener ciertos olores, que generalmente no causan molestia al ser humano e incluso pueden causar sensación de bienestar o placer, aún por debajo del límite de detección humana. El aire libre no contiene químicos olorosos, “huele a limpio”, usualmente se percibe como desprovisto de contaminantes que puedan causar daño (26). Aunque no se ha podido establecer una relación directa entre el olor de las sustancias y su toxicidad, se han observado reacciones fisiológicas del sistema nervioso central o periférico causadas por la percepción de olores. Por otro lado, la exposición continua a sustancias químicas en bajas dosis puede causar efectos crónicos en la salud de las personas expuestas (16), (57). Cuando se exponen frecuentemente a un mismo olor, las personas pueden sufrir un fenómeno conocido como fatiga olfativa o fatiga al olor. La fatiga olfativa puede ser de corto o de largo plazo. La primera actúa en cuestión de horas y solo requiere de unos cuantos minutos para desaparecer. La otra actúa a lo largo de semanas y meses, de forma que se necesita también un descanso de meses para recuperar la sensibilidad (9).

El impacto a la salud por exposición crónica o aguda a emisiones atmosféricas puede estar mediado por mecanismos toxicológicos, caracterizados por respuestas fisiopatológicas que difieren según la naturaleza y características físicas y químicas de las sustancias (64). A continuación se analiza la toxicología de las sustancias generadoras de olores incluidas en la Resolución 610 de 2010.

3.6.2.1. Gases y líquidos inorgánicos y compuestos de azufre reducido S⁻²

➔ *Sulfuro de Hidrógeno o Ácido Sulphídrico: (65), (66).*

El ácido sulfhídrico es extremadamente tóxico y puede causar intoxicaciones e incluso la muerte, no sólo en áreas de trabajo, sino también en áreas de acumulación natural como cisternas o drenajes. Es un irritante de las membranas mucosas y del tracto respiratorio. El edema pulmonar puede ocurrir de manera inmediata luego de exposición a altas concentraciones. Los síntomas de una exposición aguda incluyen náusea, dolor de cabeza, delirio, disturbios del equilibrio, temblores, convulsiones e irritación de ojos y piel. Es absorbido por los pulmones (órgano blanco); puede ocurrir una absorción cutánea pero es mínima. La exposición por cualquier ruta puede causar efectos sistémicos.

Ingestión: debido a que el ácido sulfhídrico es un gas a temperatura ambiente, es poco probable que ocurra la absorción.

Inhalación: la inhalación de altas concentraciones de ácido sulfhídrico puede producir rápidamente inconsciencia y la muerte. La inhalación es la principal ruta de exposición. Los niños expuestos a las mismas concentraciones de ácido sulfhídrico que los adultos pueden recibir dosis mayores debido a que ellos tienen una mayor área superficial de los pulmones en relación con su peso corporal. Adicionalmente, pueden estar expuestos a mayores niveles que los adultos en el mismo sitio, a causa de su corta estatura, ya que por ser más pesado que el aire, las concentraciones a más baja altura son mayores. Los niños pueden ser más vulnerables a agentes corrosivos que los adultos a causa del menor diámetro de sus vías aéreas.

Contacto con ojos y piel: la prolongada exposición a H₂S, aun a relativamente bajas concentraciones puede causar afecciones como dermatitis e irritación ocular. La absorción a través de piel intacta es mínima. La irritación ocular puede resultar en inflamación (querato conjuntivitis) y opacar la superficie ocular. Los síntomas incluyen visión borrosa, sensibilidad a la luz, y parpadeo espasmódico o cierre involuntario de los párpados.

Daños al sistema respiratorio: la inhalación inicialmente afecta nariz y garganta. Bajas concentraciones como 50 ppm pueden producir rápidamente irritación de vías aéreas superiores e inferiores. Las manifestaciones pulmonares incluyen tos, dificultad para respirar y hemorragia bronquial o pulmonar. Altas concentraciones pueden provocar bronquitis y causan acumulación de líquidos en el pulmón, lo cual ocurre después de 72 horas de la exposición. La falta de oxígeno causa que la piel se torne de color azul.

Efectos al sistema cardiovascular: la exposición a altas dosis puede causar insuficiencia cardíaca, arritmia cardíaca, y alteraciones de la conducción.

Daños al SNC: los daños al sistema nervioso central son inmediatos y significativos luego de la exposición al ácido sulfhídrico. A altas concentraciones, con solo unas pocas inhalaciones, puede ocurrir la pérdida de la conciencia, coma, paro respiratorio, parálisis, convulsiones y la muerte. Adicionalmente, la disminución de la capacidad de percibir el olor del H₂S puede ocurrir a concentraciones tan bajas como 150 ppm.

Efectos al sistema renal: los efectos transitorios incluyen presencia de sangre y proteínas en la orina; la falla renal como resultado de la toxicidad del H₂S no ha sido descrita, sin embargo pueden ocurrir como efecto secundario al compromiso cardiovascular.

Efectos gastrointestinales: los síntomas pueden incluir náusea y vómito.

Exposición aguda: el H₂S puede causar inhibición de la enzima citocromo oxidasa resultando en la falta de oxígeno en las células. El metabolismo anaeróbico causa acumulación del ácido láctico resultando en un desbalance metabólico. El sistema nervioso y tejidos cardiacos son particularmente vulnerables a la disrupción del metabolismo oxidativo y puede causar la muerte como resultado de paro respiratorio. También causa irritación ocular, de piel, membranas y mucosas y el tracto respiratorio. Los efectos pulmonares pueden aparecer después de 72 horas de la exposición aguda. El H₂S es un gas que actúa rápidamente con efectos tóxicos que pueden causar parálisis respiratoria con consecuente asfixia a altas concentraciones. La inhalación de H₂S en concentraciones de 1.000 o 2.000 ppm puede causar coma después de un simple respiro y puede ser fatal; también pueden ocurrir convulsiones. La exposición a concentraciones por encima de 50 ppm por una hora, puede producir conjuntivitis aguda con dolor, lagrimeo y fotofobia; en forma severa puede progresar a una queratoconjuntivitis y formación de vesículas en el epitelio de la córnea. A concentraciones un poco mayores afecta el sistema nervioso central, causando irritabilidad y mareo. La exposición prolongada a 250 ppm de H₂S puede causar edema pulmonar. La prolongada exposición a 50 ppm puede causar rinitis, faringitis, bronquitis y neumonitis.

Exposición Crónica: este contaminante no se acumula en el cuerpo. Sin embargo, las exposiciones repetidas o prolongadas se han reportado como causantes de baja presión sanguínea, dolor de cabeza, náuseas, pérdida de apetito, bajo peso, ataxia, inflamación de la membrana ocular, y resfriado crónico. Los síntomas neurológicos, incluyendo desórdenes psicológicos, han sido relacionados con la exposición crónica a ácido sulfhídrico. La exposición crónica puede ser más seria en los niños debido a su potencial periodo de latencia. Una baja concentración de vapores, causa irritación en los ojos, conjuntivitis dolorosa, fotofobia, lagrimeo, opacidad de la córnea; en el tracto respiratorio causa rinitis con anosmia, traqueo bronquitis con dolor y tos, edema pulmonar con disnea y algunas veces posterior bronconeumonía. Al contacto directo de soluciones de H₂S con la piel puede producir eritema y dolor.

A bajas concentraciones irrita los ojos y el tracto respiratorio y puede causar dolor de cabeza, fatiga, irritabilidad, insomnio y afecciones gastrointestinales. La exposición

repetida a H_2S resulta en un incremento de la susceptibilidad, tanto que la irritación ocular, resfriados y efectos sistémicos pueden aparecer a concentraciones previamente toleradas sin efectos (67).

La acción irritante ha sido explicada con base en la reacción del H_2S combinado con el álcali presente en la superficie húmeda de los tejidos, para formar sulfuro de sodio, el cual es de carácter alcalino.

Carcinogenicidad: el ácido sulfhídrico no ha sido clasificado para efectos carcinogénicos.

Efectos reproductivos y sobre el desarrollo: no hay evidencia que sugiera que la exposición a este contaminante pueda estar asociada con un incremento de riesgo de aparición de aborto espontáneo. No hay información relacionada con la transmisión placentaria o excreción en la leche materna del sulfuro de hidrogeno. No existen estudios de efectos en el desarrollo de personas expuestas a este contaminante. Sin embargo, estudios realizados en animales sugieren que puede ser un neurotóxico del desarrollo. El ácido sulfhídrico no ha sido listado en el catálogo de agentes teratogénicos; tampoco ha sido incluido entre los tóxicos reproductivos y del desarrollo por la GAO (US General Accounting Office), que listó 30 sustancias químicas de interés, debido al amplio conocimiento de ser causantes de consecuencias reproductivas y del desarrollo.

Toxicocinética: La penetración en el organismo es exclusivamente por la vía respiratoria. En la sangre, el sulfuro de hidrógeno se comporta como un ácido débil, parcialmente disociado en iones H^+ , hidrogenosulfuros o sulfidrilos (SH^-), una mínima fracción se encuentra ligado a la albúmina. La distribución (con una vida media plasmática de 15 minutos), concierne todos los tejidos y órganos, donde el H_2S se fija a los cationes de numerosas metaloproteínas. Los iones sulfidrilo y sulfuro son rápidamente oxidados a nivel hepático en iones tiosulfato ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) y sulfato (SO_4^{2-}), eliminados en menos de 24 horas por vía urinaria. Fisiológicamente, el sulfuro de hidrógeno se forma en la boca a partir de ácidos aminados azufrados, bajo la acción de bacterias de la placa dental, la fermentación a nivel del colon produce concentraciones de 1 a 5 ppm en los gases intestinales, alcanzando en ocasiones 18 ppm. Existe igualmente una producción endógena en el cerebro: el H_2S podría ser un neurotransmisor y participar en la regulación del tono vascular en sinergia con el monóxido de nitrógeno (NO)

Órganos blanco y mecanismos de acción: El sulfuro de hidrogeno es un potente irritante para los ojos y las mucosas de las vías respiratorias. Al entrar en contacto con el agua de los tejidos, se hidroliza parcialmente liberando iones H^+ . El disulfuro de hidrogeno no es genotóxico experimentalmente.

Estudios epidemiológicos realizados en habitantes cerca de fábricas de pasta de papel, reportaron una prevalencia elevada de conjuntivitis, rinofaringitis, tos, náuseas y cefalea.

La tabla 7 muestra la relación dosis/efecto en el hombre:

Tabla 7. Efectos de la exposición a ácido sulfhídrico.

CONCENTRACIÓN DE H ₂ S	EFEECTO
10 ppm durante 15 minutos	Concentración sin efecto sobre la función respiratoria y cardiovascular en voluntarios sanos
15 a 20 ppm	Irritación ocular y rinofaríngea
100 a 150 ppm	Parálisis olfativa que impide la detección del olor
50 a 500 ppm	Efectos irritantes oculares y respiratorios predominantes. Pérdida de conocimiento es posible
250 a 500 ppm	Pérdida de la conciencia, edema
500 a 1.000 ppm	Pérdida inmediata de conocimiento, muerte en ausencia de ayuda
>1000ppm	Muerte en minutos o segundos

Fuente. Adaptado de Testud, F.

➔ **Sulfuro de Dimetilo: (68)**

La sustancia se puede absorber por inhalación del vapor y por ingestión.

Efectos de exposición de corta duración: La sustancia irrita los ojos y la piel.

Inhalación: Su inhalación causa tos, náuseas, dolor, debilidad, dolor de garganta.

➔ **Dicloruro de Azufre: (69)**

Inhalación: puede causar tos, dolor de garganta, sensación de quemazón, dificultad respiratoria. Puede causar edema pulmonar.

Ingestión: causa sensación de quemazón: dolor de garganta, dolor abdominal, shock o colapso.

Contacto con la piel: causa enrojecimiento y dolor: puede causar quemaduras cutáneas graves.

Contacto con los ojos: causa enrojecimiento, dolor, quemaduras profundas graves

Efectos de exposición de corta duración: la sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Es corrosivo por ingestión.

➔ **Mercaptanos:**

Toxicocinética: La penetración al organismo es esencialmente por vía inhalatoria y eventualmente por vía cutánea. La biotransformación de estos compuestos es poco conocida. El metil y el etil mercaptanos son metabolizados en dióxido de carbono el cual es eliminado por los pulmones y en sulfatos, excretados en la orina; una pequeña fracción es eliminada sin cambios, por vía respiratoria. El metil y etil mercaptanos son metabolitos humanos fisiológicos (degradación de la metionina), presentes a muy bajas concentraciones en la sangre, la orina y el aire expirado.

Órganos blanco y mecanismos de acción: Los mercaptanos son irritantes oculares y de las vías respiratorias, a concentraciones diez a cien veces superiores a su umbral olfativo. Los derivados alifáticos de cadena corta (metil y etilmercaptanos) poseen una toxicidad sistémica muy similar a la del disulfuro de hidrógeno. Una exposición sobreaguda provoca una inhibición del centro respiratorio; una exposición aguda a altas dosis puede generar edema agudo de pulmón, pérdida de la conciencia, coma y en algunos casos anemia hemolítica. Los efectos por exposiciones repetidas a bajas dosis se encuentran mal documentados. Serían similares a los producidos por el disulfuro de hidrógeno: cefaleas, estado de fatiga, agotamiento, alteraciones digestivas, aumento de la prevalencia de signos de bronquitis crónica. No hay ningún estudio reportado relacionado con mortalidad por cáncer.

➔ **Metil mercaptano: (70)**

No son muy claros los efectos de esta sustancia en el organismo por la exposición a bajas dosis aunque se consideran no perjudiciales.

Inhalación: a altas concentraciones puede irritar las vías respiratorias superiores. El contacto con la sustancia puede irritar los ojos y la piel. Además puede irritar los pulmones y causar tos y edema pulmonar, dependiendo de la dosis inhalada.

La exposición puede causar mareo, dolor de cabeza, vómito, náuseas, debilidad muscular y pérdida de coordinación, pérdida de la conciencia y en casos extremos la muerte. Es posible que el metil mercaptano produzca daño a los riñones y al hígado.

Exposición crónica: poco se sabe de los efectos sobre la salud de esta sustancia. Es posible que la exposición continua produzca pérdida de glóbulos sanguíneos y cause anemia. No se sabe si la exposición de larga duración (un año o más) a niveles bajos de metil mercaptano puede producir efectos perjudiciales sobre la salud. No hay ninguna información disponible para discernir si el metil mercaptano produce cáncer en seres humanos o en animales. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS), la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y la EPA no han clasificado al metil mercaptano como carcinógeno (71).

La Oficina de Administración de Salud y Seguridad Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA) ha establecido un límite permisible de exposición ocupacional en el aire de 20 miligramos de metil mercaptano por metro cúbico de aire (20 mg/m³) durante una jornada de 8 horas diarias, 40 horas semanales. La Asociación Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH) y el Instituto Nacional de Seguridad Ocupacional y Salud (NIOSH) recomiendan un límite de exposición ocupacional de 1 mg/m³ para el metil mercaptano.

➔ **Etil mercaptano: (72)**

El etil mercaptano es un líquido extremadamente peligroso en caso de contacto cutáneo (irritante); muy peligroso en caso de inhalación (irritante de pulmón); extremadamente peligroso en caso de contacto con la piel (irritante, corrosivo sensibilizador), muy peligroso en caso de contacto con los ojos (irritante); peligroso en caso de ingestión. La inflamación del ojo se caracteriza por enrojecimiento, lagrimeo y picazón. La inflamación de la piel es caracterizada por picazón, descamación, enrojecimiento o producción ocasional de ampollas (70), (73).

El etil mercaptano es 10 veces menos tóxico que el disulfuro de hidrógeno. Exposiciones a concentraciones del orden de 4 ppm producen cefaleas, náuseas, vomito e irritación de las mucosas. Es metabolizado por la ruptura de los enlaces S-C y también por oxidación en mercaptoacetaldehidos y en ácido mercaptoacético.

Rutas de entrada: contacto cutáneo, contacto con los ojos, inhalación, ingestión.

Toxicidad en los animales: los presentes valores de la DL50 (Dosis Letal) se calculan sobre una base de exposición de 4 horas.

Toxicidad oral aguda (DL50): 1.034 mg / kg (rata).

Toxicidad aguda del vapor (LC50): 2.770 ppm 4 hora (s) (ratón).

Exposición aguda: Oral: ligeramente tóxico en ratas (DL50 682 mg / kg), Dérmica: ligeramente tóxico para los conejos (DL50> 2.000 mg / kg). Inhalación ligeramente tóxico para las ratas (4-h LC 50 4.420 ppm) (concentración letal), Irritación de los ojos: ligeramente irritante para los conejos, Irritación de la piel: ligeramente irritante para los conejos (exposición de 4 horas).

La toxicidad aguda por inhalación en animales de laboratorio produce inquietud, irritación, aumento de la respiración, pérdida de la coordinación, debilidad muscular progresiva a la parálisis, cianosis (color azul debido a niveles bajos de oxígeno), convulsiones y muerte por depresión respiratoria.

Exposición crónica: la inhalación por exposición repetida causa menores trastornos cardiovasculares en los conejos y un aumento de la excitabilidad nerviosa en las ratas. A largo plazo, la inhalación por exposición repetida en ratas y conejos, causa efectos cardiovasculares, disminución en el número de glóbulos rojos, disminución del intercambio de gases y aumento de la excitabilidad nerviosa. No se observaron cambios genéticos en pruebas que utilizan bacterias.

➔ **Propil mercaptano: (74), (75)**

Los efectos de la exposición a esta sustancia no han sido investigados adecuadamente.

Vías de exposición: la sustancia puede absorberse por inhalación y por ingestión.

Riesgo de inhalación: no puede indicarse la velocidad a la que se alcanza una concentración nociva en el aire por evaporación de esta sustancia a 20°C.

Efectos de exposición de corta duración: la sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La exposición a niveles elevados podría causar disminución del estado de alerta.

➔ **Butil mercaptano: (76), (77), (78).**

La sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Puede provocar reacción alérgica en la piel. La sustancia puede causar efectos en la tiroides. La exposición por encima del OEL (Over Excitation Limit) podría causar disminución de la conciencia. Si se inhala causa debilidad y confusión mental. Causa además vértigo, tos, somnolencia, dolor de cabeza, náuseas, vomito, jadeo. Al contacto con la piel y los ojos causa enrojecimiento y dolor. Provoca reacción alérgica en la piel. Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración por vía respiratoria en grandes cantidades.

La toxicidad aguda del butil mercaptano es moderada pero su olor es detectable a concentraciones de 0,001 a 0,0001 ppm. En caso de exposición aguda (55 a 500 ppm durante 1 hora) produce debilidad muscular, náuseas, cefaleas, sudoración, vértigos, confusión, pérdida de conocimiento.

3.6.2.1.1. Gases derivados del Nitrógeno

➔ **Amoníaco. (79), (80)**

El amoníaco se ha encontrado en por lo menos 137 de los 1.647 sitios de la Lista de Prioridades Nacionales identificados por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de EE. UU (EPA). La exposición a niveles altos de amoníaco en el aire puede ser irritante para la piel, los ojos, la garganta y los pulmones y puede producir tos y quemaduras. La exposición a niveles muy altos de amoníaco puede producir daño del pulmón y la muerte. Algunas personas asmáticas pueden ser más sensibles a los efectos de respirar amoníaco que otras personas. Ingerir soluciones concentradas de amoníaco puede producir quemaduras en la boca, la garganta y el estómago. Derramar amoníaco en los ojos puede producir quemaduras y ceguera. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) no

ha clasificado al amoníaco en cuanto a carcinogenicidad; la mayoría de las exposiciones de ese tipo ocurren en ambientes de trabajo. Es probable que los efectos de la exposición en niños sean similares a los observados en adultos (81).

La Oficina de Administración de Salud y Seguridad Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA) ha establecido un límite de 25 ppm de amoníaco en aire en el trabajo durante una jornada de 8 horas diarias y un límite de exposición breve (15 minutos) de 35 ppm.

Inhalación: a concentraciones elevadas se produce irritación de garganta, inflamación pulmonar, daño en vías respiratorias y ojos. A medida que aumenta la concentración puede llegar a producir edema pulmonar o producir la muerte, cuando supera las 5.000 ppm.

Contacto con la piel: el amoníaco gaseoso puede producir irritación de la piel, sobre todo si ésta se encuentra húmeda. Se pueden llegar a producir quemaduras y ampollas en la piel al cabo de unos pocos segundos de exposición con concentraciones atmosféricas superiores a 300 ppm.

Ingestión: este compuesto es gaseoso en condiciones atmosféricas normales, siendo poco probable su ingestión. Sin embargo, de ocurrir ésta, puede causar destrucción de la mucosa gástrica, provocando severas patologías digestivas, pudiendo causar inclusive la muerte.

Toxicidad: como todos los gases irritantes, es fuertemente reactivo, responsable del daño directo de los tejidos en forma de lesiones causticas de las mucosas y las vías respiratorias. Por el contrario, no es sensibilizante. Su olor puede detectarse a concentraciones de 4 a 20 ppm, nivel inferior a aquel que provoca irritación de garganta y ojos. Los síntomas producidos por la exposición al gas amoníaco son irritación intensa de las vías respiratorias superiores (sensación de quemadura laríngea), de los ojos y nasal. Algunos sujetos pueden señalar fenómenos de irritación a una exposición de 50 ppm. Una exposición prolongada a una concentración de 10 ppm no ejerce ningún efecto sobre la función respiratoria. La toxicidad respiratoria es dosis dependiente, es decir que la intensidad de la lesión varía según la relación concentración/duración de la exposición. A concentraciones de 50 a 100 ppm produce signos de irritación, a niveles entre 800 a 1000 ppm hay disnea, a niveles de 1000 a 2000 ppm se presenta edema pulmonar y por encima de 5000 ppm la muerte. Las personas con enfermedades como asma o bronquitis crónica son más sensibles a los efectos de los gases irritantes. La inhalación de bajas y moderadas concentraciones se traduce en una elevación de la frecuencia respiratoria, disnea, reflejos de una bronco-constricción bronquial, detectable a concentraciones de 5 ppm.

Efectos de exposición de corta duración: corrosivo, lacrimógeno. La sustancia es corrosiva de los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación de altas concentraciones

puede originar edema pulmonar. La evaporación rápida del líquido puede producir congelación.

Exposición crónica: no se han descrito efectos adversos en seres humanos expuestos a las concentraciones de amoníaco que se encuentran típicamente en el ambiente. No se sabe si la exposición al amoníaco produce defectos de nacimiento, o si puede pasar al feto a través de la placenta o a bebés a través de leche materna. No se conoce si el amoníaco puede producir cáncer en seres humanos o en animales de laboratorio. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), no han clasificado al amoníaco en cuanto a carcinogenicidad.

Aminas alifáticas

➔ Monometilamina: (82), (83)

Inhalación: la inhalación es una importante ruta de exposición. Puede producir calambres abdominales, tos, diarrea, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta, vómito. Los síntomas del edema pulmonar no se ponen de manifiesto, a menudo, hasta pasadas algunas horas y se agravan por el esfuerzo físico. Son imprescindibles reposo y vigilancia médica. La alerta por el olor es insuficiente. Las propiedades olfativas e irritantes proveen una seguridad de concentraciones peligrosas, pero puede ocurrir fatiga olfativa por exposiciones prolongadas a bajas concentraciones, haciendo difícil detectar su presencia. Puede ocurrir ansiedad respiratoria, disnea, obstrucción de las vías respiratorias superiores, bronquitis, neumonitis y edema pulmonar.

Contacto con la piel y los ojos: causa enrojecimiento y dolor. A muy bajas concentraciones produce irritación de los ojos y piel húmeda. El contacto directo del gas o líquido concentrados en ojos y piel húmeda puede causar daño severo, tales como ampollas, irritación dolorosa, ulceración. El contacto con el gas puede causar congelamiento. Bajas concentraciones de gas/vapor pueden causar edema del epitelio de la córnea, sin dolor, acompañado de visión borrosa de tono azul grisáceo.

Riesgo de ingestión: calambres abdominales, tos, diarrea, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta, vómito. Las soluciones de metilamina causan heridas corrosivas en la boca, garganta y estómago si son ingeridas.

Efectos de exposición de corta duración: para la mayoría de individuos expuestos los síntomas individuales pueden aparecer claramente semanas o meses después. Los sobrevivientes de lesiones severas por inhalación, especialmente si presentan rayos x de tórax y función pulmonar anormal, pueden llegar a la muerte por daño crónico de los pulmones.

Efectos de exposición crónica: evidencias sugieren que no solo el amoníaco sino también sus alquilaminas derivadas, incluyendo la metilamina, pueden promover quema de las neuronas. No se han identificado datos de carcinogenicidad de la metilamina.

Toxicocinética: Estas sustancias son bien absorbidas por todas las vías, principalmente por la vía respiratoria; existe igualmente penetración a través de la piel. Son metabolizadas por enzimas mono amino oxidasas a flavinas y diamino oxidasas, presentes en el hígado, riñón e intestino, consistente en una n-oxidación. Algunas vías accesorias realizan una dealquilación oxidativa. Los metabolitos son eliminados principalmente por vía urinaria y algunas son eliminadas sin cambios por la orina. La vida media de eliminación en general es inferior a 24 horas.

Toxicidad: Los vapores tienen una acción irritante sobre los ojos produciendo lagrimeo, conjuntivitis, edema y vesículas a nivel de la córnea. En voluntarios, una exposición de 4 horas a 1,5 ppm de trietilamina provoca edema de la córnea y disminución de la sensibilidad a los contrastes. Las aminas son sensibilizantes y se encuentran al origen de reacciones inmunoalérgicas inmediatas como rinitis y asma y retardada como el eczema. Las manifestaciones respiratorias son secundarias posiblemente a múltiples mecanismos: irritación primaria, histamino-liberación y/o sensibilización mediada por IgE. Los estudios de teratogénesis son negativos en ausencia de toxicidad materna.

3.6.2.2. Ácidos orgánicos y derivados

➡ Acetaldehído: (84)

Es una sustancia irritante a los ojos y las vías respiratorias. El acetaldehído presente en la sangre humana se origina del etanol que se ha ingerido en comidas y bebidas por acción de la enzima alcohol deshidrogenasa. El consumo excesivo de etanol puede provocar una intoxicación por acetaldehído después de una oxidación del etanol en el hígado por el alcohol deshidrogenasa. La oxidación del etanol a etanal en el metabolismo del cuerpo humano se considera como principal factor para la aparición de la resaca tras la ingesta de bebidas alcohólicas; también provoca varios efectos negativos sobre el organismo, por lo que el mismo intenta eliminarlo a través de la piel, el aliento, la metabolización hepática y la excreción del compuesto a través la orina.

Inhalación: produce tos, somnolencia, jadeo, pérdida del conocimiento (síntomas no inmediatos)

Contacto con la piel: enrojecimiento, sensación de quemazón, dolor.

Contacto con los ojos: enrojecimiento, dolor, visión borrosa.

Ingestión: sensación de quemazón, diarrea, vértigo, náuseas, vómito.

Efectos de exposición de corta duración: la sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La inhalación del vapor puede originar edema pulmonar. La sustancia puede causar efectos en el sistema nervioso central, dando lugar a disminución de la consciencia. Los efectos pueden aparecer de forma no inmediata.

Exposición crónica: el contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central, al tracto respiratorio y a los riñones, dando lugar a una intoxicación similar al alcoholismo crónico.

Esta sustancia es posiblemente carcinógena para los seres humanos.

Toxicocinética. La penetración al organismo es esencialmente respiratoria. La absorción es del 40 al 70% de la dosis inhalada. El transporte en el compartimento sanguíneo se hace intraeritrocitario con difusión a todos los tejidos. El acetaldehído atraviesa la placenta. La biotransformación se lleva a cabo por el aldehído - deshidrogenasa, enzima que se encuentra en todo el organismo, pero principalmente en el hígado pulmones y riñones.

Órganos blanco y mecanismos de acción. Produce irritación moderada de piel, ojos y mucosas del árbol respiratorio a concentraciones superiores a 90mg/m³. La irritación ocular es percibida a partir de 50 ppm, molestias respiratorias a partir de 200 ppm. El acetaldehído y sus polímeros no son sensibilizantes. El acetaldehído es vasodilatador. Los estudios de genotoxicidad son contradictorios.

➔ **Ácido Butírico: (85), (86)**

El ácido butírico se puede absorber por inhalación del vapor. La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio.

Contacto con la piel: produce enrojecimiento, quemaduras cutáneas, dolor, ampollas. Puede actuar como un irritante leve de la piel en humanos. El contacto con la piel intacta puede producir una moderada sensación de irritación solo después de 52 minutos y el eritema es difícilmente notorio. Una leve descamación dérmica puede aparecer en 24 horas.

Contacto con los ojos: enrojecimiento, dolor, pérdida de visión, quemaduras profundas graves.

Ingestión: dolor abdominal, sensación de quemazón, shock o colapso.

Efectos de exposición de corta duración: la sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Se produce sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo, dolor de garganta. Los síntomas no son inmediatos.

➔ **Etilacrilato: (87), (88).**

Riesgo para el embarazo: grupo C

Vías de exposición: la sustancia se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión.

Riesgo de inhalación: por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva en el aire.

Efectos de exposición de corta duración: la sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.

Efectos de exposición prolongada o repetida: el contacto prolongado o repetido puede producir sensibilización de la piel. Se han detectado tumores en experimentación animal, pero este resultado puede no ser extrapolable al ser humano. No clasificado como cancerígeno humano.

Enfermedad Crónica Respiratoria: en personas con afectación de función pulmonar, especialmente aquellas con EPOC, la aspiración de etilacrilato puede causar exacerbación de los síntomas debido a sus propiedades irritantes.

Contacto con la piel: el etilacrilato es absorbido a través de la piel. Por ser un agente desengrasante puede causar resequedad o rompimiento de la piel. Las personas con pre existencias de afectación a la piel pueden ser más susceptibles a los efectos del etil acrilato.

3.6.2.3. Compuestos aromáticos y derivados

➔ **Clorofenol: (89), (90)**

Contacto con la piel y los ojos: produce enrojecimiento

Vías de exposición: la sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol, a través de la piel y por ingestión.

Riesgo de inhalación: No puede indicarse la velocidad a la que se alcanza una concentración nociva en el aire por evaporación de esta sustancia a 20°C. El clorofenol o 2-clorofenol puede absorberse por inhalación del aerosol, a través de la piel y por ingestión. No puede indicarse la velocidad a la que se alcanza una concentración nociva en el aire por evaporación de esta sustancia a condiciones ambientales. Su inhalación produce tos.

Efectos de exposición de corta duración: la sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio.

Exposición crónica: es una sustancia tóxica por cualquier vía de exposición (ingestión, inhalación, contacto dérmico). Los efectos a su exposición son irritación de ojos y piel, dolor de cabeza, debilidad, mareo, daño a los pulmones, hígado y riñones; puede causar la muerte por paro cardíaco o respiratorio.

El mayor peligro encontrado en el uso y manipulación de 2-clorofenol proviene de sus propiedades toxicológicas. La toxicidad por exposición por todas las rutas (ingestión, inhalación, contacto dérmico) a este líquido, puede ocurrir por su uso como materia prima en la manufactura de colorantes y fenoles clorados, solventes y desinfectantes. Los efectos por exposición incluyen irritación ocular y dérmica, debilidad, dolor de cabeza, mareo, daño a los pulmones, hígado y riñones y muerte por falla pulmonar o cardíaca. La superficie de la piel no debe estar expuesta.

➔ ***Estireno: (91), (92), (93)***

La exposición a vapores de estireno a 100 ppm en aire puede causar irritación leve de los ojos y la garganta en 20 minutos en algunas personas. Aun a 375 ppm no todas las personas presentan irritación significativa de los ojos a los 15 minutos, pero todos presentan irritación nasal a esta concentración. Concentraciones de 400 a 500 ppm causan irritación de ojos y nariz pero puede ser tolerable. Un estudio reportado en 1978, de 345 personas trabajadoras de una planta de estireno, no presentó evidencia de neuropatía ocular u otra enfermedad significativa de los ojos, a pesar de estar expuestos de manera crónica y aguda.

Vías de exposición: la sustancia se puede absorber por inhalación del vapor.

Riesgo de inhalación: por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar lentamente una concentración nociva en el aire.

Efectos de exposición de corta duración: la sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. La ingestión del líquido puede dar lugar a la aspiración del mismo por los pulmones y a la consiguiente neumonitis química. La sustancia puede afectar al sistema nervioso central. La exposición a niveles elevados puede producir pérdida de conocimiento.

Efectos de exposición prolongada o repetida: el líquido desengrasa la piel. Hay pruebas para medir el estireno y sus productos de degradación en la sangre, la orina y en los tejidos. El estireno abandona el cuerpo rápidamente.

Toxicocinética. Es similar a la de los hidrocarburos derivados del petróleo; su absorción es esencialmente respiratoria (60% a 70% de la dosis inhalada), pero puede darse también

por vía cutánea cuando el solvente se encuentra en fase gaseosa; se concentra en los tejidos ricos en grasa, atraviesa la barrera placentaria. El metabolismo se realiza por oxidación microsomal hepática en 7,8-epoxiestireno. La eliminación principalmente se realiza por vía urinaria de los metabolitos posterior a la conjugación. Una fracción del estireno oxidado es conjugada con el glutatión, pero el porcentaje más importante es transformado en estireno glicol y posteriormente en ácidos hipúrico, mandélico y fenilglioxílico.

Órganos blanco y mecanismos de acción: El estireno es irritante para la piel, ojos y mucosas de las vías respiratorias; una irritación ocular se presenta en el humano por encima de 100 ppm. Esta sustancia no es sensibilizante experimentalmente; su toxicidad aguda es baja; es depresor del Sistema Nervioso Central; en voluntarios sanos a concentraciones de 200 ppm produce cefalea e incoordinación, a 800 ppm vertigo, confusión mental y apatía; concentraciones de 20ppm no tienen ningún efecto en las funciones psicomotoras.

Carcinogenicidad: No existe una adecuada evidencia en humanos para la carcinogenicidad del estireno.

➡ **Nitrobenceno: (94), (95)**

Vías de exposición: la sustancia se puede absorber por inhalación, a través de la piel y por ingestión.

Riesgo de inhalación: por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar lentamente una concentración nociva en el aire; además cuando se pulveriza o dispersa. Su inhalación produce dolor de cabeza, confusión, vértigo y náuseas. La exposición oral incluye síntomas de disnea y coma.

Efectos de exposición de corta duración: la sustancia puede afectar a la sangre, dando lugar a la formación de metahemoglobina. La exposición podría causar disminución del estado de alerta; los efectos pueden aparecer de forma no inmediata. Se recomienda vigilancia médica. Cuando el nitrobenceno es ingerido, el síntoma característico es formación de metahemoglobina. Un periodo de latencia (después de la ingestión y antes de la ocurrencia de síntomas) puede ser de 30 min a 12 horas. Usualmente, a mayor dosis menor tiempo de latencia. Igualmente, la formación de metahemoglobina es el efecto predominante cuando hay absorción dérmica o inhalación. La metahemoglobina inhibe el transporte de oxígeno al organismo, produciendo hipoxia. La hipoxia está generalmente asociada con fatiga, debilidad, disnea, dolor de cabeza y mareo.

Efectos de exposición prolongada o repetida: la sustancia puede afectar a la sangre, al bazo y al hígado.

Carcinogenicidad: grupo D. No clasificable para carcinogenicidad en humanos.

Efectos en la reproducción y el desarrollo: la experimentación en animales muestra que esta sustancia posiblemente cause efectos tóxicos en la reproducción humana.

Órganos blanco y mecanismos de acción. El órgano blanco es el bazo y puede originar su agrandamiento. Los efectos hepáticos incluyen agrandamiento del hígado.

Es un metahemoglobinizante potente, más activo que la anilina; puede producir anemia hemolítica y alteraciones hepáticas. Sus principales metabolitos son el p-aminofenol y el p-nitrofenol.

3.6.3. Efectos en la salud causados por endotoxinas asociadas a olores

Las endotoxinas, del griego endon (interior) y toxicon (tóxico) son componentes de las paredes de los compuestos de las bacterias Gram negativas, conocidas principalmente en salud pública por los efectos tóxicos que provocan, como infecciones graves por bacterias Gram negativas. Son responsables de manifestaciones sistémicas bacterianas. Los lipopolisacáridos, componentes estructurales de las paredes celulares de estos microorganismos, son elementos biológicamente activos de las endotoxinas que actúan sobre el sistema inmunológico, la coagulación y la inflamación. Están implicadas en la ocurrencia del síndrome respiratorio agudo grave y de ciertas enfermedades hepatobiliares. La contaminación de las vías respiratorias origina tos, disnea, asma, con frecuencia asociada a estado febril. Pueden provocar varios síntomas como fiebre acompañada de temblores y shock tóxico (7), (64).

Las bacterias Gram negativas están presentes en el ambiente, formando parte de los sistemas naturales o antrópicos y se multiplican rápidamente. Se encuentran en el sistema digestivo y en las heces fecales de todos los animales, incluso de los insectos. Muchos sectores productivos cuentan con una concentración alta de bacterias Gram negativas como el sector agrícola, transformación de fibras vegetales y de lana, plantas de tratamiento de aguas servidas, tratamiento de residuos, compostaje, etc. Las exposiciones agudas e intensas pueden originar síntomas respiratorios graves que aparecen pocas horas después de la exposición, y se presenta fiebre alta, dolor, sensación de opresión respiratoria, que pueden desaparecer a las 24 o 48 horas, sin secuelas. Una exposición crónica o demasiado frecuente puede conducir a la aparición de una bronconeumopatía crónica obstructiva que puede desencadenar en insuficiencia respiratoria. El polvo acre y perjudicial que flota en el aire penetra por la boca y la garganta hasta llegar a los pulmones, provocando tos de manera continua y conduciendo poco a poco a una condición asmática (16), (64).

Paradójicamente, las mismas endotoxinas refuerzan las defensas naturales del organismo contra las bacterias los virus y las células cancerosas. Ciertos biólogos piensan que la exposición a esas moléculas para los niños pequeños es esencial para el desarrollo y el funcionamiento del sistema inmunológico en el ser humano. Las personas se van

sensibilizando poco a poco a la exposición a endotoxinas; es una terapia conocida que se realiza en niños pequeños sensibilizándolos poco a poco, produciendo reacciones menos graves cada vez (3), (16).

Las afecciones respiratorias más frecuentes entre los recicladores son: la bronquitis crónica, el asma, la neumopatía y el síndrome tóxico a polvos orgánicos. Los marcadores sanguíneos de la inflamación aumentan con la exposición a endotoxinas y a los olores emanados por residuos domésticos. Con respecto al sistema digestivo, los síntomas estudiados principalmente son náuseas y diarrea; esos síntomas son más frecuentes en verano y es directamente proporcional al aumento del calor (7).

En el año 2000, Douwes et Al estudiaron la relación entre la inflamación de vías aéreas superiores, analizados por el método de lavado nasal, y la exposición a tóxicos orgánicos de compostaje, suspendidos en el aire. Los marcadores de inflamación, encontrados en el líquido del lavado nasal se hallaron en concentraciones significativamente más importantes entre los expuestos que entre un grupo control. La exposición a bioaerosoles es susceptible de causar una reacción inflamatoria subcrónica, de las vías aéreas superiores, probablemente inducida por agentes no alérgenos proinflamatorios, tal como las endotoxinas y el 1,3 β -D Glucan. En diversos estudios realizados entre trabajadores del sector, los autores concluyen que la exposición a bioaerosoles provenientes de la recolección de desechos, provocan reacciones inflamatorias a nivel de las vías aéreas bajas, caracterizados por una secreción de neutrófilos, que causan un impacto sobre la función respiratoria (7).

A pesar de que estos y otros estudios se han realizado en un ambiente de exposición ocupacional en actividades asociadas con la generación de olores ofensivos, es importante resaltar que las endotoxinas viajan en el material particulado proveniente de las instalaciones (bioaerosoles) y no permanecen únicamente en los sitios de trabajo. La dirección, la velocidad de los vientos, y en general los factores climáticos, permiten que estos bioaerosoles lleguen a las comunidades residentes en sus cercanías, lo cual hace evidente la aparición de estos síntomas respiratorios, digestivos y alergias en las personas expuestas, especialmente aquellas que por sus condiciones de vulnerabilidad son más susceptibles de sufrir los efectos tóxicos de las endotoxinas (64).

3.6.4. Evidencia del impacto de los olores ofensivos generados por actividades económicas prioritarias en la calidad de vida y la salud

Las emisiones de sustancias tóxicas al aire, provenientes de una variedad de fuentes fijas pueden estar asociadas con olores molestos y a veces nocivos. Las sustancias químicas presentes en los olores pueden exacerbar los síntomas en personas con asma, pero la evidencia de esta relación y la magnitud de los riesgos a la salud de las personas con asma, planteados por contaminantes olorosos, no ha sido cuantificada; la mayoría de las entidades de control tratan los olores como problemas de molestia. Sin embargo, hay

investigaciones que sugieren que la exposición a compuestos olorosos en el ambiente puede conducir a efectos adversos a la salud, medibles entre personas con asma (96), (97).

Como se mencionó anteriormente, el impacto a la salud por exposición a emisiones atmosféricas puede ocurrir mediante mecanismos toxicológicos; sin embargo en el caso de los olores ofensivos, también son importantes los mecanismos no toxicológicos, que se asocian con efectos sobre la calidad de vida de las personas, familias y comunidades. Este tema se ilustra revisando estudios realizados en actividades económicas que se han identificado como de interés para el análisis de la problemática en el país (16), (19), (20), (98), (96).

3.6.4.1. Estudios realizados en rellenos sanitarios

Estudios epidemiológicos realizados en diferentes actividades relacionadas con residuos, han demostrado que existen asociaciones importantes entre las concentraciones de sulfuro de hidrógeno H_2S en el ambiente y las quejas de la comunidad por malos olores. Esta misma molestia generada por la contaminación odorífera está asociada a la deficiente calidad de vida de las poblaciones residentes en las cercanías a los rellenos sanitarios (14), (28), (20), (29), (97), (99).

En 1994, Melbost et al hallaron una asociación entre el nivel de bacterias totales presentes en plantas de tratamiento de aguas servidas y en las plantas de tratamiento de desechos, reciclaje y compostaje y síntomas como cefalea, fatiga física, decaimiento (astenia). En 2005, Smit et Al realizaron un estudio por encuestas en una muestra representativa de trabajadores en este tipo de plantas. En síntesis, los síntomas son más frecuentes entre trabajadores con mayor exposición a endotoxinas. También se encontró una relación significativa dosis – efecto para afecciones cutáneas, de vías respiratorias bajas, gripa y malestar general, especialmente para personas que llevaban expuestas entre 10 y 20 años. Los síntomas respiratorios, la astenia, los dolores articulares y la diarrea en trabajadores de plantas de tratamiento de aguas servidas fueron atribuidas a la exposición a endotoxinas (7).

En un estudio epidemiológico realizado en Orange, Colorado (USA) en el año 2008, en una comunidad residente en la proximidad del relleno sanitario de dicha ciudad, se evaluó si el aumento de la concentración de H_2S en el ambiente o de los niveles de percepción del olor, estaban asociados con alteraciones de las actividades diarias, estados de ánimo y síntomas físicos entre los participantes. Se obtuvieron los siguientes resultados sobre la asociación entre concentración de H_2S en el aire y los factores estudiados (tabla 8) (14).

Estos trastornos se presentan principalmente en las horas de mayor temperatura y en que los vientos soplan desde el relleno sanitario hacia la comunidad. La fortaleza de este estudio está en el control de los posibles factores de confusión y la participación

comunitaria en la investigación, que está ligada a los esfuerzos de la comunidad para disminuir la injusticia ambiental relacionada con los rellenos sanitarios (14).

La debilidad del estudio está relacionada con el pequeño tamaño de muestra (23 participantes), que limita su generalización; la ausencia de mediciones durante los meses de verano, la ausencia de mediciones de contaminantes diferentes al H₂S y la ausencia de mediciones clínicas de síntomas. Dicho estudio permitió concluir que hay relación entre la concentración del sulfuro de hidrogeno H₂S del ambiente, el olor y las condiciones de salud y calidad de vida de las personas residentes en cercanías a los sitios de disposición de basuras (14).

Tabla 8. Relación entre concentración de H₂S en el ambiente, intensidad del olor y molestias en la salud y estado de ánimo.

FACTOR EVALUADO		OR	IC
ESTADO DE ÁNIMO	Estresado	2,1	(1,2 – 3,8)
	Enojado, de mal humor,	3,9	(1,8 – 8,5)
	Cansado, confuso, agotado	1,8	(0,8 - 4,0)
	Triste, melancólico, infeliz	3,1	(1,6 – 6,1)
	Nervioso, ansioso	2,5	(1,3 – 5,0)
IRRITACIÓN DE LAS MUCOSAS	Ardor en los ojos	5,3	(2,5 – 11,6)
	Picazón en la nariz	5	(2,5 – 10,2)
VÍAS RESPIRATORIAS SUPERIORES	Tos	2	(1,0 – 3,9)
	Dificultad para respirar	1,9	(0,9 – 4,2)
	Flujo nasal	2,6	(1,4 – 4,9)
	Dolor de garganta	1,9	(0,8 – 4,2)
GASTRO INTESTINAL	Diarrea	2,6	(0,2 -29,5)
	Nausea o vómito	2,7	(0,5 – 14,2)
PIEL	Erupción en la piel	1,2	(0,2 – 6,3)
	Forúnculos en la piel	4,6	(0,6 – 37,8)
	Picazón en la piel	1,9	(0,6 – 5,6)
	Irritación de la piel	4,7	(1,1 – 21,0)
OTROS	Sensación de malestar general	2,7	(1,1 – 6,6)
	Jaquaca	3,3	(1,5 – 7,4)
	Mareos o vahídos	4,1	(1,3 – 12,5)
	Zumbido en los oídos	2,9	(0,6 – 14,2)

Fuente: adaptado de: "Relation between Malodor, Ambient Hydrogen Sulfide, And Health in a Community Bordering a Landfill; Heaney, C D, Wing, S, Campbell R L, Caldwell, D, Hopkins B, Richardson, D" (14).

En el año 1990, una comunidad residente en cercanías al relleno sanitario Fresh Kills en Staten Island, New York, uno de los más grandes en Norte América, solicitó a la ASTDR conducir una investigación en salud pública, para evaluar problemas de salud por vivir cerca a este relleno. Los residentes se cuestionaban si los olores y emisiones gaseosas del relleno podrían ser la causa del asma y otras enfermedades respiratorias en el área.

La ATSDR realizó un estudio para obtener un mejor conocimiento de los posibles riesgos a la salud planteados por la comunidad. El estudio se enfocó en las personas asmáticas para evaluar cómo las concentraciones de ácido sulfhídrico, los olores y la proximidad de las viviendas al relleno sanitario podrían afectar la función respiratoria. Un grupo de más de 150 personas residentes en el área, con edades entre 15 y 65 años, reportados como asmáticos, participaron voluntariamente. Más del 80% de los participantes habían vivido en Staten Island por más de cinco años (98).

Para un periodo de 6 semanas, entre Julio y Septiembre de 1997, cuando las emisiones del relleno sanitario tendían a alcanzar los niveles pico, los participantes del estudio realizaron un reporte diario de percepción del olor, mediciones de síntomas respiratorios y actividades diarias. Los participantes también midieron su función pulmonar cada mañana y cada tarde con un medidor de flujo. Durante el mismo periodo, la ATSDR realizó continuos monitoreos de aire en el área de estudio para evaluar las concentraciones de H₂S (una fuente común de olor a huevos podridos), ozono y material particulado. Los datos meteorológicos y el recuento de polen y hongos, factores de confusión que podían influir en los resultados del estudio, también fueron monitoreados. La ATSDR también realizó por separado una encuesta del impacto de olor para proporcionar una evaluación de olor independiente (98).

La conclusión de este estudio fue que los niveles medidos de concentración de H₂S y otros parámetros no fueron tan altos como para causar problemas de salud. Cuando los participantes en el estudio reportaban que sentían los olores a huevo podrido o basura, también reportaban que presentaban sibilancias y dificultad respiratoria. También fue documentada una moderada reducción en la función pulmonar en los días en los que los participantes reportaban esos olores. Los resultados variaban entre el grupo de estudio por factores como la edad de los participantes y cuánto tiempo habían sufrido de asma; sin embargo, las mediciones de laboratorio para el ácido sulfhídrico no correlacionaron el aumento en la concentración, con el aumento de los síntomas respiratorios o flujos pico. La ATSDR concluyó que los resultados de este estudio sugieren que la percepción de olores está asociada con la exacerbación de síntomas respiratorios en algunas personas del grupo de estudio (98).

Los olores no sólo afectan la salud sino el bienestar, debido a la incomodidad que generan, tanto dentro de las casas como en la zona externa. Los residentes procuran no salir de sus viviendas o a realizar actividad física, con el problema que ello conlleva, por temor a la molestia causada por los olores; además los lugares son estigmatizados, lo cual genera afectación al bienestar. Los estudios efectuados en diversas partes del mundo, evidencian la dificultad técnica para controlar los factores de confusión que dificultan la cuantificación de los riesgos (28), (100).

Está demostrado científicamente que los adultos residentes en zonas aledañas a rellenos sanitarios desarrollan cierta resistencia que les protege del impacto efectos negativo a la salud a causa de los olores del vertedero, siendo por tanto más importantes los riesgos

para los niños y niñas menores. Los síntomas que se asocian a este tipo de exposición son generalmente alteración de las actividades diarias, irritabilidad, irritaciones en piel y ojos, enfermedad gastrointestinal (nauseas, vómito, diarrea), enfermedad respiratoria, entre otras (7), (20).

3.6.4.2. Estudios realizados en actividades de cría y sacrificio de animales

Estudios realizados en Estados Unidos, y Europa reportan una asociación entre los resultados clínicos y la proximidad a estos centros productivos. Sin embargo, se reportó una asociación negativa cuando el olor es la medida de la exposición y la percepción subjetiva de la enfermedad, es el resultado. Hubo evidencia de una asociación entre el auto reporte en molestias individuales por un olor ofensivo y la proximidad a un centro de producción. Hubo evidencia de una débil asociación entre la percepción subjetiva de la enfermedad en personas con alergias o antecedentes familiares de alergias. No se observó una relación dosis respuesta entre la exposición y la enfermedad. Es importante destacar que en todas estas actividades, la presencia de endotoxinas es un factor de riesgo en la exacerbación de síntomas en personas con asma y enfermedad respiratoria (7), (16), (19), (31).

La Organización Mundial de la Salud sugiere que en los estudios de evaluación de evidencia ambiental se usen gradientes biológicos, lo cual ayuda a proponer una asociación causal para riesgos ambientales a la salud y le da peso a la evidencia. Existe evidencia de variables de exposición-dosis-respuesta que describen la aversión al olor desagradable; aquellos individuos con la mayor aversión/detección a las operaciones de alimentación de animales, lo asocian con una mayor probabilidad de sibilancias. Usando el *odds-ratio* como la medida de efecto, la magnitud de las asociaciones con el olor fueron altas; hasta 300% aumentó la probabilidad de evidencia subjetiva de resultados en personas que estuvieron muy molestas con el olor. Sin embargo, ninguna de las mediciones clínicas mostró una asociación con mediciones del olor, lo cual habría hecho las asociaciones más consistentes y demostrarían mayor consistencia de la asociación a través de diversas mediciones de resultados. La ubicación de las mediciones de efecto estimadas y el rango de los intervalos de confianza para las mediciones clínicas de la enfermedad mostraron poca evidencia de una asociación, además de una débil asociación a través de los diferentes estudios. Los resultados sugieren que se desarrollen investigaciones adicionales en poblaciones cercanas a operaciones de cría de animales, especialmente estudios de salud mental y en grupos vulnerables que presenten enfermedades de tipo alérgico (31).

La exposición repetida a olores ofensivos provenientes de operaciones de cría de cerdos de personas que están involuntariamente expuestas en sus hogares puede ser considerada estresante a través de impacto en la calidad de vida y de sentimientos negativos y es desencadenante de molestias físicas como resfriados, irritación de las membranas mucosas, nauseas, vomito. Las personas que residen en las cercanías a

estos centros de producción, en zonas rurales o semi- rurales, se quejan continuamente de privarse de realizar o disfrutar de actividades al aire libre, con las consecuencias físicas y de deterioro en la calidad de vida que esto puede acarrear: permanecer encerrados en sus viviendas, con las ventanas cerradas aun en épocas de calor; preocupación por no poder disfrutar de una vida social o por la pérdida de valor de sus propiedades, etc. Otros estudios han encontrado asociación entre exposición a mal olor con factores de depresión, motivación para huir, afectos negativos, sentimientos de infelicidad, tanto como la exposición a ruido o luz fuertes. Estudios realizados en Carolina del Norte e Iowa (USA) sugieren que las personas que residen en sitios de producción industrial de cerdos a menudo padecen de dolores de cabeza, rinorrea, dolor de garganta, gripa frecuente, diarrea y ojos irritados, con más frecuencia que aquellas personas que no están en sitios cercanos a esta actividad económica. Los estudios también sugieren efectos en el estado de ánimo. Generalmente experimentan mayor tensión, depresión, angustia, fatiga, confusión, falta de energía, cuando los olores están presentes, que en ausencia de ellos (16), (19), (30).

3.6.4.3. Estudios que incluyen ecosistemas contaminados que generan olores ofensivos.

Un estudio realizado por la ATSDR y la EPA entre residentes de Dakota y South Sioux (Nebraska - Estados Unidos), entre enero de 1998 y mayo de 2002, analizó la asociación entre los niveles de TRS y H_2S y las consultas hospitalarias por enfermedad respiratoria en población residente en estas ciudades. También se analizó la consulta por enfermedad digestiva. Las comunidades de Dakota City y South Sioux City están localizadas al noreste de Nebraska. El Departamento de Calidad Ambiental identificó 13 fuentes de TRS en estas ciudades. Estas fuentes incluyen una gran cantidad de fábricas de curtido y acabado de cueros, plantas de sacrificio de animales, una compleja planta de tratamiento de residuos, una laguna de aguas residuales para lavado de camiones, y una pequeña PTAR municipal. Para la época del estudio se emitían aproximadamente 1.900 libras diarias de H_2S por parte de la planta de residuos. La población más próxima vivía a una milla a la redonda de esta fuente. Las comunidades residentes en áreas contaminadas por olores se han quejado por muchos años, y reportan una variedad de molestias, incluyendo el aumento de síntomas respiratorios y neurológicos. También reportan que algunas veces los síntomas ocurren cuando están despiertos en la noche, por el olor tan fuerte (96).

En esta investigación, las consultas hospitalarias incluyeron las consultas por urgencias, ambulatorias y visitas domiciliarias. Se realizaron series de tiempo de consultas diarias y niveles de H_2S y TRS, considerados altos si se presentaban por al menos 30 minutos con una media móvil superior a 30 ppb y bajos si la media móvil estaba por debajo de este valor. La medida de asociación usada fue la media porcentual por cambios en el número

de consultas al día siguiente de las exposiciones altas versus un día con baja concentración. Los siguientes fueron los hallazgos:

- ➔ Para niños menores de 18 años de edad se encontró una asociación positiva entre consultas por asma y altos niveles de exposición a TRS el día previo.
- ➔ Para adultos se encontró una asociación positiva entre consultas por asma y altos niveles de exposición a H₂S el día previo.
- ➔ Se encontró una asociación positiva entre consultas para todas las enfermedades respiratorias por exposición a altos niveles de H₂S y TRS el día anterior en niños, pero no en adultos.
- ➔ No se encontró asociación positiva entre niveles de contaminantes y visitas por cualquier enfermedad digestiva.

Estos hallazgos sugieren que los niveles de TRS y H₂S pueden estar asociados con la exacerbación de asma y otras enfermedades respiratorias en población residente en las ciudades evaluadas entre 1998 y 2000. Se requieren estudios adicionales para confirmar la necesidad de proteger a los niños y adultos residentes en cercanías a zonas de emisión de H₂S y TRS.

Previo a este estudio, entre los años de 1996 y 1997 estas dos Agencias habían realizado estudios de monitoreo de aire interior y exterior en Dakota City, para determinar niveles de H₂S. Datos confiables determinaron que cinco de seis hogares muestreados presentaron elevados niveles de este contaminante. Se repitieron estos picos en aire interior y se encontraron niveles superiores a 90 ppb en un hogar y entre 40 y 90 ppb en otros dos. Generalmente, la cantidad de H₂S en el aire en ciudades americanas está entre 0.11 y 0.33 ppb. Todos los cinco hogares presentaban mínimo 5 ppb de H₂S por un mínimo de 75 minutos durante un periodo de dos meses. Los hallazgos sugerían una correlación entre niveles interiores de H₂S y niveles ambientales de H₂S. Sin embargo, la información no fue suficiente para caracterizar la distribución espacial y temporal en Dakota City (96).

3.7. La Vigilancia Sanitaria y Ambiental de los Olores Ofensivos y su Impacto en la Salud y Calidad de Vida en Áreas Urbanas

La definición de olor ofensivo, como aquel que no produce efectos en la salud, pero genera molestia, parece estar basada en un concepto reducido de la salud, como si la molestia no fuera un factor desencadenante de procesos psicológicos que alteran el bienestar, componente fundamental de la salud (18). Esta concepción puede ser la razón por la cual la vigilancia de los olores ofensivos parecer ser un tema de interés solo de la autoridad ambiental que centra su acción en la IVC de las empresas consideradas como generadoras de estas emisiones y en los ecosistemas intervenidos o contaminados que

también producen olores ofensivos. Desde una concepción amplia de la salud pública puede objetarse esta aproximación ya que una alteración de la composición de los ecosistemas puede reflejar una alteración de sus funciones y por tanto de los servicios que le prestan a la población humana (agua, alimento, mantenimiento de la composición química de la atmósfera), (16), (101).

La descarga de efluentes líquidos y residuos sólidos con contenidos de materia orgánica y química a ecosistemas prioritarios y la acumulación de los mismos, así como los factores climáticos, por evaporación del agua en épocas de altas temperaturas y que hayan sido contaminados con estos residuos, crean condiciones anaerobias, por el consumo excesivo del oxígeno disuelto en el agua. Adicionalmente, los cuerpos de agua afectados por contaminación por sólidos disminuyen su capacidad de dejar pasar la luz, lo cual impide el fenómeno de la fotosíntesis en las plantas acuáticas, con la consiguiente muerte de la flora y la fauna acuática de los ecosistemas y la descomposición de esta materia orgánica. Esto da lugar a la formación de compuestos olorosos, tales como ácido sulfhídrico, metano, mercaptanos, entre otros, que son producidos por bacterias anaerobias (33).

La vigilancia de los efectos en la salud suele centrarse en eventos; un ejemplo es la Vigilancia de la Intoxicación Aguda con Sustancias Químicas; la vigilancia de este evento se realiza según los lineamientos definidos por el Instituto Nacional de Salud. Por esta razón, se puede afirmar que la vigilancia de los efectos tóxicos asociados a las sustancias químicas generadoras de olores ofensivos se realiza a través del SIVIGILA, por tanto los reportes de esta vigilancia debe incluirse en el análisis de la contaminación odorífera, con las precisiones técnicas necesarias (102). Los siguientes son los códigos del evento por intoxicación química entre los cuales estarían involucradas las sustancias químicas consideradas en este documento:

- ➔ **360** Intoxicación por plaguicidas
- ➔ **400** Intoxicación por solventes
- ➔ **410** Intoxicación por otras sustancias químicas
- ➔ **412** Intoxicación por monóxido de carbono y otros gases

Con base en el principio de precaución, el cual determina que cuando exista peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente, los malos olores generados por las actividades económicas deben considerarse potencialmente tóxicos, ya que se asocian con la presencia de sustancias potencialmente tóxicas, irritantes y de riesgo ante la exposición aguda o crónica (103). De la misma manera, los olores provenientes de ecosistemas naturales acuáticos o terrestres contaminados, deben ser tratados de la misma manera, ya que reflejan un impacto en los servicios ecosistémicos (suministro de agua, provisión de alimento, mantenimiento de la composición química del ambiente, recreación) que son factores determinantes de la calidad de vida y la salud (101). Los estudios presentados en los numerales 3.6.3 y 3.6.4.,

realizados en diferentes países, indican que existe un impacto a la salud y la calidad de vida de las personas residentes en cercanías a áreas contaminados con olores ofensivos, ya sea por la actividad económica que allí se desarrolla o porque existen fuentes naturales intervenidas o contaminadas.

3.7.1. Vigilancia en el nivel internacional y nacional

Los países del continente europeo que han desarrollado programas de control y seguimiento de olores ofensivos (**Alemania, España, Austria, Bélgica, Reino Unido, Países Bajos**, etc.) se basan en la Norma EN-13725 desarrollada en febrero de 2004: "Calidad del aire. Determinación de olor por olfatometría dinámica", para la realización de la toma de muestra de olores emitidos por diversas fuentes y su posterior análisis, describe aspectos tan importantes como la metodología a seguir en la toma de muestra, condiciones de transporte de las muestras al laboratorio, análisis de la concentración de olor y otros aspectos. (9).

Un porcentaje importante de la población en **España** se queja por problemas de contaminación y malos olores. Las entidades locales de España han comenzado a tomar sus propias acciones mediante ordenanzas municipales (el Ferrol reguló la emisión de aromas molestos para los vecinos mediante una ordenanza) y la elaboración de mapas de olores (la Coruña) (104).

Por su parte, el Ayuntamiento de **Coruña**, en **Galicia**, hizo un estudio sobre la contaminación producida por una refinería, un vertedero de aguas, una fábrica de harinas de pescado y una planta de tratamiento de aguas servidas. Este estudio se realizó con base en la norma alemana VDI 3940, mediante inspecciones de campo, en el cual se elaboró un mapa de olores. La imposición de límites de emisión de olores en actividades sujetas a declarar su impacto ambiental o a obtener una autorización ambiental integral, da la posibilidad de abordar la problemática de olores ofensivos (12).

En **Estados Unidos**, la norma ASTM D 1391-57 "Standard Method of Measuring Odor in Atmospheres", o de dilución por aguja, la cual fue desarrollada en 1978, está especialmente dirigida a la vigilancia de olores procedentes de la industria; a pesar de haber sido retirada por el comité ASTM E-18 en marzo de 1986, aun se aplica. Sin embargo, han aparecido métodos más específicos para los olores generados por la ganadería, como la EN 13725 o el código de prácticas del ASAE, "Control of Manure Odor, Engineering Practice" (30).

En **México**, la PROFEPA y la Secretaría de Salud, a través de las direcciones de ecología de los municipios reciben las quejas relacionadas con olores ofensivos. La misma establece que la Secretaría de Salud debe estudiar el problema y proveer la vigilancia necesaria para determinar en qué momento se producen daños a la salud de la población por contaminación de olores (45). La Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal

tiene la competencia de prevenir y controlar la contaminación originada por olores o cualquier otro tipo de actividad que pueda ocasionar daños a la salud de la población, al ambiente o los elementos naturales, en fuentes de competencia del DF. Actualmente existen una serie de normas oficiales mexicanas en el nivel Federal que regulan la emisión de contaminantes al aire, agua y suelo, además de existir el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), un instrumento de reporte donde la industrias de jurisdicción federal reportan de manera anual sus emisiones y transferencias (21).

En el país se han realizado varios estudios ambientales y epidemiológicos en actividades productivas generadoras de olores ofensivos. En Cali (Universidad del Valle), en el año 2009, se realizó un estudio cualitativo con un grupo focal de nueve personas residentes a menos de 2 km del basurero el Navarro y en la dirección del viento del mismo. La investigación se basó en la discusión en entrevistas sobre impactos ambientales, sociales y en salud que el vertedero genera. La población estudiada percibe que los malos olores causan enfermedades respiratorias, especialmente a niños y niñas, siendo la principal causa de consulta en la zona (20).

En el año 2006, en el Relleno Sanitario Doña Juana, ubicado en la localidad de **Ciudad Bolívar** del Distrito Capital, la Universidad del Valle realizó un estudio epidemiológico de casos y controles para evaluar la afectación en salud en personas residentes a dos km o menos del relleno sanitario. Sin embargo, en este estudio se analizaron los contaminantes dióxido de azufre (SO_2), metano (CH_4), COV, representados en BETX (benceno, etilbenceno, xileno y tolueno) y Material Particulado PM_{10} , ninguno de los cuales se encuentra dentro de los compuestos asociados a la generación de olores ofensivos; por tal motivo, de este estudio no se podría tener una evidencia de la afectación a la salud asociada a la exposición a contaminación odorífera, siendo la cercanía al relleno el causante de las enfermedades y no específicamente los olores (29). Este Relleno Sanitario creado en el año 1988, después de varios años de aciertos y desaciertos, principalmente por fallas técnicas de diferente índole, en la actualidad cuenta con modernos sistemas de monitoreo como narices electrónicas, instrumentación, aspersores para control de olores, entre otros; está diseñado para una vida útil de 25 años aproximadamente, lo que da una garantía de tener un relleno sanitario para Bogotá hasta el año 2032 (100).

Se han realizado estudios de monitoreo de olores en cercanías a actividades generadoras de olores ofensivos; entre ellos se encuentra el estudio desarrollado en el **Valle de Aburrá** en cercanías a dos instalaciones de procesamiento de sebos y de residuos o sub productos generados en las actividades económicas de procesamiento de carnes y productos de origen animal. El estudio se desarrolló con el propósito de verificar las molestias causadas a la comunidad, debido a dichas actividades, usando la metodología de olfatometría de campo. En este estudio se determinó que el olor más frecuente en ciertos puntos de medición de los olores y las intensidades más altas se presentó para “e/

olor a curtiembre", determinado así por los panelistas involucrados en el estudio, olores calificados como desagradables (105).

4. NORMATIVA RELACIONADA CON OLORES OFENSIVOS

La contaminación odorífera, es uno de los aspectos de más difícil regulación, ya que las molestias generadas por olores son conceptos subjetivos y dependen de factores individuales; personas expuestas al mismo olor, pero con diferentes niveles de sensibilidad o percepción a los mismos, refieren diferente molestia (12).

La descripción de las normas a nivel internacional y las existentes a nivel nacional permiten presentar el marco legal en el que se deberían desarrollar las actividades de vigilancia sanitaria y ambiental de los impactos en la salud y la calidad de vida de las personas expuestas a olores ofensivos e identificar los actores y competencias legales de cada uno de ellos. A continuación se presentan los aspectos normativos existentes en los países seleccionados para el estudio y a nivel nacional.

4.1. Normativa Existente en el Nivel Internacional

En Europa, los países con normativa más avanzada en relación con el tema de olores molestos son Holanda, Alemania y Reino Unido. En Asia son China y Japón, quienes cuentan desde hace tiempo con una normativa específica. En Japón existe la Ley de Control de Olores Ofensivos, la cual fue modificada en 1995 (12).

Por motivos de metodología se han seleccionado algunos países para realizar el análisis respectivo, debido a su avance en el tema, como es el caso de Alemania y Estados Unidos y los demás se seleccionaron por presentar características similares a Colombia en cuanto a sus condiciones ambientales y a la regulación en materia ambiental.

4.1.1. España

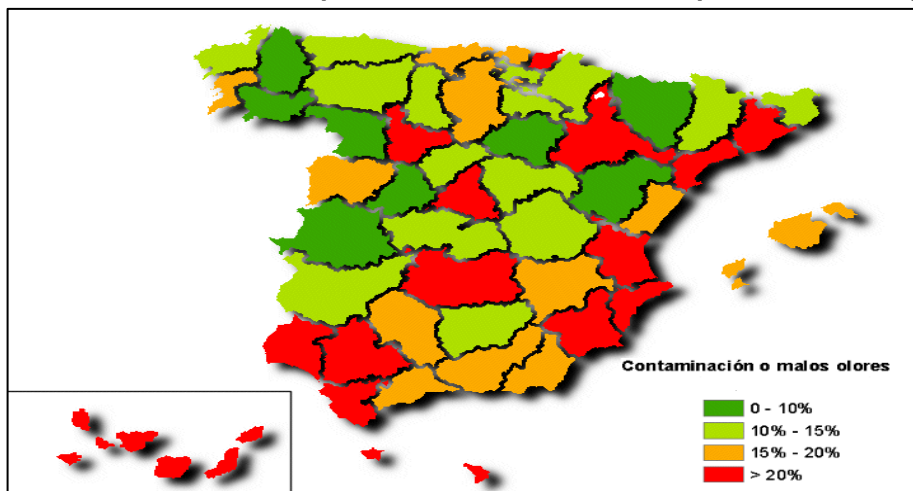
En Cataluña, el Departamento de Medio Ambiente y Vivienda elaboró en 2005 un anteproyecto de ley contra la contaminación por olores ofensivos. Para el año 2010 aún no había sido sancionada. Desde el 2005 se ha ido mejorando el documento incluyendo aspectos como las nuevas herramientas de evaluación de olores usadas en otros países y promoviendo campañas de medición en diferentes instalaciones potenciales generadoras de olores ofensivos, para comprobar su pertinencia. Esta sería la primera ley que trata el tema de contaminación odorífera en España. Sin embargo en el año 2008, con la fusión

del Ministerio del Medio Ambiente de España con el de Agricultura y Alimentación se le restó importancia a los temas ambientales, entre otros, al de contaminación odorífera (12). La contaminación odorífera en España no ha sido regulada por una normativa específica, pero se trata de manera tangencial en otras normas autonómicas como la Ley catalana 22/1983, de protección de la contaminación atmosférica, o la Ley catalana 3/1998, de Intervención Integrada de la Administración Ambiental, en donde se menciona la obligación de la Administración de llevar a cabo acciones de prevención y control de olores (106).

En este proyecto de ley se tratan temas como áreas que requieren mayor protección de olor como son las residenciales, valores de inmisión a asumir por la población por tipo de actividad (oscilan entre 3 y 7 unidades de olor europeas - UO_E). Por encima de estos valores de concentración de olor se considera que existe contaminación odorífera y por encima de 10 UO_E se producen molestias para las personas. Además propone la reducción de los olores mediante actuación sobre los focos individuales con el empleo de las MTD (Mejores Técnicas Disponibles), incluyendo buenas prácticas de gestión y señala directrices para la reducción de las emisiones de compuestos odoríferos (107).

La Ley 34/2007, de Calidad del Aire y Protección de la atmósfera en España, deroga el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres y Peligrosas (RAMIP) pero no hace ninguna mención explícita en su texto al problema de los olores, por lo que, mientras no exista una ley específica que reglamente la contaminación atmosférica odorífera, el RAMIP se seguirá aplicando de hecho en todas aquellas corporaciones que lo habían adoptado en su normativa (107). La comunidad valenciana se encuentra en el desarrollo de una norma para establecer sanciones a empresas, comercios y particulares que generen mal olor en áreas urbanas (12).

Ilustración 5. Contaminación por olores en España – (porcentaje de viviendas familiares con problemas de contaminación por malos olores).



Fuente: http://olores.org/index.php?option=com_content&view=article&id=19%3Amapa-de-olores&catid=1%3Acontenido&Itemid=40&lang=de#leon. Consultado el 6 de mayo de 2012

4.1.2. Alemania

Para la realización de medidas de olores en inmisión, Alemania utiliza la norma VDI 3940 "Determination of odorants in ambient air by field inspections" (9).

En el año 2002 Alemania emitió la Ley Federal de Inmisiones de Alemania 2002 y el Proyecto - Décimo Reglamento para su implementación. La primera, creada en 1974 y modificada gradualmente, tiene como principal objetivo la protección de las personas, animales y plantas; suelo, agua, atmosfera, bienes culturales y materiales, contra los efectos perjudiciales de la contaminación y la precaución contra problemas potenciales. La Directiva 96/61/CE de 1996 pretende lograr control y protección adecuados e integrales de la contaminación para evitar o reducir las emisiones al aire agua y tierra, lo cual además incluye medidas sobre los residuos, para lograr una protección integral al ambiente. Esto significa que en las fases de los procesos productivos debe considerarse el ambiente como un todo, evitando la contaminación de un medio a otro (agua a suelo, suelo a atmosfera, etc.); así como también considerar las particularidades de cada industria o instalación y de cada medio receptor. Así como en la Ley de la Generalitat de Cataluña, se requiere una licencia ambiental integrada para desarrollar cualquier actividad que pueda generar malos olores; en esta licencia se especifican los valores límites de emisión de sustancias contaminantes para cada tipo de actividad, para las cuales se fijan índices de emisión y se especifican las áreas que requieren mayor protección contra el olor, como lo son las áreas residenciales, aplicando el uso de la mejor tecnología disponible (MTD), la aplicación de buenas prácticas de gestión y la implementación de medidas protectoras (57).

La norma VDI 3883 (cuestionarios para determinar los efectos y evaluaciones de los olores y las evaluaciones psicométricas de las molestias por olores) es adoptada en Alemania como autoridad en el tema; describe los métodos de investigación para determinar la existencia de posibles molestias debidas a sustancias de olor intensivo. En cada zona de estudio se realizan encuestas en los hogares (un respondiente por vivienda). A partir de los resultados obtenidos es posible identificar parámetros objetivos y cuantificables, que permitan definir la molestia. En la Comisión de Prevención de la Contaminación del Aire, expertos científicos, industriales, administrativos, establecieron directrices y estándares bajo su propia responsabilidad. Estas directrices y estándares están siendo aplicados para legislar y regular todos los aspectos de la prevención de la contaminación del aire. De éstas también surgió el Manual de Prevención de la Contaminación del Aire. Las directrices también describen un método de estudio en la población para medir cualquier molestia causada por olores. Se seleccionan residentes locales, los cuales son frecuentemente indagados acerca de su percepción de olores en determinado momento y su valoración sobre el grado de molestia. Los resultados medidos en un largo periodo de tiempo sirven para cuantificar la molestia causada por olores, es decir, para medir el índice de molestia de los residentes en un área definida de investigación (109).

4.1.3. Estados Unidos

La Ley de Aire Limpio de los Estados Unidos de América (Clean Air Act - CAA) es una de las piezas más complejas y extensas de la legislación ambiental a nivel mundial; era un documento de 50 páginas en 1970 y en la actualidad consta de más de 750 páginas. A pesar de esta complejidad y extensión, la Ley de Aire Limpio no trata el problema de los olores ofensivos específicamente, toca el tema de contaminación peligrosa del aire, entre la cual está inmersa la contaminación odorífica. (57).

4.1.4. México

Hasta el momento, no existe una norma oficial mexicana para evaluar el impacto de un olor. De tal modo que, en el país, el problema actual de contaminación por olores gira alrededor de cómo legislarlo y más aún, cómo medir algo tan subjetivo como un olor. A pesar de su incipiente legislación de olores, en Brasil, Chile, México, Panamá y Uruguay, ya han tenido que gestionar las molestias inducidas por olores industriales (45).

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) es la norma que busca respaldar el desarrollo sustentable y establecer los criterios para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiental adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Para lo cual señala, en su artículo 5 que la regulación de la prevención de la contaminación por olores es competencia de la Federación. En el Artículo 7°, indica que corresponde a los Estados la prevención y el control de la contaminación generada por la emisión de olores perjudiciales proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales y fuentes móviles que no sean de competencia del Distrito Federal (21).

4.1.5. Chile

El tema de la contaminación odorífera ha sido poco tratado, casi abandonado, en el ordenamiento jurídico chileno. La regulación marco la otorga el Artículo 19 N° 8 de la Constitución Política al consagrar como garantía fundamental el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, siendo deber del Estado velar por que este derecho no sea afectado y velar por la preservación de la naturaleza. El derecho a vivir en un medioambiente libre de contaminación, no sólo se refiere a la presencia de contaminantes que ponen en riesgo y eventualmente puedan causar un daño a la salud de las personas, sino también a los casos en que su presencia pueda afectar la calidad de vida de la población, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental. En esta perspectiva se sitúa el tema de la contaminación por malos olores, ya que constituye un riesgo real e impacto a la salud y calidad de vida de las personas, como efectivamente sucede con la contaminación por olores ofensivos que afecta directamente

el bienestar y la calidad de vida de la población aledaña a las fuentes emisoras o generadoras (57).

En el artículo 89, el Código Sanitario Chileno dispone que se elaboren normas que se refieran a calidad y pureza del aire y evitar los efectos en salud, seguridad o bienestar por materias u olores que signifiquen un riesgo. En el año 1961 el Ministerio de Salud emitió el Decreto 144 de 1961 que establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier índole. Entre sus articulados se refiere a “...gases, vapores, humos, polvo, emanaciones o contaminantes de cualquier naturaleza, producidos en cualquier establecimiento fabril o lugar de trabajo, deberán captarse o eliminarse en forma tal que no causen peligros, daños o molestias al vecindario”; “equipos de combustión de los servicios de calefacción o agua caliente de cualquier tipo de edificio, que utilicen combustibles sólidos o líquidos, deberán contar con la aprobación del Servicio Nacional de Salud, organismo que la otorgará cuando estime que la combustión puede efectuarse sin producción de humos, gases o quemados, gases tóxicos o malos olores y sin que escapen al aire cenizas o residuos sólidos”; “sistemas destinados a la incineración de basuras en actual funcionamiento, o los que se instalen en el futuro, deberán contar con la aprobación del Servicio Nacional de Salud, autoridad que la otorgará cuando estime que pueden funcionar sin producir humos, gases tóxicos o malos olores y siempre que no liberen a la atmósfera cenizas o residuos sólidos”. Además le da al Servicio Nacional de Salud la competencia para “calificar los peligros, daños o molestias que pueda producir todo contaminante que se libere a la atmósfera, cualquiera sea su origen...” (57).

Entre otras, se pueden enumerar las siguientes normas relacionadas con calidad de aire,

- ➔ Decreto Supremo 144 de 1961 del Ministerio de Salud establece normas para evitar emanaciones o contaminantes atmosféricos de cualquier naturaleza.
- ➔ Decreto Supremo 185 de 1991 del Ministerio de Minería, reglamenta el funcionamiento de establecimientos emisores de anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico en todo el territorio nacional.
- ➔ Decreto Supremo 2.467 de 1993 del Ministerio de Salud, aprueba el reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias (39).
- ➔ El Decreto Supremo 167 de 1999 de la Secretaría General de la Presidencia es una norma de emisión para olores molestos (compuestos de H_2S , mercaptanos y gases TRS que busca regular la emisión de sustancias que causan malos olores derivados del proceso Kraft o al sulfato (57).

4.1.6. Argentina

En Argentina, existe la Ley 5965 de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera, pero no contempla en sus articulados lo relativo a efluentes gaseosos y sus niveles máximos de emisión. El Decreto 3395 de 1996 regula el vertido de efluentes gaseosos contaminantes a la atmósfera; el artículo 12 (Cap. III) especifica las normas de calidad de aire y niveles guía de calidad de aire, de emisión, tabla de umbral de olor y escala de olores, las cuales deberán ser revisadas por la autoridad competente cada tres años como máximo, dando competencia a las regiones para fijar las normas de emisión cuando las características del caso así lo requieran. No existen en la legislación argentina normas específicas para la contaminación ambiental por olores y sus efectos en salud (110).

4.2. Marco Legal en el Nivel Nacional

En las tablas 9 a 12 se relacionan las normas que reglamentan lo relacionado con la contaminación odorífica, el impacto a la salud y el bienestar de las personas y su afectación al medio ambiente.

Tabla 9. Normativa nacional del sector salud relacionada con la generación de olores ofensivos.

AUTORIDAD SANITARIA			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Ley 9 de 1979	Ministerio de Salud	Código de medidas sanitarias	Art 10 – 21 – Residuos Líquidos Art 22 – 35 – Residuos Sólidos Art 198 – 200 - Saneamiento de edificaciones – manejo de residuos Art 237 y 238 – Almacenamiento de basuras
Ley 1220 de 2010	Ministerio de Protección Social Ministerio del Interior y de Justicia	Aumento de penas para los delitos contra la Salud Pública	Art 1 – Penas por violación de medidas sanitarias Art 4 – Penas por contaminación de aguas
Ley 1453 de 2011	Ministerio de Protección Social Ministerio de Interior y Justicia Ministerio de Defensa Nacional	Reforma al Código Penal, el Código de Procedimiento Penal, el Código de Infancia y Adolescencia, las reglas sobre extinción de dominio y se dictan otras disposiciones en materia de seguridad	Art 332 – Contaminación Ambiental: El que con incumplimiento de la normatividad existente, provoque, contamine o realice directa o indirectamente emisiones, vertidos, radiaciones, ruidos, depósitos o disposiciones al aire, la atmósfera o demás componentes del espacio aéreo, el suelo, el subsuelo, las aguas terrestres, marítimas o subterráneas o demás recursos naturales, en tal forma que ponga en peligro la salud humana o los recursos fáunicos, forestales, florísticos o hidrobiológicos, incurrirá, sin perjuicio de las sanciones administrativas a que hubiere lugar, en prisión de 55 a 112 meses y multa de 140 a 50.000 salarios mínimos legales mensuales vigentes.

AUTORIDAD SANITARIA			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Reglamentó:			
Decreto 1594 de 1984	Ministerio de Salud Ministerio de Agricultura	Reglamentación de los usos del agua y de los residuos líquidos	<p>Art 45 – Criterios admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas (no deben presentarse sustancias que impartan olor).</p> <p>Art 70 -. Los sedimentos, lodos y sustancias sólidas provenientes de sistema de tratamiento de agua deberán cumplir las normas en materia de residuos sólidos</p> <p>Art 84 - Los residuos líquidos provenientes de usuarios tales como hospitales, laboratorios, clínicas, mataderos, utilización de agroquímicos, garrapaticidas y similares, deberán ser sometidos a tratamiento especial.</p> <p>Art 89 – Aplicación del decreto a los galpones, las porquerizas, los establos y similares.</p>
Decreto 4741 de 2005	Ministerio de Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible Ministerio de Transporte	Reglamentación parcial de la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.	<p>ART 5 - Clasificación de los residuos o desechos peligrosos según caracterización de peligrosidad (anexo 3).</p> <p>Art 7 - caracterización físico-química de los residuos o desechos generados para determinar la peligrosidad de un residuo.</p> <p>Art 10 – Obligaciones del generador</p> <p>Art 14 – Obligaciones del fabricante o importador de un producto o sustancia química con característica peligrosa</p> <p>Art 17 – Obligaciones del receptor</p> <p>Art 19 - Aquellas personas que resulten responsables de la contaminación de un sitio por efecto de un manejo o una gestión inadecuada de residuos o desechos peligrosos, estarán obligados entre otros, a diagnosticar, remediar y reparar el daño causado a la salud y el ambiente, conforme a las disposiciones legales vigentes.</p> <p>Art 24 – Obligaciones de las autoridades ambientales</p> <p>Art 32 – Prohibiciones en materia de residuos peligrosos</p>
Decreto 3518 de 2006	Ministerio de Protección Social	Creación y reglamentación del Sistema de Vigilancia en Salud Pública y se dictan otras disposiciones.	<p>Art 4 – Finalidades: Identificar necesidades de investigación epidemiológica</p> <p>Art 9 – Funciones de las Direcciones Departamentales y Distritales: Organizar y coordinar la red de vigilancia en salud pública de su jurisdicción, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Ministerio de la Protección Social</p> <p>Art 10 – Funciones de las Direcciones Municipales: Desarrollar los procesos básicos de vigilancia de su competencia, de acuerdo con lo previsto en la Ley 715 de 2001 y de conformidad con lo dispuesto en el presente decreto o las normas que lo modifiquen, adicionen o sustituyan</p> <p>Art 32 - Apoyo intersectorial. Las entidades y organizaciones de otros sectores del orden nacional y territorial, cuyas actividades influyan directa o indirectamente en la salud de la población, cooperarán con el Sistema de Vigilancia en Salud Pública, en los términos establecidos en los modelos de vigilancia y de conformidad con los lineamientos del presente decreto, sin perjuicio de sus competencias sobre las materias tratadas</p>

AUTORIDAD SANITARIA			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Resolución 425 de 2008	Ministerio de Protección Social	Plan de Salud Territorial	Esta resolución define la metodología para la elaboración, ejecución, seguimiento, evaluación y control del Plan de Salud Territorial, y las acciones que integran el Plan de Salud Pública de Intervenciones Colectivas a cargo de las entidades territoriales
Resolución 5194 de 2010	Ministerio de la Protección Social	Reglamentación de la prestación de los servicios de cementerios, inhumación, exhumación y cremación de cadáveres	<p>Art 2 – La resolución aplica para todos los cementerios, excepto los indígenas</p> <p>Art 5 – Clasificación de los cementerios</p> <p>Art 6 – Aéreas con las que debe contar un cementerio</p> <p>Art 7 – Todo cementerio debe contar con sistemas para recolección y disposición de residuos sólidos y disposición de residuos líquidos.</p> <p>Art 12 – Implementación de Plan de Saneamiento por la administración con programas de: limpieza y desinfección de áreas, manejo de residuos sólidos y peligrosos y control de vectores.</p> <p>Art 13 – El personal debe estar capacitado en bioseguridad y prácticas higiénicas.</p> <p>Art 15 al 18 – Inhumaciones</p> <p>Art 19 al 27 – Exhumaciones</p> <p>Art 18 al 33 – Cremaciones</p> <p>Art 35 y 36– Requisitos de diseño y construcción</p>

Fuente: Adaptado de Imprinta nacional y Alcaldía de Bogotá, 2012

Tabla 10. Normativa nacional del sector ambiental relacionada con la generación de olores ofensivos.

AUTORIDAD AMBIENTAL			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Decreto – Ley 2811 de 1974	Presidencia de la Republica	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	Art 34 – Manejo de residuos Art 74 – Descargas a la atmósfera Art 75 – Disposiciones para prevenir la contaminación atmosférica Art – 134 – Control de aguas que se conviertan en focos de contaminación
Ley 99 de 1993	Ministerio de Ambiente	Sistema Nacional Ambiental	Art 5 – Funciones del Ministerio de Ambiente: regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, determinar normas ambientales mínimas, dictar regulaciones de carácter general y establecer límites máximos permisibles. Art 31 – Funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales: fijar en su jurisdicción límites de emisión de sustancias contaminantes y ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables.
Ley 253 de 1996	Ministerio de Ambiente Ministerio de Relaciones Exteriores	Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación	Art 4 – Obligaciones generales: cada parte tomará las medidas apropiadas para establecer instalaciones adecuadas de eliminación para el manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos y otros desechos, cualquiera que sea el lugar donde se efectúa su eliminación que, en la medida de lo posible, estará situado dentro de la instalación.
Ley 1252 de 2008	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones	Art 2 – Principios: diseñar planes, sistemas y procesos adecuados, limpios y eficientes de tratamiento, almacenamiento, transporte, reutilización y disposición final de residuos peligrosos que propendan por el cuidado de la salud humana y el ambiente. Desarrollar planes y actividades acordes con la Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos que resuelvan los graves problemas que conllevan la generación y el manejo inadecuado de los residuos peligrosos. Art 4 – Prohibición: queda prohibida la introducción, importación o tráfico de residuos o desechos peligrosos al territorio nacional por parte de cualquier persona natural o jurídica, de carácter público o privado. De igual forma, será prohibida la disposición o recepción final de residuos peligrosos en rellenos sanitarios que no cumplan con la capacidad o condiciones físicas y técnicas adecuadas para tal fin. Art 12 – Obligaciones del generador de residuos peligrosos. Art 15 – Hidrocarburos de desecho.

AUTORIDAD AMBIENTAL			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Reglamentada por:			
Decreto 948 de 1995	Ministerio de Ambiente	Reglamento de prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire	<p>Art 1, 5 y 16: competencia de la autoridad ambiental para fijar Norma de evaluación y emisión de olores ofensivos</p> <p>Art 2 – Definición de olor ofensivo</p> <p>Art 20 – Establecimientos generadores de olores ofensivos: prohibición de generación en zonas residenciales</p> <p>Art 23 - Control a emisiones molestas de establecimientos comerciales generadores de olores</p> <p>Ar 73 - Casos que requieran permiso de emisión atmosférica: actividades generadoras de olores ofensivos</p> <p>Art 117 – Generación de olor considerada como infracción.</p>
Decreto 1713 de 2002 (modificado por Decreto 838 de 2005)	Ministerio de Ambiente	Reglamentación de la prestación del servicio público de aseo y la Gestión Integral de Residuos Sólidos	<p>Art 4 – Responsabilidad de la prestación del servicio público de aseo (no generar olores)</p> <p>Art 35 – Frecuencia de recolección (prevenir generación de olor)</p> <p>Art 63 – Diseño y construcción de estaciones de frecuencia (13. sistemas de control de olores)</p> <p>Art 74 – Localización de la planta de aprovechamiento (2. condiciones de olor como criterio)</p> <p>Art 75 – Diseño de edificaciones para el aprovechamiento de residuos (7. sistemas de minimización de olores)</p> <p>Art 116 - Situaciones que deben evitar las personas prestadoras del servicio en el manejo de los residuos sólidos (6. generación de olores ofensivos)</p>
Decreto 838 de 2005	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones	<p>Art 4 – Procedimiento para localización de rellenos sanitarios</p> <p>Art 5 - Criterios y metodología para la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario (distancia entre el perímetro urbano, densidad de población en el área)</p> <p>Art 6 - Prohibiciones y restricciones en la localización de áreas para disposición final de residuos sólidos</p> <p>Art 8 - Recolección, concentración y venteo de gases a incluir dentro de reglamentos operativos de rellenos sanitarios</p> <p>Art 10 - Control de gases y las concentraciones que los hacen explosivos como condición durante la fase de operación del relleno sanitario.</p>

AUTORIDAD AMBIENTAL			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Decreto 3930 de 2010	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamentación de los usos del agua y de los residuos líquidos	<p>Art 25 – Actividades no permitidas - Los sedimentos, lodos y sustancias sólidas provenientes de sistemas de tratamiento de agua deberán cumplir las normas en materia de residuos sólidos</p> <p>Art 43 – Evaluación ambiental del vertimiento</p> <p>Art 44 - Plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos.</p>
Decreto 2820 de 2010	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamentación de Licencias Ambientales	<p>Art 9 – Proyectos, obras o actividades sujeto de licencia ambiental competencia de las Corporaciones Autónomas Regionales y grandes centros urbanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La construcción y operación de plantas cuyo objeto sea el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos biodegradables mayores o iguales a 20.000 toneladas/año. - La construcción y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales que sirvan a poblaciones iguales o superiores a 200.000 habitantes. - Establecimiento de zocriaderos con fines comerciales
Resolución 1433 de 2004	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamentación sobre PSMV, y se adoptan otras determinaciones	<p>Art 1 – Definición y alcance del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos</p> <p>Art 4 – Contenido del PSMV a presentar por parte de los prestadores del servicio público de alcantarillado</p>
Resolución 1433 de 2005	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Reglamentación de Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos	Las empresas prestadoras del servicio público del servicio de alcantarillado y sus servicios complementarios deberán presentar ante la autoridad ambiental un PSMV
Resolución 909 de 2008	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones	<p>Art 2 - Reglamenta los convenios de reconversión a tecnologías limpias</p> <p>Art 3 - En lo relacionado con el control de emisiones molestas, la resolución aplica además a todos los establecimientos de comercio y de servicio.</p> <p>Art 6 – Actividades industriales y contaminantes a monitorear por actividad industrial</p> <p>Art 35 a 40: Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para instalaciones de tratamiento térmico de subproductos de animales</p> <p>Art 41 a 53: Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para instalaciones donde se realice tratamiento térmico a residuos y/o desechos peligrosos</p> <p>Art 54 a 60: Estándares de emisión admisibles de contaminantes al aire para instalaciones donde se realice tratamiento térmico a residuos no peligrosos</p> <p>Art 82 a 85: Convenios de reconversión a tecnologías limpias</p>

AUTORIDAD AMBIENTAL			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Resolución 610 de 2010	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial	Modificación de la norma nacional de calidad del aire o nivel de inmisión (Resolución 601 de 2006)	Art 3 - Niveles máximos permisibles para contaminantes no convencionales con efectos carcinogénicos y umbrales para las principales sustancias generadoras de olores ofensivos. (Ver tabla 4). Se define también que, dependiendo de las actividades que se desarrollen en el área de su jurisdicción, las autoridades ambientales competentes deben realizar mediciones de dichas sustancias generadoras de olores ofensivos.
Proyecto de norma	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Niveles permisibles o de inmisión y límites de emisión de sustancias de olores ofensivos, umbrales de tolerancia de olores ofensivos y se dictan otras disposiciones	<p>Art 2 - Aplica para todas las fuentes de emisión que generen olores ofensivos, incluyendo establecimientos comerciales, excepto (restaurantes, lavanderías, o pequeños negocios, que produzcan olores y que cuenten con ductos o dispositivos que aseguren la adecuada dispersión de los olores y que prevengan con ellos molestias a los vecinos o a los transeúntes).</p> <p>Art 4 – Recepción y registro de quejas por la autoridad ambiental</p> <p>Art 5 - Niveles permisibles o de inmisión para sustancias de olores ofensivos a condiciones de referencia (25°C y 760 mm Hg).</p> <p>Art 6 – El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, determinará el Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos, que contendrá los métodos de evaluación analítica para la determinación de los niveles permisibles o de inmisión para sustancias de olores ofensivos.</p> <p>Art 7 – Establecimientos generadores de olores molestos contarán con dispositivos para dispersión y sistemas de control de olores</p> <p>Art 8 – Prohibición de establecimientos generadores de olores ofensivos en zonas residenciales</p> <p>Art 9 – Tratamiento térmico de subproductos de animales</p> <p>Art 10 – actividades y sustancias a monitorear por actividad</p> <p>Art 12 - Límites de inmisión para mezclas de sustancias de olores ofensivos (ver tablas 5 y 6)</p> <p>Art 14 al 17 – Sistemas de control</p> <p>Art 18 al 22 – Control en áreas contaminadas por olores ofensivos</p>

Fuente: Adaptado de Imprinta nacional y Alcaldía de Bogotá, 2012

La norma en proyecto del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible además contempla el procedimiento para el registro de quejas por olores ofensivos, el cual se deberá realizar de acuerdo con lo establecido en el Código Contencioso Administrativo y con lo dispuesto por la autoridad ambiental competente. Entre otros aspectos técnicos establece que *mientras el Ministerio adopta* el Protocolo para el Monitoreo, Control y Vigilancia de Olores Ofensivos, se seguirá lo establecido en la norma VDI 3883 “*Effects and Assessment of Odors*” para la validación de la queja. En el Capítulo VI, parágrafo transitorio, establece que *mientras este Ministerio adopta* dicho Protocolo, se aplicará lo establecido en la norma EN-13725: “Calidad del aire: Determinación de la concentración

del olor por olfatometría dinámica” en lo referente a la toma de la muestra y los métodos establecidos por la US EPA para el análisis de la muestra (49).

Tabla 11. Normativa nacional del sector económico relacionada con la generación de olores ofensivos.

DESARROLLO Y ECONOMÍA			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Ley 142 de 1994	Ministerio de Hacienda y Crédito Público	Régimen de los servicios públicos domiciliario	<p>Art 11 – Obligaciones de entidades prestadores del servicio público (11. 5 función ecológica y protección del ambiente).</p> <p>Art 25 – Concesión, permisos ambientales y sanitarios por parte de los prestadores de servicios públicos</p> <p>Art 26 – Permisos municipales por parte de los prestadores de servicios públicos</p> <p>Art 63 – Funciones de los Comités de Desarrollo y Control Social de los Servicios Públicos (63.1. proponer planes y programas para resolver deficiencias en el servicio</p> <p>Art 69 – Crean las comisiones de regulación (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico)</p>
Ley 388 de 1997	Ministerio de Hacienda y Crédito Público Ministerio de Desarrollo Económico Ministerio del Medio Ambiente	Ordenamiento del Territorio	<p>Art 2 – Principio de función social y ecológica de la propiedad</p> <p>Art 8 – Acción urbanística: localizar y señalar las características de la infraestructura para el transporte, los servicios públicos domiciliarios, la disposición y tratamiento de los residuos sólidos, líquidos, tóxicos y peligrosos y los equipamientos de servicios de interés público y social, tales como centros docentes y hospitalarios, aeropuertos y lugares análogos.</p>
Ley 715 de 2001	Ministerio de Hacienda y Crédito Público	Normas orgánicas para la prestación de los servicios de educación y salud	Art 44, Numeral 3.3.2 - Vigilar las condiciones ambientales que afectan la salud y el bienestar de la población generadas por basuras y olores a cargo de las autoridades sanitarias de los distritos y municipios de categoría especial, 1°, 2° y 3, en coordinación con las autoridades ambientales.
Reglamentó:			
Decreto 302 de 2000	Ministerio de Desarrollo Económico	Reglamentación de la prestación de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado	Art 6 - Prevenir la contaminación hídrica por parte de sustancias susceptibles de producir daño en la salud humana y en el ambiente y la normal operación de las redes de acueducto y alcantarillado

DESARROLLO Y ECONOMÍA			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Resolución 1096 de 2000	Ministerio de Desarrollo Económico	Adopción del Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS	<p>Art 4 – Sujeción de ubicación de la infraestructura relacionada con el agua potable y saneamiento básico al Plan de Ordenamiento Territorial.</p> <p>Art 10 – Presentación de Estudios de Impacto Ambiental para los proyectos de agua potable y saneamiento básico</p> <p>Art 19 – Evaluación de sistemas de servicio de suministro de agua potable; de recolección y disposición de aguas residuales y pluviales; y de aseo urbano</p> <p>Art 28 – Proyectos de tratamiento de aguas residuales domesticas</p> <p>Art 29 – Proyectos de disposición de residuos solidos</p> <p>Art 30 – Proyectos de manejo integral de desechos solidos</p> <p>Capitulo XV – Sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales</p> <p>Capitulo XVI – Sistemas de aseo urbano</p> <p>Art 186 – Emisiones en plantas de incineración</p> <p>Art 190 – Control Ambiental en la operación de rellenos sanitarios</p>

Fuente: Adaptado de Imprenta nacional y Alcaldía de Bogotá, 2012.

Tabla 12. Normativa nacional del sector agrícola relacionada con la generación de olores ofensivos.

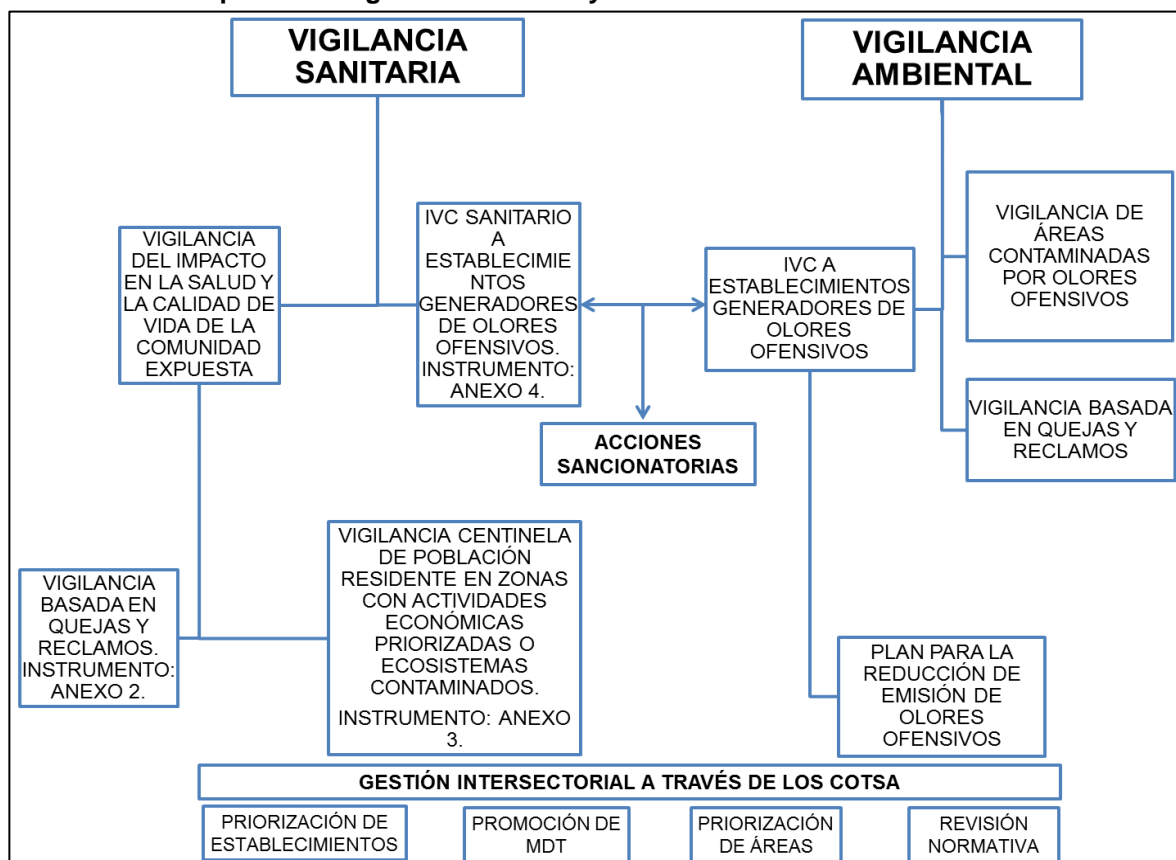
AGRICULTURA			
Norma	Entidad	Objeto	Artículos de interés
Decreto 1840 de 1994	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Funciones del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA	Art 19 - El Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, coordinará con los Ministerios de Salud y del Medio Ambiente, las medidas de seguridad relacionadas con el manejo y uso de insumos agropecuarios de alto riesgo, entre otros.
Decreto 4181 de 2011	Ministerio de Hacienda y Crédito Público Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Por el cual se escinden unas funciones del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) y del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y se crea la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)	Art 5 – Funciones de AUNAP: Promover, coordinar y apoyar las investigaciones sobre los recursos pesqueros y los sistemas de producción acuícola, Establecer mecanismos de control y vigilancia para el cumplimiento de las normas que regulan las actividades de pesca y de la acuicultura en el territorio nacional en coordinación con la Armada Nacional, la Dirección General Marítima, la Policía Nacional, la Unidad Administrativa Especial Parques Nacionales Naturales de Colombia, las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, entre otras autoridades, dentro de sus respectivas competencias. Art 13 – Oficina de generación del conocimiento y la información: Adelantar las acciones de mejoramiento de los procesos tecnológicos en las fases de extracción, cultivo, procesamiento y comercialización de pesca y acuicultura. Identificación del estado de los recursos pesqueros y de acuicultura susceptibles de aprovechamiento. Art 16 – Dirección Técnica de Inspección y Vigilancia: Realizar los operativos, visitas a centros de acopio y áreas de extracción e imposición de sanciones al incumplimiento del estatuto pesquero y demás normatividad vigente.
Reglamentó:			
Resolución 228 de 2007	Instituto Colombiano Agropecuario	Reglamentación de la obligación y responsabilidad sobre la desnaturalización, almacenamiento, reformulación y disposición final de desechos peligrosos e insumos agrícolas	Art 1 - Los titulares de los registros de insumos agrícolas son responsables de los residuos que generen y la responsabilidad se extiende a sus afluentes, emisiones, productos y subproductos por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente, en los términos del artículo 6° de la Ley 430 de 1998 y demás normas concordantes Art 2 - Los productos que sean decomisados, y que se retiren por parte de las empresas titulares del registro, deberán mantenerse en bodegas debidamente autorizadas por la autoridad ambiental competente, mientras, por parte de las empresas titulares del registro, se adelantan los procedimientos adecuados y autorizados para la desnaturalización, bajo la supervisión y conocimiento del ICA y de la autoridad ambiental competente; dicho trámite no podrá superar el término de 60 días calendario.

Fuente: Adaptado de Imprenta nacional y Alcaldía de Bogotá, 2012

5. ESTRATEGIA PARA LA VIGILANCIA SANITARIA Y AMBIENTAL DEL IMPACTO A LA SALUD Y LA CALIDAD DE VIDA ASOCIADOS A LA CONTAMINACIÓN POR OLORES OFENSIVOS EN ÁREAS URBANAS

Se presenta una estrategia que permite vigilar en forma paralela la contaminación odorífera, junto con sus efectos, facilitando así las acciones de prevención y control indispensables para que las comunidades se beneficien con los resultados de la Gestión Interinstitucional, le hagan seguimiento e impulsen su mejora continua.

Ilustración 6. Esquema de vigilancia sanitaria y ambiental.



Fuente: autores 2012

5.1. Vigilancia a Cargo de la Autoridad Sanitaria

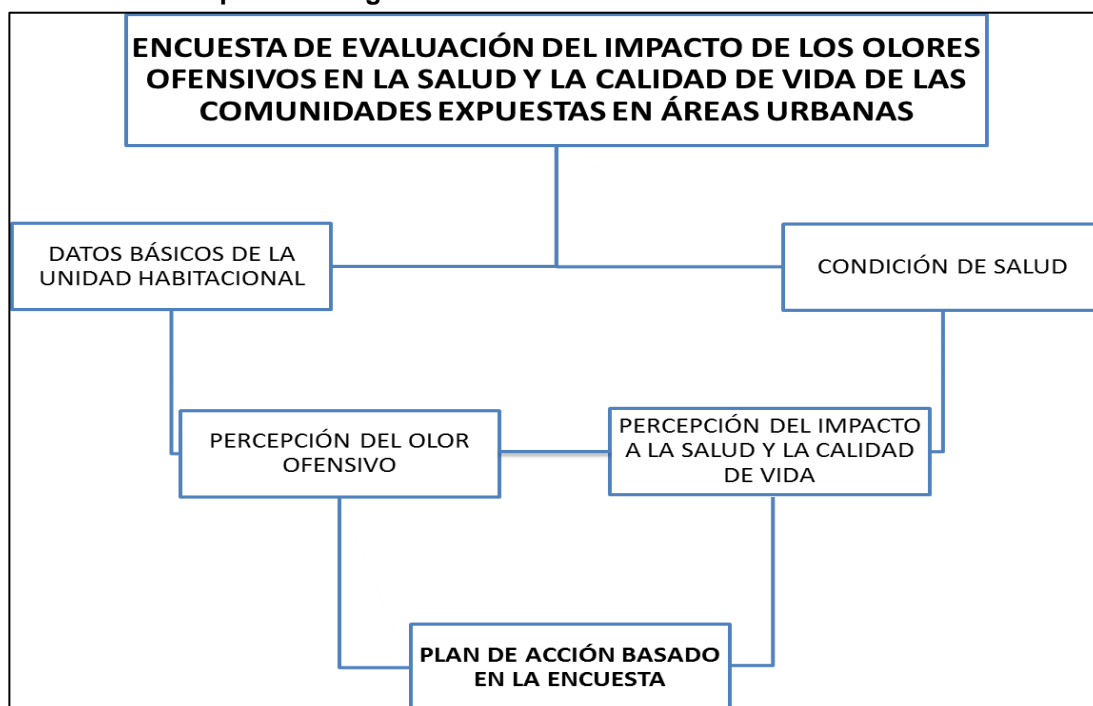
La Ley 715 de 2001 da la responsabilidad a la autoridad sanitaria de los municipios de propender por el mejoramiento de las condiciones determinantes y ejercer acciones de Inspección, Vigilancia y Control para el control de riesgos ambientales que afecten la salud (entre los cuales se nombran específicamente los olores), en coordinación con las autoridades ambientales; esto obliga a las Entidades Territoriales de Salud a realizar actividades de gestión encaminadas a tal fin. Siguiendo los principios de la política de Salud Ambiental, (documento CONPES 3550 de 2008), la salud y el ambiente deberán ser abordados de manera integral, para que la vigilancia logre un mayor impacto y sea más efectiva.

5.1.1. Vigilancia de los efectos en la salud y calidad de vida de la población expuesta

5.1.1.1. Vigilancia centinela de los efectos en la salud y calidad de vida en poblaciones expuestas.

La figura 7 muestra de manera esquemática las actividades a desarrollar para realizar la vigilancia centinela.

Ilustración 7. Esquema de vigilancia centinela basada en encuestas.



Fuente: autores 2012

Poblaciones sujeto de la vigilancia:

Residentes en zonas cercanas a ecosistemas naturales intervenidos o contaminados.

- ➔ Ríos
- ➔ Quebradas
- ➔ Lagos
- ➔ Humedales
- ➔ Aguas marítimas
- ➔ Playas
- ➔ Zonas de disposición de basuras a cielo abierto

Residentes en zonas cercanas a sitios de producción de las siguientes actividades económicas.

- ➔ Plantas de tratamiento de agua residual.
- ➔ Rellenos sanitarios y sitios de disposición de residuos.
- ➔ Cría y sacrificio de animales.
- ➔ Industria de procesamiento de pescado y sus derivados (harina, aceites, concentrados).
- ➔ Industrias de procesamiento de cueros (curtiembres).
- ➔ Industrias de subproductos de origen animal y vegetal.
- ➔ Industria petroquímica y de explotación de gas natural.
- ➔ Industria de pulpas de madera y fabricación de papel, cartón, celulosa.
- ➔ Elaboración de productos lácteos.
- ➔ Elaboración de productos de café.
- ➔ Elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal y sus derivados.
- ➔ Fabricación de resinas sintéticas y adhesivos.
- ➔ Fabricación de antisépticos y plaguicidas.
- ➔ Fabricación de plásticos y cauchos.
- ➔ Fabricación de abonos y compuestos orgánicos nitrogenados.

Para desarrollar la vigilancia centinela basada en encuestas se propone desarrollar las actividades descritas en la tabla 13:

Tabla 13. Actividades a desarrollar mediante vigilancia centinela.

ACTIVIDAD A DESARROLLAR	POTENCIAL FUENTE DE INFORMACIÓN	INFORMACIÓN REQUERIDA O A OBTENER A TRAVÉS DE ENCUESTAS
Inventario de lugares priorizados	CAR, AAU	Número y tipo de industrias o lugares contaminados por olores que afectan la zona y ubicación geográfica de los mismos
		Distancia entre los lugares priorizados y las comunidades afectadas
Encuesta	Encuesta Anexo 2	Estrato socio económico
		Datos básicos de la unidad habitacional
		Percepción del olor ofensivo
		Percepción del impacto en la salud y calidad de vida
		Condición de salud
		Plan de acción basado en la encuesta

Fuente: autores 2012

El anexo 2 del presente documento es un modelo de encuesta a aplicar en el desarrollo de la vigilancia centinela¹.

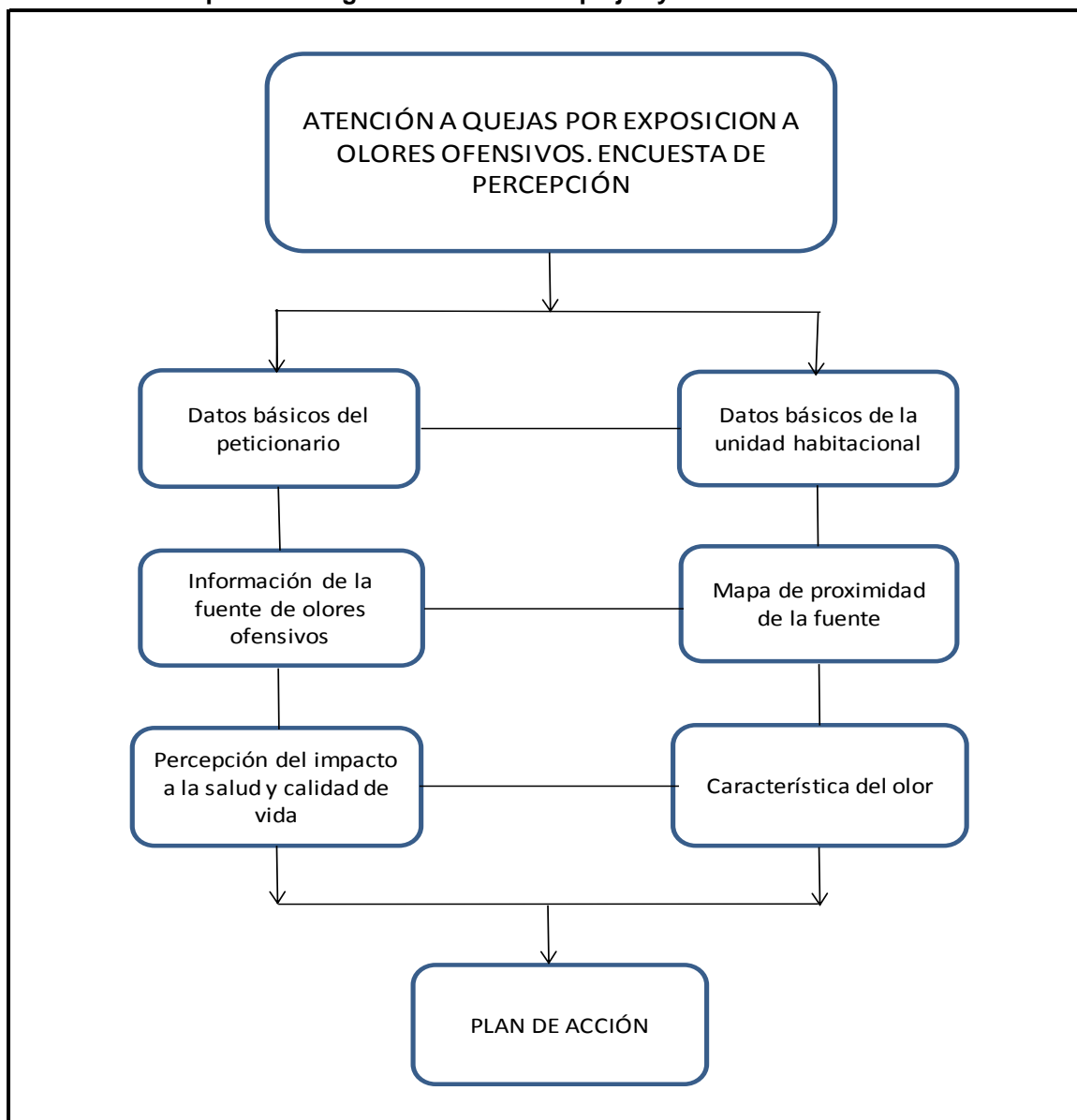
5.1.1.2. Vigilancia de los efectos en la salud y calidad de vida basada en quejas y reclamos

La mayoría de las quejas originadas por la contaminación del aire e inadecuadas ventilación tienen que ver con olores (20). Este tipo de vigilancia se aplica para medir los problemas de gobernabilidad y malestar generados por los olores ofensivos; esto permite ubicar geográficamente el sitio de la molestia y evaluar el impacto a la salud y calidad de vida de la población expuesta. Se deberá llevar un registro de quejas por olores ofensivos, el cual se realizará de acuerdo con lo establecido en el Código Contencioso Administrativo (49).

La información se obtiene de las bases de datos de las oficinas de quejas y reclamos de las Entidades Territoriales de Salud, de la autoridad ambiental y de las Alcaldías Locales y Municipales. Se deberá referenciar geográficamente el sitio sobre el cual la queja fue interpuesta para identificar posibles lugares en los que se ejercerá vigilancia y rectoría sanitaria.

¹ Instrumento adaptado del acta de visita del sistema de vigilancia ambiental, epidemiológica y sanitaria de los efectos en salud generados por la exposición a campos electromagnéticos, de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá D.C.

Ilustración 8. Esquema de vigilancia basada en quejas y reclamos.



Fuente: autores 2012

Se promoverá en la comunidad el ejercicio del derecho a un ambiente sano de manera efectiva, mediante acciones de vigilancia comunitaria. Es importante desarrollar en la comunidad el ejercicio de sus derechos mediante capacitaciones sobre la interposición de la queja y especialmente sobre la autoridad competente para atender y solucionar la queja. Se propone además implementar un sistema de información con referenciación geográfica, unificado entre las autoridades competentes en el tema para recopilar las quejas y reclamos, al cual tengan acceso la autoridad ambiental, la autoridad sanitaria, las Alcaldías Locales y Municipales y las Empresas de Servicios Públicos, el cual será alimentado y tramitado entre las mismas entidades y con la comunidad, mediante un

trabajo unificado, para dar solución a la problemática. Esto permitirá la captura de datos, análisis y emisión de informes que permitan interrelacionar y asociar la información con las acciones de vigilancia y control a ejercer por las entidades competentes así como la toma de decisiones, encauzadas a proteger la salud y calidad de vida de la población.

El Anexo 3 presenta el acta de atención a quejas relacionada con exposición a olores ofensivos y que sirve de base para realizar la vigilancia basada en encuestas.²

5.1.2. Inspección, vigilancia y control de establecimientos generadores de olores ofensivos por parte de la autoridad sanitaria.

Las acciones de Inspección, Vigilancia y Control rutinario que se desarrollan en actividades económicas priorizadas, sujeto de la vigilancia, generadoras de olores ofensivos y que emitan al ambiente sustancias o material relacionadas con éstos, en cumplimiento a lo dispuesto en la Ley 9 de 1979 y sus normas reglamentarias, incluirán entre sus tareas cotidianas actividades de promoción, mediante acciones integrales encaminadas a la mitigación del impacto de los olores ofensivos en la salud de la población expuesta, promoviendo mejoras en las prácticas productivas para la disminución del impacto. Así mismo, la autoridad sanitaria deberá gestionar ante la autoridad competente el ejercicio de la rectoría ambiental en lugares afectados por esta problemática y sobre actividades económicas que estén generando quejas frecuentes de la comunidad por impacto en la salud y calidad de vida, por causa de los olores ofensivos. Las actividades priorizadas para esta vigilancia se enumeran en la tabla 14 (ver tabla 2). Teniendo en cuenta las competencias institucionales, la gestión intersectorial es importante para desarrollar estas actividades y solicitar apoyo institucional.

El anexo 4 de este documento es un acta de visita de Inspección, Vigilancia y Control a establecimientos generadores de olores ofensivos.³

² Instrumento adaptado del acta de visita del sistema de vigilancia ambiental, epidemiológica y sanitaria de los efectos en salud generados por la exposición a campos electromagnéticos, de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá D.C.

³ Instrumento adaptado del acta de visita de Inspección, Vigilancia y Control para la línea de seguridad química de la Secretaría Distrital de Salud de Bogotá D.C.

Tabla 14. Actividades económicas objeto de vigilancia sanitaria y entidades con quien se debe realizar gestión intersectorial.

ACTIVIDAD ECONÓMICA	GESTIÓN INTERSECTORIAL
Plantas de tratamiento de agua residual	Ambiente
Rellenos sanitarios y sitios de disposición de residuos	Ambiente Empresas de Servicios Públicos
Cría y sacrificio de animales	INVIMA ICA Ambiente
Industria de procesamiento de pescado y sus derivados (harina, aceites, concentrados)	INVIMA ICA Ambiente
Industrias de procesamiento de cueros (curtiembres)	Ambiente
Industrias de subproductos de origen animal y vegetal	Ambiente
Industria petroquímica y de explotación de gas natural	Ambiente
Industria de pulpas de madera y fabricación de papel, cartón, celulosa	Ambiente
Elaboración de productos lácteos	INVIMA Ambiente
Elaboración de productos de café	INVIMA Ambiente
Elaboración de aceites y grasas de origen animal y vegetal y sus derivados	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos Ambiente
Fabricación de resinas sintéticas y adhesivos	Ambiente
Fabricación de antisépticos y plaguicidas	ICA Ambiente
Fabricación de plásticos y cauchos	Ambiente
Fabricación de abonos y compuestos orgánicos nitrogenados	Ambiente

Fuente: autores 2012

5.2. Vigilancia a Cargo de la Autoridad Ambiental

En lo relacionado con el tema de olores ofensivos, existe una base y un sustento importante, que es la presencia de sustancias químicas y endotoxinas en el ambiente y generalmente están asociadas a actividades y lugares que emiten olores ofensivos. Con base en el marco legal vigente, tanto en el nivel nacional como internacional, la vigilancia ambiental se debe ejercer sobre las actividades económicas generadoras de sustancias químicas que producen olores ofensivos o responsables por emitir al ambiente endotoxinas que viajan en el material particulado y por si mismas son generadoras de sustancias olorosas por su estructura celular. Adicionalmente, se deben priorizar aquellas que utilicen o emitan a la atmósfera sustancias que no presenten un adecuado nivel de seguridad en la relación TLV-TWA / Umbral de Olor (ver tabla 4). Así mismo, aquellos lugares ubicados en áreas urbanas contaminadas por olores ofensivos o cercanos a fuentes naturales intervenidas que generen olores ofensivos, en cuyas cercanías existan poblaciones expuestas.

5.2.1. En actividades económicas generadoras de olores ofensivos.

Las autoridades ambientales tienen la competencia legal de realizar acciones de Inspección, Vigilancia y Control a actividades económicas generadoras de olores ofensivos, que desarrollarán programas de reducción de olores ofensivos. Entre las acciones a desarrollar se recomienda que la vigilancia ambiental de las actividades económicas objeto de vigilancia se implementen prácticas de promoción tales como Mejor Tecnología Disponible (MTD). Además exigir en estos establecimientos la implementación de planes para la reducción del impacto por olores ofensivos.

Es importante la gestión intersectorial con la autoridad sanitaria a fin de causar un mayor impacto en la mitigación de la contaminación por olores ofensivos. Así mismo se deberán priorizar áreas afectadas a fin de dar a la autoridad sanitaria bases para desarrollar las actividades de su competencia sobre la población.

5.2.2. En áreas contaminadas por olores ofensivos o fuentes naturales intervenidas que generen olores ofensivos.

Las empresas de servicios públicos son las entidades competentes para velar por el buen estado de los ecosistemas o fuentes naturales intervenidas que generen olores ofensivos; así mismo, son los responsables de administrar en sus jurisdicciones los rellenos sanitarios y los botaderos de basura a cielo abierto. Es por tanto importante la gestión entre las autoridades ambientales y empresas de servicios públicos, para lograr mejoras en aquellos lugares especiales que generen estos problemas en áreas urbanas.

Con el mismo propósito, se desarrollará trabajo comunitario, esencial para realizar actividades orientadas a promocionar las buenas prácticas ambientales, la adecuada disposición de residuos, el auto control y la responsabilidad social para con su entorno. Las Alcaldías Locales y Municipales deben vigilar y velar por evitar la proliferación de lugares que sean foco de olores ofensivos y otros problemas sanitarios, tales como la presencia de vectores y generación de olores ofensivos por inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos por parte de la comunidad.

5.3. Indicadores

La disponibilidad de la información respaldada por datos confiables y válidos es una condición necesaria y esencial para su evaluación y análisis, para la toma de decisiones basada en la evidencia y la proposición de planes de acción. Los datos de morbilidad, discapacidad y de determinantes no biológicos de la salud, como el acceso a servicios, la calidad de la atención, las condiciones de vida y los factores ambientales son de necesidad creciente para analizar con objetividad la situación de salud de grupos poblacionales y para documentar la capacidad de las personas de funcionar física, emocional y socialmente. La cuantificación y evaluación del estado de salud de la población se analiza mediante indicadores de salud (113).

Los indicadores que se relacionan a continuación servirán para evaluar la gestión y el impacto alcanzado en el mejoramiento de las condiciones de salud y calidad de vida de la población expuesta. Se deben verificar mensualmente mediante tableros de control y se realizan comparaciones anuales para verificar si realmente la vigilancia ha causado un impacto positivo sobre este determinante ambiental.

5.3.1. Indicadores poblacionales

- ➔ Número de familias expuestas por olores ofensivos en el área/ Número total de familias en el área evaluada.
- ➔ Número de viviendas con actividad industrial generadora de olores ofensivos identificadas mensualmente.

5.3.2. Indicadores de impacto a la salud y calidad de vida por exposición a olores ofensivos

- ➔ Proporción de personas sintomáticas entre la población expuesta a olores ofensivos.
- ➔ Proporción de personas afectadas en su calidad de vida entre la población expuesta a olores ofensivos.

- ➔ Proporción de personas que se consideran afectadas por olores ofensivos.
- ➔ Percepción del estado de salud.
- ➔ Sistema físico que se considera principalmente afectado.

5.3.3. Indicadores de gestión

- ➔ Atención a quejas y reclamos mensualmente.
- ➔ Solicitudes mensuales relacionadas con la problemática de olores gestionadas de manera intersectorial ante las autoridades ambientales, empresas de servicios públicos, Alcaldías Locales y Municipales.
- ➔ Encuestas mensuales realizadas a personas residentes en el área afectada.

5.3.4. Indicadores de impacto

- ➔ Número de empresas o actividades económicas generadoras de olores ofensivos intervenidas por la autoridad sanitaria mensualmente.
- ➔ Actividades económicas en la zona frecuentemente asociadas a la generación olores ofensivos.
- ➔ Número de empresas que implementaron planes de mejoramiento en el último año.
- ➔ UPZ, barrios o sectores del área con mayor proporción de quejas.
- ➔ Porcentaje de percepción de los olores como muy ofensivos, ofensivos, desagradables y no desagradables con base en la encuesta (anexo 2).

5.4. Preparación para la Implementación

Para implementar la sanitaria y ambiental del impacto de los olores ofensivos en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas en área urbanas se requiere el desarrollo de las siguientes actividades:

- ➔ El presente documento se entiende como el lineamiento, línea base o marco técnico y normativo de referencia y por lo tanto es el qué hacer, es necesario convertirlo en protocolo con la finalidad de definir el cómo hacerlo, para lo que es necesario definir el recurso humano y económico encargado de esta tarea.

- ➔ Culminada la elaboración del protocolo El Ministerio de Salud y Protección Social definirá los departamentos y municipios piloto para realizar la validación del documento.
- ➔ El Ministerio de Salud y Protección Social definirá el grupo de trabajo que coordinará la implementación del protocolo de vigilancia propuesto en los departamentos y municipios y realizará la gestión para articular las acciones de promoción, prevención, vigilancia y control con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y otros sectores competentes para desarrollarlas. En esta fase también se realiza una adaptación y un ajuste de los instrumentos propuestos a las realidades locales y territoriales.
- ➔ Con criterios integrales considerados en la Política Nacional de Salud Ambiental, El Ministerio de Salud y Protección Social y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible deben definir los departamentos y municipios en los cuales se implementará la vigilancia propuesta. Para efectos de comparación deben identificarse municipios control.
- ➔ Las Entidades Territoriales de Salud en los cuales se implementará la vigilancia propuesta, debe definir el grupo de trabajo que desarrollará las actividades requeridas. Este grupo realizará la gestión para articular las acciones con las autoridades ambientales y otros sectores competentes para desarrollarlas. El talento humano que realizará la vigilancia debe ser capacitado en los temas presentados en el presente documento.
- ➔ El Ministerio de Salud y Protección Social debe definir mediante un protocolo los instrumentos de captura de información tanto cualitativa como cuantitativa del impacto en la salud y calidad de vida y los mecanismos para obtener datos sobre la exposición.

5.5. Recursos Requeridos para la Implementación

5.5.1. Talento humano

Dependiendo del tamaño y de la complejidad del área urbana, los entes territoriales decidirán la cantidad y perfiles del personal requerido.

Los requerimientos de personal recomendados son:

- ➔ Un ingeniero/a ambiental y sanitario/a, ingeniero/a químico/a, técnico/a o tecnólogo/a en ambiente, con experiencia mínima de un año en salud pública.
- ➔ Un médico/a o enfermero/a, epidemiólogo/a.
- ➔ Un/a profesional en comunicación social, trabajo social o ciencias sociales.

5.5.2. Recurso técnico

Se requiere la disponibilidad de un equipo de cómputo, con acceso a internet, papelería, actas, espacio para reuniones periódicas de evaluación de las acciones y de los planes de acción.

En los casos en los que se requiera identificar con exactitud las coordenadas de las fuentes de contaminación odorífera se requiere un equipo GPS.

5.6. Conclusiones y Recomendaciones

Durante la elaboración del presente documento se pudo establecer que las sustancias químicas asociadas a olores ofensivos tienen características tóxicas e irritantes, a niveles superiores a los umbrales olfativos, por lo cual se podrían esperar unos efectos crónicos por exposición repetida a bajas concentraciones, como lo son los niveles de percepción olfativa, especialmente en personas afectadas por asma o enfermedad respiratoria y en los niños, por razones que tienen que ver con su menor estatura y con el diámetro menor de los alveolos pulmonares, siendo evidente que el discomfort podría no ser el único causante de impacto en las personas.

Adicional a esto, la presencia de endotoxinas producidas durante la descomposición de materia orgánica y por ende de olores indeseables en actividades generadoras y sitios con contaminación odorífica, así como los bio alérgenos presentes en forma de aerosoles en el material particulado, hacen que no solo las sustancias químicas pudiesen causar efectos deletéreos en la población.

El equipo técnico del proyecto recomienda al Ministerio de Salud y Protección Social desarrollar la gestión con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la elaboración de políticas, normas, guías, reglamentos técnicos y demás instrumentos, necesarios para la mitigación del impacto y la optimización de recursos en los niveles departamentales y municipales, ya que la problemática ambiental de contaminación por olores ofensivos tiene un gran componente ambiental, que genera un impacto en la salud y calidad de vida de las comunidades expuestas, como se ha podido exponer en este documento. Es importante además el concurso de estos dos Ministerios para que en los

niveles territoriales se puedan desarrollar actividades conjuntas y gestión intersectorial, siempre orientadas a propender por el bienestar de la población, así como con otras entidades competentes en el tema de olores ofensivos, como el INVIMA, ICA, Empresas de Servicios Públicos, Alcaldías Locales y Municipales, autoridades de Planeación, tanto en el nivel nacional como en el territorial.

Se recomienda socializar el documento a nivel institucional e intersectorial, en el nivel nacional y en los territorios, para ser analizado y discutido en aquellos espacios en los que se promueva la salud ambiental en el país.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mediclopedia. Diccionario Médico: [Citado el 30 de Abril de 2012]
http://www.esacademic.com/dic.nsf/es_mediclopedia/7048/dosis.
2. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. DANE. Conceptos Básicos:
disponible en: http://www.dane.gov.co/files/inf_geo/4Ge_ConceptosBasicos.pdf.
3. Finegold SM. Medical Microbiology, 4th edition. Galkveston, Texas: Baron S, Editor.
Anaerobic Gram Negative Bacilli; 1996.
4. Infowarehaouse. Laboratorio de Química.: [Citado el 13 de abril de 2012].
5. Diccionario Medio Ambiente Acuático. : [Citado el 15 de Abril de 2012]
<http://ciencia.glosario.net/medio-ambiente-acuatico/anaer%F3bica-descomposici%F3n-10243.html>.
6. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 0948 de 1995.
7. Aubry C, Balty I, González M, Guillemy N, Hédilen G. Endotoxines en Milieu de Travail. Exposition, Risques, Prévention. Documents pour le Medecine du Travail. Institut National de Recherche et de Sécurité pour la Prévention des Accidents du Travail et des Maladies Professionnelles. París; 2011.
8. Universidad de Cantabria. Fisiología Humana. Sentidos Especiales: Visión, Gusto, Olfato, Audición y Equilibrio: Citado el 5 de Mayo de 2012.
[<http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/fisiologia-humana-2011-g367/material-de-clase/bloque-tematico-6.-fisiologia-del-sistema-nervioso/tema-3.-sentidos-especiales-vision-gusto-olfato/tema-3.-sentidos-especiales-vision-gu>]; 2011.
9. Sánchez JI, Peña AA, Martínez JV, Valor I. Contaminación Ambiental por Olores. Fundamentos Básicos. Murcia: Calidad Ambiental; 2008.
10. Reid R, Sherwood TK. Propiedades de los Gases y Líquidos. México.: Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana; 1968.
11. Whitten K, Davis R, Peck L. Química General. MADRID: Mc Graw Hill; 1998.

12. Centro Nacional de Información de la Calidad. Contaminación Odorífera. España;; 2007.
13. Recaredo D. Proyecto de Saneamiento General de Valladolid. Madrid: Revista de Obras Públicas Tomo 9. No 15; 1891.
14. Heaney CD, Wing S, Campbell RL, Caldwell D, Hopkins B, Richardson D, et al. Relation between Malodor, Ambient Hydroge Sulfide and Health in a Community Bordering a Landfill. North Carolina: University of North Carolina; 2011.
15. Boccaccio G. El Decamerón.: Libros en Red. Colección Relatos; 2004.
16. Avery RC, Wing S, Marshall SW, Schiffman SS. Odor from Industrial Hog Farming Operations and Mucosal Immune Function in Neighbors. North Carolina: Archives of Environmental & Occupational Health. University of North Carolina; 2004.
17. Colombia. Congreso de Colombia. Ley 9 de 1979.
18. Meza R. "Malos Olores": Un problema de salud pública. Calama, Chile: El Mercurio de Calama.; 2005.
19. Blanes-Vidal V, Suh H, Nadimi ES, Lofstrom P, Ellermann T, Andersen HV, et al. Residential exposure to outdoor air pollution from livestock operations and perceived annoyance among citizens. Massachusetts (USA)/Odense(Denmark): Science Direct; 2011.
20. Mosquera J, Gómez OL, Méndez F. Percepción del Impacto del Vertedero Final de Basuras en la Salud y en el Ambiente Físico y Social en Cali. Cali Colombia: Revista de Salud Pública; 2009.
21. León C, Alanís G, Carrillo JC. Estudio sobre la Viabilidad de una Norma Ambiental para el Distrito Federal en Materia de Emisiones Contaminantes de Olores. México D.F.: Atlitxco; 2007.
22. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 610 de 2010.
23. Metcalf & Eddy Inc. Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización. 3rd ed.: Mc Graw Hill; 1998.
24. Morgan JM, Revah S, Noyola A. Malos Olores en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales: Su Control a través de Procesos Biotecnológicos. México D.F.: Coordinación de Bioprocesos Ambientales, Instituto de Ingeniería, UNAM.; 2002.

25. Lang ME, Jager RA. Odor Control for Municipal Sludge Composting. New Hampshire: BioCycle. Pro Quest; 1992.
26. Ministry of the Environment New Zeland. Good Practice Guide for Assessing and Managing Odour in New Zealand Wellington, New Zealand: Air Quality Report; 2003.
27. Hamoda M. Air Pollutants Emissions from Waste Treatment and Disposal Facilities. Department of Environmental Technology Management CfWKU, editor. Kuwait: Journal of Environmental Science and Health Part A, 41:77–85; 2006.
28. Vrijheid M. Health Effects of Residence Near Hazardous Waste Landfill Sites: a Review of Epidemiologic Literature. London: Environmental Epidemiology Unit, Department of Public Health and Policy, London School of Hygiene and Tropical Medicine. Environmental Health Perspectives; 2000.
29. Méndez F, Gómez OL, J. M, Girón S, Mateus JC, Filigrana P, et al. Evaluación del Impacto del Relleno Sanitario Doña Juana en la Salud de Grupos Poblacionales en su Área de Influencia. Bogotá, D.C.; 2006.
30. Jacho MA. Recomendaciones Prácticas para Reducir el Impacto Ambiental en Granjas Porcinas. La Gestión de los Gases. Barcelona; 2010.
31. O'connor AM, Auvermann B, Bicket-Weddle D, Kirkhorn S, Sargeant JM, Ramírez A, et al. The Association Between Proximity to Animal Feeding Operations and Community Health: A Systematic Review. Iowa: PubMed; 2010.
32. Comisión de Medio Ambiente.. Recomendaciones IUE para el Control de Olores en la Industria de Curtidos. Cape Town Soth África: International Union of Leather Technologists & Chemists Societies; 2005.
33. Korgi A, Kato E, Acevey WV, Aguilar B, Rivera A. Manual de Buenas Prácticas Ambientales para la Curtiembre en Centroamérica. México D.F.: Convenio USAID - USEPA - CCAD; 2006.
34. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Región Metropolitana. Guia para el Control y Prevencion de la Contaminación Industrial. Curtiembres. Santiago de Chile; 1999.
35. Aragón M, Álzate A. Proyecto Gestión Ambiental en la Industria de Curtiembre en Colombia. Bogotá D.C.: Centro Nacional de Producción mas Limpia - Sistema de Referenciación Ambiental (SIRAC) para el Sector Curtiembre en Colombia; 2004.
36. Ainia.Instituto Técnico Agroalimentario. Mejores Técnicas Disponibles para la

Industria de Aprovechamiento de subproductos de Origen Animal. Madrid: AINIA; 2000.

37. Herrera M. Aprovechamiento de los Subproductos o Residuos en la Industria Avícola para la Producción de Harinas de Origen Animal. Bogotá D.C.: Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Revista VIRTUALPRO; 2008.
38. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Propuesta de Segundo Programa Priorizado de Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión. Santiago de Chile; 1997.
39. Comisión Nacional del Medio Ambiente. Región Metropolitana. Guía para el Control y Prevención de la Contaminación Industrial - Fabricación de Grasas Vegetales y Subproductos. Santiago de Chile; 1998.
40. Maya JC, Ramírez F, Monroy O. Biodesulfuración del Petróleo Por Bacterias Sulfato y Tiosulfato Reductoras Aisladas de Pozos Petroleros. México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana Itzapalapa, Departamento de Biotecnología; 1998.
41. Duque Z. A review of corrosion by biogenic sulphide in the oil industry - Una revisión de la corrosión por sulfuro biogénico en la industria petrolera. Maracaibo: Fundación Instituto Zuliano de Investigaciones Tecnológicas - (INZIT) - SCielo. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia; 2007.
42. Rodríguez- Trigo G, Zock JP, Isidro I. La exposición a las mareas negras y sus efectos en la salud. Barcelona: Arch Bronconeumol; 2007.
43. Organización Mundial de la Salud. Indoor air quality: organic pollutants. Copenhagen: EURO Reports and Studies; 1989.
44. Berenger, M.J. NTP 358: Olores: un factor de calidad y confort en ambientes interiores Madrid: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.; 1994.
45. Murguía W. Contaminación por Olores, un Nuevo Reto Ambiental. Monterrey: Revista Integratec - Quiminet; 2006.
46. Generalitat de Catalunya. Evaluación del impacto odorífero sobre el entorno Cataluña; 2005.
47. Yung-Chieh T, Chang-Fu W, Pao-Erh C, Shin-Yu C, Yaw-Huei H. Efficacy of using

multiple open-path Fourier transform infrared (OP-FTIR) spectrometers in an odor emission episode investigation at a semiconductor manufacturing plant. Taiwan: Science of the Total Environment - Science Direct; 2011.

48. Arenaz JC. NTP 320: Umbrales olfativos y seguridad de sustancias químicas peligrosas. Madrid: Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales - España; 2011.
49. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Proyecto de Norma: Niveles Permisibles o de Inmisión y Límites de Emisión de Sustancias de Olores Ofensivos, Umbrales de Tolerancia de Olores Ofensivos.; 2012.
50. Ramírez M, Cantero D, Gómez JM. Viabilidad de un Proceso para la Eliminación Conjunta de H₂S y NH₃ Contenido en Efluentes Gaseosos. Cádiz: Universidad de Cádiz - Departamento de Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos y Tecnología del Medio Ambiente; 2007.
51. Sakuma T, Jinsiriwanit S, Hattori T, Deshusses MA. Removal of Ammonia from Contaminated air in a Biotrickling Filter – Denitrifying Bioreactor Combination System. Direct W, editor. Hudson: Elsevier; 2008.
52. Kohl A, Nielsen R. Gas Purification. Houston - Texas: Library of Congress Cataloging-in- Publication Data; 1997.
53. Kyeoung-Suk C, Mitsuyo H, Makoto S. Degradation Characteristics of Hydrogen Sulfide, Methanethiol, Dimethyl Sulfide and Dimethyl Disulfide by Thiobacillus Thioparus DW44 Isolated From Peat Biofilter. Direct E, editor. TOKIO: Journal of Fermentation and Bioengineering; 1991.
54. Kohl A, Nielsen R. Gas Purification. Houston - Texas: Library of Congress Cataloging-in- Publication Data; 1997.
55. Masuda J, Fukuyama J, Fujii S. Ozone Injection into an Activated Carbon Bed to Remove Hydrogen Sulfide in the Presence of Concurrent Substances. London: Journal of the Air & Waste Management Association; 2011.
56. Cáceres M, Silva J, Morales M, San Martín M, Aroca G. Kinetics of the Bio-Oxidation of Volatile Reduced Sulphur Compounds in a Biotrickling Filter. Technology B, editor. Valparaíso: Elsevier. Science Direct; 2012.
57. Canales P, Borquez B,VJ, Hoehn M. La Contaminación por Olores y su Regulación en la Legislación Nacional y Extranjera. España y Alemania. Santiago de Chile:

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile; 2007.

58. Reza R, Cox HJ, Deshusses MA, Schroeder ED. Literature Review of Air Pollution Control Biofilters and Biotrickling Filters for Odor and Volatile Organic Compound Removal. Riverside - California: Environmental Progress. American Institute of Chemical Engineers; 2005.
59. García-Peña E, Flores E, Zárate-Segura P. El Uso de la Biofiltración para la Eliminación de Diversos Contaminantes en Fase Gaseosa. Biotecnología-IPN 1dBUPII, editor. México, D.F.: Departamento de Bioprocesos. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología; 2008.
60. Ramírez D, García E. Control y Eliminación de Compuestos Volátiles Provenientes de un Digestor Anaerobio Mediante Biofiltración. México D.F.: Instituto Politécnico Nacional- Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología; 2007.
61. Mullol J, Miret I. Olfato y sus Receptores, la Historia de un Nobel. Barcelona: Acta Otorrinolaringol; 2004.
62. Valverde F. Estructura de la Corteza Cerebral. Madrid: Revisiones en Neurociencia; 2002.
63. Etcheverry GJ. El cerebro que Huele. Premio Nobel de Fisiología o Medicina 2004 Buenos Aires: MEDICINA (Buenos Aires); 2005.
64. Aubry C, Balty I, González M, Guillemly N, Hédilen G. Endotoxines en milieu de Travail. Origine et Propriétés Toxiques des Endotoxines. Métrologie. París: Documents pour le Medecine du Travail. Institut National de Recherche et de Sécurité pour la Prévention des Accidents du Travail et des Maladies Professionnelles.; 2011.
65. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Ficha Toxicológica para el Ácido Sulfhídrico.
66. Toxnet. Ficha Toxicológica para el Ácido Sulfhídrico.
67. United States. Department of Health and Human Services. Guía de Salud Ocupacional para el Sulfuro de Hidrógeno: National Institute for occupational Safety and Health - NIOSH. Centers for Disease Control.
68. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Sulfuro de Dimetilo.

69. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Dicloruro de Azufre.
70. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Etil Mercaptano.
71. New Jersey Department of Health and Senior Services. Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas.
72. Toxnet. Ficha Toxicológica para el Etilmercaptano.
73. Trasmerquim. Hoja de Datos de Seguridad MASS para el Etil Mercaptano.
74. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Propil Mercaptano.
75. Toxnet. Ficha Toxicológica para el Propil Mercaptano.
76. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el n-Butil Mercaptano.
77. Red de Intercambio de Información Química. Hoja de Seguridad Química para el n-Butil Mercaptano. Bolivia.
78. Chevron Phillips Chemical. Ficha de Datos de Seguridad para el n-Butil Mercaptano.
79. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Amoníaco.
80. Material Safety Data Sheet. Hoja de Seguridad Química del Amoníaco.
81. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Ficha Toxicológica para el Amoníaco.
82. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para Monometilamina.

83. Toxnet. Ficha Toxicológica para Metilamina.
84. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Acetaldehído.
85. Toxnet. Fichas Toxicológicas para el Ácido Butírico.
86. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Ácido Butírico.
87. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Etilacrilato.
88. Toxnet. Ficha Toxicológica para el Etilacrilato.
89. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el 2-Clorofenol.
90. Toxnet. Ficha Toxicológica para el 2-Clorofenol.
91. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Estireno.
92. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Ficha Toxicológica para el Estireno.
93. Toxnet. Fichas Toxicológicas para el Estireno.
94. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Nitrobenceno.
95. Toxnet. Ficha Toxicológica para Nitrobenceno.
96. Campagna D, Kathman SJ, Pierson R, Inserra SG, Phifer BL, Middleton DC, et al. Ambient hydrogen sulfide, total reduced sulfur, and hospital visits for respiratory diseases in northeast Nebraska. Nebraska: Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology; 2004.

97. White MC, Berger-Frank SA, Middleton DC, Falk H. Asthma Occurrence - Community Concerns about Asthma and Air Toxics. Atlanta: Environmental Health Perspectives - PubMed - CDC; 2002.
98. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. ATSDR. A Panel Study of Acute Respiratory Outcomes. Staten Island, New York: Landfill Gas Primer - An Overview for Environmental Health Professionals. Appendix C: Health Studies Related to Landfill Gas Exposures; 1999.
99. Lang ME, Jager RA. Odor Control for Municipal Sludge Composting New Hampshire: BioCycle. Pro Quest; 1992.
100. Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. Relleno Sanitario Doña Juana. Plan Director. Bogotá D.C.; 2011.
101. Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Sostenible. Decreto 4688 de 2005.
102. Instituto Nacional de Salud. INS. Ficha de Notificación de Intoxicación con Sustancias Químicas Bogotá D.C.: Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública. Sus¿bsistema de información SIVIGILA.; 2010.
103. Colombia. Congreso de Colombia. Ley 99 de 1993.
104. Hernaiz GC. "Primeras consideraciones sobre Jurisprudencia y Legislación en Relación con la Contaminación Olorífica. Madrid: 10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 10); 2010.
105. Ospina FE, Ramírez GE, Toro MV. Implementación del Método de Monitoreo y Análisis de Olores Ofensivos en dos Localidades del Valle de Aburrá Afectadas por el Procesado de Sebo. Medellín: Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Valle; 2011.
106. Moraza IE, Arias R. Contaminación por olores. Cataluña: Ingeniería Química; 2008.
107. Iglesias A. Contaminación atmosférica por olores: unas técnicas de medida avanzadas y una legislación específica inexistente. 9a Cumbre de Desarrollo Sostenible. España.; 2009.
108. La contaminación por olores en España.; 2009.
109. Verein Deutscher Ingenieure. Effects and Assessment of Odours Psychometric. Assessment of Odour Annoyance Berlín: VDI Richtlinien; 1997.

110. Argentina. Gobernación de la Provincia de Buenos Aires. Decreto 3395 Buenos Aires - Argentina; 1996.
111. Colombia. Imprenta Nacional de Colombia. Diario Oficial de Colombia.
112. Colombia. Alcaldía Mayor de Bogotá. Régimen Legal de Bogotá D.C.: Propiedad de la Secretaría General de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
113. Organización Panamericana de la Salud. Indicadores de Salud: Elementos Básicos para el Análisis de la Situación de Salud: Boletín Epidemiológico Vol 22, No 4. Dic. 2001.; 2001.
114. Congreso Nacional de Medio Ambiente, Consejería de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana. Guía Técnica para la Gestión de las Emisiones Odoríferas Generadas por las Explotaciones Ganaderas Intensivas. Valencia-España: Centro de Tecnologías Limpias; 2008.
115. Toxnet. Ficha Toxicológica para el Sulfuro de Dimetilo.
116. Smith HO. The Quarterly. The London, Texas, School Disaster. Texas.: NFPA. National Fire Protection Agency; 1937.
117. Gustsche CD. Fundamentos de química orgánica. Barcelona: Reverté; 1979.
118. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Metil Mercaptano.
119. New Jersey Department of Health and Senior Services. Hoja Informativa sobre Sustancias Peligrosas.
120. Toxnet. Ficha Toxicológica para el Acetaldehído.
121. World Health Organization, United Nations Environmental Program, International Programme on Chemical Safety, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Ficha Internacional de Seguridad Química para el Ácido Butírico.
122. Vrijheid M. Health Effects of Residence Near Hazardous Waste Landfill Sites: a Review of Epidemiologic Literature London: Environmental Epidemiology Unit, Department of Public Health and Policy, London School of Hygiene and Tropical Medicine. Environmental Health Perspectives; 2000.
123. Colombia. Imprenta Nacional de Colombia. Diario Oficial 47186 de noviembre 27

de 2008.

124. Colombia. Imprenta Nacional de Colombia. Diario Oficial No. 41.876, del 5 de junio de 1995.
125. Colombia. Imprenta Nacional de Colombia. Diario Oficial No. 42.688, de 17 de enero de 1996.
126. Organización Panamericana de la Salud.. Comunicación Eficaz con los Medios de Comunicación Durante las Emergencias De Salud Pública: Manual de la OMS.; 2005.
127. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.PS/OMS. Comunicación de Riesgos y Brotes: Disponible en: http://new.paho.org/hq/index.php?option=com_content&task=view&id=1940&Itemid=1923&lang=es; 2011.
128. Organización Panamericana de la Salud, Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades. Guía para la Elaboración de la Estrategia de Comunicación de Riesgos. ; 2011.
129. Organización Panamericana de la Salud. Indicadores de Salud: Elementos Básicos para el Análisis de la Situación de Salud.: Boletín Epidemiológico Vol 22, No 4. Dic. 2001.; 2001.

ANEXO 1. PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS ASOCIADAS A OLORES OFENSIVOS

A.1.1. Gases y Líquidos Inorgánicos, Compuestos de Azufre Reducido S-2

Los TRS (Total Reduced Sulfur Compounds - Compuestos Totales de Azufre Reducido) corresponden a la concentración de sulfuro reducido (S^{2-}) en el aire, proveniente de ácido sulfhídrico, metil mercaptano, sulfuro de dimetilo, disulfuro de dimetilo, etc. Los monitoreos de aire realizados en Estados Unidos indican que el H_2S es el principal componente de los TRS, en las áreas cercanas a las curtiembres, plantas de cría y sacrificio de ganado vacuno, plantas de tratamiento de aguas residuales y rellenos sanitarios (96).

A.1.1.1. Sulfuros

➔ *Sulfuro de Hidrógeno o Ácido Sulfhídrico. (65), (66)*

El sulfuro de hidrógeno H_2S , anhídrido sulfúrico o ácido sulfhídrico es un gas incoloro, altamente inflamable y explosivo; se produce naturalmente por descomposición anaerobia de materia orgánica y durante ciertos procesos industriales. El ácido sulfhídrico en su estado natural es levemente más pesado que el aire y puede acumularse en espacios cerrados y mal ventilados. Tiene un característico olor a huevos podridos, detectable a concentraciones tan bajas como 0,05 a 0,08 ppb (umbral de percepción) según lo estipulado por la norma ATSDR; el umbral del olor es mucho más bajo que el máximo establecido por la EPA (20 ppm). Sin embargo, aunque su olor es fácilmente identificable, puede ocurrir fatiga al olor por exposición a altas concentraciones y a bajas concentraciones continuas. Debido a esto, el olor no es un indicativo confiable de su presencia y puede no proporcionar una advertencia adecuada de concentraciones peligrosas. A una concentración de 150 ppm, el nervio olfativo se paraliza (114).

El sulfuro de hidrógeno, es una sustancia química en la cual el azufre se encuentra en su mínimo estado de oxidación (- 2, reducido); si se encuentra en disolución acuosa, es un ácido hidrácido, en el cual no está presente el oxígeno. La expresión sulfuro de hidrógeno no es la correcta, puesto que la terminación “uro” se refiere a sales haloideas como los cloruros, fluoruros, etc. Sin embargo, es el nombre generalmente conocido. Sus principales sales son los sulfuros (sales neutras) que se producen por reacción del ácido sulfhídrico con compuestos de carácter metálico (como el sulfuro de sodio), no metálico (como el dicloruro de azufre) o con compuestos orgánicos (como el sulfuro de dimetilo) (11).

El ácido sulfhídrico, naturalmente, es un constituyente de las emisiones volcánicas, del gas natural, del petróleo y de todas las sustancias orgánicas en descomposición anaerobia bajo la acción de numerosas especies de bacterias (por ejemplo *proteus vulgaris*), hongos y actinomicetos. El gas se produce en las estaciones de limpieza de aguas a concentraciones entre 1 a 2 ppm en medio agrícola; el gas proviene de la fermentación de los cereales en los silos, de las porquerizas industriales y de los desechos biológicos de los animales. La concentración promedio de sulfuro de hidrogeno en el aire es del orden de 0,0002 a 0,001 ppm; las emisiones naturales son del orden de 100 a 200 millones de toneladas por año. También está asociado con alcantarillas municipales, plantas para el tratamiento de desagües, operaciones de manejo de cerdos y abonos y operaciones relacionadas con pulpa de madera y papel. También puede existir en pantanos, lagunas o aguas estancadas, desagües, estanques de harina o de aceite de pescado. En la boca y en el tracto gastrointestinal hay bacterias que producen ácido sulfhídrico al degradar materiales que contienen proteínas de origen animal o vegetal. El ácido sulfhídrico es uno de los componentes principales del ciclo natural del azufre (64), (114).

➔ **Sulfuro de Dimetilo:**

Estado natural: Líquido combustible, volátil, entre incoloro y amarillo, de olor desagradable. Se usa como odorante de gases, como impregnador de catálisis, como solvente y como agente saborizante de alimentos (115).

➔ **Dicloruro de Azufre:**

El dicloruro de azufre es un líquido humeante aceitoso, de color ámbar a rojo, con olor picante; se usa para la elaboración de tinturas de azufre, insecticidas y caucho sintético; también se usa para endurecer maderas blandas y como materia prima intermedia para fabricación de sustancias orgánicas (69).

A.1.1.2. Mercaptanos

Los mercaptanos (tioles) son compuestos orgánicos que contienen diferentes proporciones de azufre en su estructura química. Su estructura general es R-SH. Son los compuestos de azufre análogos a los alcoholes (R-OH). Son las sustancias que se emplean para dar olor al gas combustible (metano o gas natural, propano), lo que permite detectar fugas, debido a su olor desagradable, ya que en sí, el metano y el propano no tienen un olor característico. El término mercaptano viene del latín *mercurius captans*, que significa 'capturado por mercurio', debido a que el grupo -SH se une fuertemente al elemento mercurio. Muchos tioles son líquidos incoloros que tienen un olor parecido al del ajo. El olor de tioles es a menudo fuerte y repulsivo, en particular los de bajo peso

molecular. Los tioles se unen fuertemente a las proteínas de la piel y son responsables de los olores producidos por los zorrillos. Los distribuidores de gas natural comenzaron añadiendo diversas formas de tioles picantes, por lo general etanotiol o tert-butiltiol, al gas natural que es inodoro, después de la explosión de 1937 en el New London School en New London, Texas que causó la muerte de 294 personas (116). Los tioles son también responsables de una clase de fallas en los vinos causados por la reacción no deseada entre el azufre y la levadura. Los mercaptanos, típicamente usados en la odorización de gas natural son ter-butil mercaptano, n-propil mercaptano, isopropil mercaptano y sec-butil mercaptano. Se forman naturalmente como producto de la putrefacción de todas las materias orgánicas que contienen azufre; se encuentran en el petróleo, aceites pesados y bitúmenes. Todos poseen un olor pútrido a “repollo podrido” percibido a muy baja concentración de 0,01 a 0,0001 ppm según el derivado; los mercaptanos se emplean como antioxidantes del caucho y como intermediarios de síntesis en la industria farmacéutica, fitosanitaria (producción de carbamatos y triazinas) y en la industria agroalimentaria. Los mercaptanos son producidos durante la fabricación de la pasta de papel por el proceso kraft (0,02 a 3,7 ppm) y durante la combustión del polipropileno (neopreno); están presentes a bajas concentraciones en la atmósfera de las estaciones de purificación de agua (10), (117).

➔ **Metil mercaptano: (118), (119).**

El metil mercaptano (o metanotiol) es un gas incoloro, de olor parecido a repollo podrido, es más pesado que el aire y puede acumularse en espacios confinados, particularmente en sótanos y a nivel del suelo. Es una sustancia natural que se encuentra presente en la sangre, el cerebro y en otros tejidos de los seres humanos y de animales. Se libera por descomposición de materia fecal de animales. Ocurre en forma natural en algunos alimentos, tales como ciertas nueces y queso. El metil mercaptano es liberado por materia orgánica en descomposición en pantanos y está presente en el gas natural de ciertas regiones, en alquitrán mineral y en ciertos crudos del petróleo. También es liberado como producto de descomposición de madera en molinos de pulpa. Es usado en la industria de plásticos, en pesticidas, y como aditivo en combustible de aviones de reacción. Junto con otros mercaptanos, el metilmercaptano es utilizado como aditivo para detectar otros compuestos de bajo nivel de volatilidad o para provocar una más fácil detección en el caso de escapes que puedan producir efectos dañinos (por ejemplo en el caso de escape o fuga de gas propano o natural, su comportamiento inerte le convierte en un elemento imprescindible para su detección). Se origina en el medio ambiente, donde se incorpora procedente de diversos orígenes, como el formar parte de las emisiones de gas en las zonas próximas a explotaciones de gas natural o procedente de los propios alimentos. Tanto a partir del suelo, como el liberado directamente a la atmósfera se incorporan al medio ambiente o a través de su disolución en agua y se ve afectado por la descomposición que provoca la luz.

Está presente en el organismo humano (orina y heces) y también es uno de los causantes de la halitosis; las bacterias presentes en la boca llevan a cabo la descomposición de proteínas con la producción de aminoácidos como la cisteína y metionina, que tienen en común la presencia de azufre y se libera metilmercaptano, productor del mal olor. En el organismo humano se presenta el fenómeno de fatiga al olor, por lo cual, generalmente la persona que lo padece no lo siente. En el caso del pie de atleta, se genera, además del metilmercaptano, el ácido isovalérico. Los procesos de degradación que suceden en el cuerpo humano, generalmente ocurren en condiciones anaerobias, y son causadas por bacterias Gram negativas, tal como ocurre con la placa bacteriana de la boca, en la cual se genera además ácido sulfhídrico. Las sales de cinc o de estaño en los dentífricos son un remedio aconsejable, ya que interfieren con las enzimas de las bacterias que originan la producción del metilmercaptano y por tanto contribuye a disminuir la generación.

El metil mercaptano es liberado al aire tanto de fuentes naturales como industriales. La luz solar puede degradarlo a otras sustancias. La mayoría del metil mercaptano liberado al ambiente pasa al aire. El metil mercaptano puede formarse en el agua por reacciones químicas. Se ha encontrado metil mercaptano en por lo menos 2 de los 1.300 sitios de la Lista de Prioridades Nacionales identificados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

➡ ***Etil mercaptano: (70), (73).***

El etilmercaptano (o etanotiol) es un líquido incoloro a amarillo claro, de olor picante fuerte, extremadamente inflamable. El etilmercaptano se usa como odorante para el Gas Licuado del Petróleo GLP y como materia prima para la fabricación de adhesivos y estabilizadores. Ocurre de manera natural en algunos vegetales (como el repollo), productos de excreción de los mamíferos, gas de estiércol proveniente de corrales de animales domésticos, en el petróleo crudo y en el gas natural.

➡ ***Propil mercaptano: (74)***

El propil mercaptano (n-propil mercaptano o propanotiol) es un líquido incoloro, de olor característico, que se encuentra asociado al gas producido durante la descomposición de estiércol de bovinos y heces de diversos animales domésticos, en algunos aceites crudos y en los productos volátiles de la cebolla y bulbos de plantas relacionadas, formándose por procesos biológicos.

➡ ***Butil mercaptano: (76), (77)***

El butil mercaptano es un líquido volátil, entre incoloro y amarillo, de olor repulsivo. Se emplea como producto intermedio y como solvente en la industria. También se usa como

repelente en agricultura y como odorante del gas natural y propano. Se libera al ambiente proveniente la descomposición de residuos orgánicos. También se encuentra, junto con otros mercaptanos, en residuos animales, especialmente en criaderos de cerdos.

A.1.1.3. Gases derivados del Nitrógeno:

➔ *Amoníaco: (79), (80)*

El amoníaco es un gas irritante y oloroso, que contiene en su estructura química nitrógeno e hidrógeno (NH_3). Su carácter alcalino lo hace una sustancia reactiva, que además de generar olores ofensivos está catalogada como peligrosa por su toxicidad. Se encuentra de manera natural en el agua, suelo, animales y plantas. Forman parte de fluidos corporales como la orina en los animales y es la principal fuente de nitrógeno que requieren los seres vivos. Tanto el amoníaco como sus derivados amoniacaes generan unos olores desagradables y se producen durante la descomposición de materia orgánica. Tiene una gran importancia en la emisión de olores por residuos orgánicos o de procesos de cría, alimentación y sacrificio de animales, especialmente de cerdos; se encuentra en el ambiente en el aire, el suelo, el agua, los animales y las plantas.

El amoníaco es la materia prima para la fabricación del ácido nítrico. Una vez que se expone al aire, el amoníaco líquido se transforma rápidamente a gas y pasa a su estado iónico. El amoníaco es un gas incoloro de olor muy penetrante. Esta forma del amoníaco se conoce también como amoníaco gaseoso o amoníaco anhidro ("sin agua"). El amoníaco gaseoso puede ser comprimido y bajo presión puede transformarse en un líquido. La mayoría de las personas está familiarizada con el olor del amoníaco debido a su uso en sales aromáticas, detergentes de uso doméstico y productos para limpiar vidrios. El amoníaco se disuelve fácilmente en agua. Esta forma se conoce también como amoníaco líquido, amoníaco acuoso o solución de amoníaco. En agua, la mayor parte del amoníaco se transforma en la forma iónica del amoníaco, conocida como iones de amonio, representada por la fórmula NH_4^+ . El amoníaco en estado líquido es muy poco conductor de la electricidad. En éste estado el amoníaco se emplea como refrigerante y como disolvente.

Aminas Alifáticas:

➔ *Monometilamina: (82)*

La monometilamina o metilamina es un gas incoloro, alcalino, de olor característico, derivado del amoníaco, donde un átomo de H se reemplaza por un grupo metilo. Tiene un fuerte olor similar al pescado. Es la amina primaria más sencilla. Se suele distribuir en disolución de metanol, etanol y agua o como gas anhidro, en forma licuada, en

contenedores metálicos presurizados. Industrialmente, la metilamina se distribuye en su forma anhidra en tanques presurizados transportados por ferrocarril o carretera. La metilamina se emplea como materia prima de síntesis de muchos otros compuestos comercialmente disponibles, por lo que se fabrican cientos de millones de kilogramos cada año. Son intermediarias en la síntesis de medicamentos, de pesticidas, de detergentes, de cosméticos, de suavizantes, de catalizadores de resinas de polimerización y de materiales plásticos. Su pirolisis genera gases cáusticos como óxidos de nitrógeno y amoníaco y gases tóxicos como monóxido de carbono y ácido cianhídrico.

A.1.2. Ácidos Orgánicos y Derivados

➔ *Acetaldehído: (84), (120).*

El acetaldehído (etanal o etilaldehído) es un líquido o gas incoloro de olor picante; el vapor es más denso que el aire y puede extenderse a ras del suelo. Se genera en muchos procesos metabólicos y por tanto se produce en todos los organismos vivos. Cuando los procesos de fermentación desempeñan una función en la producción de alimentos y bebidas, la concentración de acetaldehído aumenta de forma considerable. Se ha encontrado acetaldehído en el vino, en concentraciones de hasta 100 mg/L y en la cerveza hasta 20 mg/l.

El acetaldehído es producido industrialmente por oxidación del etileno. Es un intermediario en la síntesis de ácido acético y paracético. Es utilizado en la producción de resinas, como solvente (furfural) y desinfectante. Está presente en los humos de combustión, los gases de escape de los carros y en el humo del cigarrillo.

➔ *Ácido Butírico: (121)*

El ácido butírico, también conocido como ácido n-butanóico, ácido etil acético, ácido 1-propanocarboxílico es un líquido aceitoso incoloro, de olor característico, penetrante, como a mantequilla rancia. Tiene un carácter moderadamente ácido, reacciona con oxidantes fuertes y ataca a los metales. Se encuentra en algunas grasas en pequeñas cantidades, como la mantequilla. Es un producto final de la fermentación de carbohidratos por los microorganismos del rumen.

➔ *Etilacrilato: (87)*

El etilacrilato es un líquido incoloro de olor acre; es un éster del ácido 2-propenoico o ácido acrílico; es un monómero usado ampliamente en la industria de fabricación de resinas sintéticas y adhesivos.

A.1.3. Compuestos Aromáticos y Derivados:

➔ Clorofenol: (89)

El clorofenol (2-clorofenol u orto-clorofenol) es un líquido combustible, de color ámbar brillante, corrosivo, ligeramente soluble en agua, de olor característico. El vapor es más denso que el aire; en caso de incendio se desprenden gases tóxicos e irritantes; por encima de 64° C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire. La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo humos tóxicos y corrosivos de cloro y ácido clorhídrico. Reacciona con oxidantes. Es usado como antiséptico, y en la producción de antisépticos, de algunos insecticidas (organofosforados) y en la síntesis de colorantes; un inadecuado control puede resultar en la liberación al medio ambiente a través de distintas fuentes de agua residual.

➔ Estireno: (91), (92)

El estireno es un líquido incoloro de olor dulce que se evapora fácilmente. A menudo contiene otras sustancias químicas que le otorgan un olor penetrante desagradable. El estireno se usa extensamente en la manufactura de plásticos y caucho. Entre los productos que contienen estireno se incluyen material aislante, fibra de vidrio, cañerías de plástico, partes de automóviles, zapatos, envases para alimentos y el reverso de alfombras.

Es un hidrocarburo aromático obtenido por deshidrogenación catalítica del etilbenceno. El estireno interviene en la síntesis de copolímeros y elastómeros. La concentración promedio de esta sustancia en el aire de las ciudades es del orden de 1 microgramo/m³ (0,3 a 4 microgramos/m³). Esta concentración resulta de las emisiones industriales y cerca del 30% de los gases de escape de los carros. Sin embargo la concentración puede ser mayor al interior de las viviendas debido al tabaquismo (aporte de 6 a 20 microgramos /cigarrillo) y la eliminación que se presenta de este monómero por el uso de los materiales aislantes en poliestireno. La concentración en el agua de distribución es generalmente inferior a 1 microgramo/l. Trazas de estireno se encuentran naturalmente presentes en ciertos alimentos como fresas, carnes, legumbres secas, pollo frito, café, cerveza y el vino.



➔ Nitrobenceno: (94)

El nitrobenceno es un líquido aceitoso, amarillo pálido, de olor característico, soluble en agua. Es un químico sintético, no ocurre de forma natural. Se usa principalmente en la síntesis de anilina y como químico intermedio para la producción de poliuretano.

La tabla A1 resume las propiedades de las sustancias químicas estudiadas en el presente documento.




Tabla A. 1. Propiedades de las sustancias químicas generadoras de olores ofensivos.

GRUPO	NOMBRE DE LA SUSTANCIA	FÓRMULA QUÍMICA	T° DE EBULLICIÓN	T° DE FUSIÓN	PRESIÓN DE VAPOR	DENSIDAD RELATIVA DEL LÍQUIDO (Agua=1)	DENSIDAD RELATIVA DEL GAS O VAPOR (Aire=1)	DENSIDAD RELATIVA DE LA MEZCLA VAPOR AIRE (Aire=1)	SOLUCIBILIDAD EN AGUA
LÍQUIDOS Y GASES INORGÁNICOS Y COMPUESTOS DE AZUFRE REDUCIDO S ²⁻	SULFUROS	Sulfuro de Hidrógeno o Ácido Sulfídrico		60,3 °C (a 760 mm Hg)	mayor a 760 mmHg a 68°C		1,2		ligeramente soluble en agua (0,4% a 20°C)
		Sulfuro de Dimetilo	37°C	-98°C	53,2 kPa a 20°C	0,85	2,1	1,6 a 20°C	Ninguna
		Dicloruro de azufre o Dicloruro de monoazufre		-78°C	23 kPa (442 mm Hg) a 20°C	1,6	3,6	1,5 a 20°C	
	MERCAPTANOS	Metilmercaptano Metanotiol	-123°C	5,96°C			1,77 a 15°C		6,070 cm ³ /l a 25°C
		Etil mercaptano o Etanotiol	35°C	-144,4°C	589 kPa (442 mm Hg) a 20°C	0,839	2,14	1,5 a 20°C	0,68 g/100 ml a 20°C. Poco soluble en agua fría
		Propil mercaptano, n-propilmercaptano o n-propanotiol	-113°C	68°C	20,7 kPa a 25°C	0,839	2,63	1,101 a 20°C	0,190 g/100 ml a 25°C
		Butil mercaptano, n-butil mercaptano o n-butanotiol	98°C	-116°C	4 kPa a 20°C	0,839	3,1	1,2 a 20°C	0,06 g/100 ml
	GASES DERIVADOS DEL NITRÓGENO	Amoniac	NH ₃ en solución acuosa, en su forma iónica NH ₄ ⁺	-33,5°C (a 760 mm Hg)	-78°C	6,660 mm Hg a 21°C		0,597 (a 760 mm Hg y 21°C)	862 vol/vol (760 mm Hg) y 0°C)
		Monometilamina	CH ₃ -NH ₂ /CH ₅ N	-6°C	-94°C	290 kPa a 20°C	0,66	1,07	108 g/100 ml a 20°C

GRUPO	NOMBRE DE LA SUSTANCIA	FÓRMULA QUÍMICA	T° DE EBULLICIÓN	T° DE FUSIÓN	PRESIÓN DE VAPOR	DENSIDAD RELATIVA DEL LÍQUIDO (Agua=1)	DENSIDAD RELATIVA DEL GAS O VAPOR (Aire=1)	DENSIDAD RELATIVA DE LA MEZCLA VAPOR AIRE (Aire=1)	SOLUCIBILIDAD EN AGUA
ÁCIDOS ORGÁNICOS Y DERIVADOS	Acetaldehído o etanal	CH ₃ -CHO	21°C	-123°C		0,78			
	Ácido butírico, ácido n-butanóico, ácido etil acético o ácido 1-propanocarboxílico	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -COOH	164°C	-7,9°C	57 Pa a 20°C	0,96	3		Miscible
	Etil acrilato	CH ₂ CHCOOC ₂ H ₅	99°C	-71°C	3,9 kPa a 20°C	0,92	3,45		1,5 g/100 ml a 20°C
COMPUESTOS AROMÁTICOS Y DERIVADOS	Clorofenol		175°C	9°C	230 Pa a 20°C	1,262	4,4		Moderada 2,85 g/100 ml a 20°C
	Estireno, vinilbenceno, etenilbenceno, cinameno o feniletileno	 -CH=CH ₂	145°C	-30,6°C	0,67 kPa a 20°C	0,91	3,6		Solubilidad en agua: moderada 0,03 g/100 ml a 20°C
	Nitrobenceno	 -NO ₂	211°C	5°C	20 Pa a 20°C	1,2	4,2	1,9 a 20°C	0,2 g/100 ml

Fuente: autores 2012. Extractado de las fichas toxicológicas y de seguridad de las diferentes sustancias.

ANEXO 2. ENCUESTA DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS DE LOS OLORES OFENSIVOS EN LA ALUD Y LA CALIDAD DE VIDA.

 Libertad y Orden Ministerio de Salud y Protección Social República de Colombia	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ	 Organización Panamericana de la Salud <small>Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud</small>	ENCUESTA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LOS OLORES OFENSIVOS EN LA SALUD Y CALIDAD DE VIDA DE LAS COMUNIDADES EXPUESTAS EN ÁREAS URBANAS
			ACTA N° _____
EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO: _____ Municipio _____ Departamento _____ Fecha: Día _____ Mes _____ Año _____ Motivo de la Queja: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____			
1. DATOS BÁSICOS DEL ENCUESTADO			
1.1. Dirección de Unidad Habitacional _____ 1.2. Estrato 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 1.3. Barrio _____ 1.4. Localidad-Comuna _____ 1.5. Otro _____ 1.6. Acceso a servicios públicos: 1.6.1. Acueducto <input type="checkbox"/> 1.6.2. Alcantarillado <input type="checkbox"/> 1.6.3. Energía <input type="checkbox"/> 1.6.4. Gas natural <input type="checkbox"/> 1.6.5. Teléfono <input type="checkbox"/> 1.7. Teléfono Celular _____ Teléfono Fijo _____ 1.8. Tipo de Unidad Habitacional Casa <input type="checkbox"/> Apartamento <input type="checkbox"/> Inquilinato <input type="checkbox"/> Habitación <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> 1.9. Uso de Unidad Habitacional Residencial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Institucional <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>			
2. CONDICIÓN DE SALUD			
2.1. Nombre Completo _____ 2.2. No. de Identificación CC <input type="checkbox"/> TI <input type="checkbox"/> CE <input type="checkbox"/> _____ 2.3. Ocupación _____ 2.4. Sexo F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> 2.5. Edad (años cumplidos) _____ 2.6. Tiempo de residencia en la zona (años) _____ 2.7. Grupo étnico Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cual? _____ 2.8. Acceso a SGSS: <input type="checkbox"/> 2.8.1. Régimen Contributivo <input type="checkbox"/> 2.8.2. Régimen Subsidiado <input type="checkbox"/> 2.8.3. ARS <input type="checkbox"/> 2.8.4. Otro <input type="checkbox"/> 2.9. ¿Cómo considera su estado general de salud? Muy bueno <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Muy malo <input type="checkbox"/> 2.10. Padece usted alguna enfermedad Crónica? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cuál? _____ 2.11. Tiene alguna discapacidad? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cuál? _____ 2.12. ¿Ha presentado alguna enfermedad el último mes? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cuál? _____ 2.13. ¿Ha consumido algún medicamento el último mes? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cuál? _____ Este medicamento es permanente? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> 2.14. ¿Fuma? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cuantos? _____ Diario <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Ocasional <input type="checkbox"/>			

3. PERCEPCIÓN DEL IMPACTO DEL OLOR EN LA SALUD																																																															
3.1. ¿Por lo que usted ha estudiado o escuchado, que relación tienen los olores ofensivos sobre la salud? Son perjudiciales para la salud <input type="checkbox"/> No esta demostrado/No es seguro que perjudique la salud <input type="checkbox"/> No son perjudiciales para la salud <input type="checkbox"/>																																																															
3.2. ¿Cree usted que la exposición a los olores ofensivos podrían relacionarse con problemas de salud ? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____																																																															
3.3. ¿ A qué grupo de población cree usted que afecta más los olores ofensivos? Niños (<14) <input type="checkbox"/> Adolescentes (14-17) <input type="checkbox"/> Jovenes (18-26) <input type="checkbox"/> Adultos (27-59) <input type="checkbox"/> Adultos Mayores (> 60) <input type="checkbox"/>																																																															
3.4. ¿Usted realiza alguna acción para protegerse de los olores ofensivos? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____																																																															
4. PERCEPCIÓN DEL OLOR OFENSIVO																																																															
4.1. Frecuencia, Intensidad y Duración del Olor (FIDO)																																																															
4.1.1. Frecuencia del olor Con respecto al olor que usted percibe, la frecuencia del mismo es: Puntual <input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/>	4.1.2. Intensidad del olor Con respecto al olor que usted percibe, la intensidad del mismo es: Muy Fuerte <input type="checkbox"/> Fuerte <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Débil <input type="checkbox"/> Muy Débil <input type="checkbox"/>	4.1.3. Duración del olor Con respecto al olor que usted percibe, la duración del mismo es: 1 minuto <input type="checkbox"/> 10 minutos <input type="checkbox"/> 1 hora <input type="checkbox"/> 4 horas <input type="checkbox"/> > 12 horas <input type="checkbox"/>																																																													
4.1.4. Clasificación del olor según tablas FIDO: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Muy ofensivo <input type="checkbox"/></td> <td style="width: 50%;">Desagradable <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Ofensivo <input type="checkbox"/></td> <td>No desagradable <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Muy ofensivo <input type="checkbox"/>	Desagradable <input type="checkbox"/>	Ofensivo <input type="checkbox"/>	No desagradable <input type="checkbox"/>																																																								
Muy ofensivo <input type="checkbox"/>	Desagradable <input type="checkbox"/>																																																														
Ofensivo <input type="checkbox"/>	No desagradable <input type="checkbox"/>																																																														
5. PERCEPCIÓN DEL IMPACTO A LA SALUD Y CALIDAD DE VIDA																																																															
5.1. Para los siguientes síntomas o molestias indique con que frecuencia los presenta (Utilice la siguiente escala, 1= Diario 2=Cada semana 3=Cada mes 4=Pocas veces 5=Nunca):																																																															
5.1.1. ESTADO DE ÁNIMO Estresado <input type="checkbox"/> Enojado, de mal humor <input type="checkbox"/> Cansado, confuso, agotado <input type="checkbox"/> Triste, melancólico, infeliz <input type="checkbox"/> Nervioso, ansioso <input type="checkbox"/> 5.1.2. IRRITACIÓN DE LAS MUCOSAS Ardor en los ojos <input type="checkbox"/> Picazón en la Nariz <input type="checkbox"/> 5.1.3. VÍAS RESPIRATORIA SUPERIORES Tos <input type="checkbox"/> Dificultad para Respirar <input type="checkbox"/> Flujo Nasal <input type="checkbox"/> Dolor de Garganta <input type="checkbox"/> 5.1.7. OTROS <input style="width: 50px;" type="text"/>	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <th style="text-align: left; padding-bottom: 5px;">OBSERVACIONES</th> <th style="width: 50px;"></th> <th style="text-align: left; padding-bottom: 5px;">OBSERVACIONES</th> <th style="width: 50px;"></th> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Diarrea</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Nausea</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Vómito</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px 0;">5.1.5. PIEL</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Comezón en la piel</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Forúnculos en la piel</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Irritación de la piel</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Erupción en la piel</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px 0;">5.1.6. OTROS</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Sensación de Malestar General</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Jaqueca</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Mareos o Vahídos</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;">Zumbido en los oídos</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>			OBSERVACIONES		OBSERVACIONES			<input type="checkbox"/>	Diarrea	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Nausea	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Vómito	<input type="checkbox"/>	5.1.5. PIEL					<input type="checkbox"/>	Comezón en la piel	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Forúnculos en la piel	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Irritación de la piel	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Erupción en la piel	<input type="checkbox"/>	5.1.6. OTROS					<input type="checkbox"/>	Sensación de Malestar General	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Jaqueca	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Mareos o Vahídos	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Zumbido en los oídos	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES		OBSERVACIONES																																																													
	<input type="checkbox"/>	Diarrea	<input type="checkbox"/>																																																												
	<input type="checkbox"/>	Nausea	<input type="checkbox"/>																																																												
	<input type="checkbox"/>	Vómito	<input type="checkbox"/>																																																												
5.1.5. PIEL																																																															
	<input type="checkbox"/>	Comezón en la piel	<input type="checkbox"/>																																																												
	<input type="checkbox"/>	Forúnculos en la piel	<input type="checkbox"/>																																																												
	<input type="checkbox"/>	Irritación de la piel	<input type="checkbox"/>																																																												
	<input type="checkbox"/>	Erupción en la piel	<input type="checkbox"/>																																																												
5.1.6. OTROS																																																															
	<input type="checkbox"/>	Sensación de Malestar General	<input type="checkbox"/>																																																												
	<input type="checkbox"/>	Jaqueca	<input type="checkbox"/>																																																												
	<input type="checkbox"/>	Mareos o Vahídos	<input type="checkbox"/>																																																												
	<input type="checkbox"/>	Zumbido en los oídos	<input type="checkbox"/>																																																												
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>																																																												




6. OBSERVACIONES

7. OBSERVACIONES DEL ENCUESTADO

8. ACCIONES A DESARROLLAR			
No se logró identificar la problemática	<input type="checkbox"/>		
Se remite el caso a la autoridad ambiental	<input type="checkbox"/>		
Se debe iniciar IVC a empresas generadoras	<input type="checkbox"/>		
Se debe intensificar la vigilancia centinela	<input type="checkbox"/>		
Se debe declarar emergencia sanitaria	<input type="checkbox"/>		
La ESE debe realizar gestión con otra(s) entidad(es)	INVIMA <input type="checkbox"/> ICA <input type="checkbox"/>	ESP <input type="checkbox"/> POLICÍA <input type="checkbox"/>	ALCALDÍA LOCAL O MUNICIPAL <input type="checkbox"/> Otra (s) _____
Otras acciones a desarrollar	_____ _____ _____ _____		

9. FUNCIONARIOS QUE REALIZAN LA VISITA	10. QUIEN ATIENDE LA VISITA
Nombre _____ Cargo _____ Firma _____ Nombre _____ Cargo _____ Firma _____ Nombre _____ Cargo _____ Firma _____	Nombre _____ Número de documento _____ Firma _____

ANEXO 3. ACTA DE ATENCIÓN A QUEJAS RELACIONADAS CON OLORES OFENSIVOS

 Libertad y Orden Ministerio de Salud y Protección Social República de Colombia	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ	 Organización Panamericana de la Salud <small>Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud</small>	ACTA DE ATENCIÓN A QUEJAS RELACIONADA CON EXPOSICIÓN A OLORES OFENSIVOS. ENCUESTA DE PERCEPCIÓN.
---	---	---	---

ACTA N° _____

EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO: _____ N° RADICADO: _____

Municipio _____ Departamento _____

Fecha: Día _____ Mes _____ Año _____ Fecha de radicación de la Queja: Día _____ Mes _____ Año _____

Motivo de la Queja: _____

1. DATOS BÁSICOS DEL PETICIONARIO

Llene los espacios o marque con una X según corresponda.

1.1. Nombre Completo _____ **1.2.** No. de Identificación CC TI _____

1.3. Ocupación _____ **1.4.** Sexo M F **1.5.** Edad (años cumplidos) _____

1.6. Tiempo de residencia en el sector afectado por olores ofensivos (en años) _____ **1.7.** Horas al día de permanencia en la zona _____

1.8. Tabla Habitantes en la Unidad Residencial

No	NOMBRE COMPLETO	SEXO		EDAD Años	PARENTESCO	OCUPACION	TIEMPO DE PERMANENCIA EN LA UNIDAD (horas/día)
		F	M				
1							
2							
3							
4							
5							
6							

1.9. Tabla Población Habitantes en la Unidad Residencial




ETAPA CICLO VITAL	SEXO		TOTAL
	FEMENINO	MASCULINO	
INFANCIA (< 14)			
ADOLESCENTES (14-17)			
JOVENES (18-26)			
ADULTO (27-59)			
ADULTOS MAYORES (> 60)			
TOTAL			

2. DATOS BÁSICOS DE LA UNIDAD HABITACIONAL (UH)									
2.1. Dirección de Unidad Habitacional <input style="width: 90%;" type="text"/>									
2.2. Estrato 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/>									
2.3. Barrio <input style="width: 50%;" type="text"/>			2.4. Localidad-Comuna <input style="width: 40%;" type="text"/>				2.5. Otro <input style="width: 50%;" type="text"/>		
2.6. Acceso a servicios públicos: 2.6.1. Acueducto <input type="checkbox"/> 2.6.2. Alcantarillado <input type="checkbox"/> 2.6.3. Energía <input type="checkbox"/> 2.6.4. Gas natural <input type="checkbox"/> 2.6.5. Teléfono <input type="checkbox"/>									
2.7. Teléfono Celular <input style="width: 40%;" type="text"/>					Teléfono Fijo <input style="width: 40%;" type="text"/>				
2.8. Tipo de Unidad Habitacional Casa <input type="checkbox"/> Apartamento <input type="checkbox"/> Inquilinato <input type="checkbox"/> Habitación <input type="checkbox"/> Otro <input style="width: 20%;" type="text"/>									
2.9. Uso de Unidad Habitacional Residencial <input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Institucional <input type="checkbox"/> Dotacional <input type="checkbox"/> Otro <input style="width: 20%;" type="text"/>									
3. PERCEPCIÓN DEL IMPACTO DEL OLOR EN LA SALUD									
3.1. ¿Por lo que usted ha estudiado o escuchado, que relación tienen los olores ofensivos sobre la salud?									
Son perjudiciales para la salud <input type="checkbox"/> No esta demostrado/No es seguro que perjudique la salud <input type="checkbox"/> No son perjudiciales para la salud <input type="checkbox"/>									
3.2. ¿Cree usted que la exposición a los olores ofensivos podrían relacionarse con problemas de salud ? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe <input type="checkbox"/> ¿Cuál? <input style="width: 20%;" type="text"/>									
3.3. ¿A qué grupo de población cree usted que afecta más los olores ofensivos?									
Niños (<14) <input style="width: 20%;" type="text"/>		Adolescentes (14-17) <input style="width: 20%;" type="text"/>		Jovenes (18-26) <input style="width: 20%;" type="text"/>					
Adultos (27-59) <input style="width: 20%;" type="text"/>		Adultos Mayores (> 60) <input style="width: 20%;" type="text"/>							
3.4. ¿Usted realiza alguna acción para protegerse de los olores ofensivos? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Cuál? <input style="width: 20%;" type="text"/>									
4. INFORMACIÓN DE LA FUENTE DE OLORES OFENSIVOS EN LA ZONA									
4.1. Tipo de Fuente de Olores Ofensivos									
4.1.1. Industria o actividad económica <input type="checkbox"/>									
4.1.2. Área contaminada con Olores Ofensivos <input type="checkbox"/>									
4.1.3. Fuentes naturales intervenidas que generen olores ofensivos (describa) <input style="width: 80%;" type="text"/>									
4.1.4. Otro <input style="width: 80%;" type="text"/>									
4.2. Tipo de Industria o Actividad Económica (Si marcó 3.1.1.)									
4.2.1. Planta de Tratamiento de Agua Residual <input type="checkbox"/>					4.2.8. Elaboración de Productos Lácteos, <input type="checkbox"/>				
4.2.2. Relleno Sanitarios y Sitio de Disposición de Residuos <input type="checkbox"/>					4.2.9. Elaboración de Productos de Café <input type="checkbox"/>				
4.2.3. Cría y Sacrificio de Animales <input type="checkbox"/>					4.2.10. Fabricación de Resinas Sintéticas y Adhesivos <input type="checkbox"/>				
4.2.4. Industria de Procesamiento de Curtido y Terminado de Cueros <input type="checkbox"/>					4.2.11. Fabricación de Antisépticos e Insecticidas <input type="checkbox"/>				
4.2.5. Industria de Subproductos de Origen Animal y Vegetal <input type="checkbox"/>					4.2.12. Fabricación de Plásticos y Cauchos <input type="checkbox"/>				
4.2.6. Industria Petroquímica y de Explotación de Gas Natural <input type="checkbox"/>					4.2.13. Fabricación de Abonos y Compuestos Orgánicos Nitrogenados <input type="checkbox"/>				
4.2.7. Industria de Pulpas de Madera y Fabricación de Papel, Cartón, Celulosa <input type="checkbox"/>					4.2.14. Otro <input style="width: 40%;" type="text"/>				
4.3. Ubicación									
4.3.1. Dirección <input style="width: 60%;" type="text"/>					4.3.2. Barrio <input style="width: 20%;" type="text"/>			4.3.3. UPZ <input style="width: 20%;" type="text"/>	
4.4. Descripción General Fuente Generadora:									
<input style="width: 95%;" type="text"/>									
<input style="width: 95%;" type="text"/>									
<input style="width: 95%;" type="text"/>									

5. MAPA DE PROXIMIDAD A LA FUENTE Y OBSERVACIONES			
5.1. Ubicación Geografica	5.1.1. Altitud (msnm) <input style="width: 80px;" type="text"/>	5.1.2. Latitud <input style="width: 80px;" type="text"/>	5.1.3. Longitud <input style="width: 80px;" type="text"/>
5.2. Mapa Entorno de la Fuente			
5.3. Descripción _____ <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div> <div style="border-bottom: 1px solid black; height: 15px; margin-top: 5px;"></div>			
6. PERCEPCIÓN DEL IMPACTO DEL OLOR EN LA SALUD			
6.1. ¿Por lo que usted ha estudiado o escuchado, que relación tienen los olores ofensivos sobre la salud?			
Son perjudiciales para la salud <input type="checkbox"/> No esta demostrado/No es seguro que perjudique la salud <input type="checkbox"/> No son perjudiciales para la salud <input type="checkbox"/>			
6.2. ¿Cree usted que la exposición a los olores ofensivos podrían relacionarse con problemas de salud ? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No sabe <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____			
6.3. ¿A qué grupo de población cree usted que afecta más los olores ofensivos?			
Niños (<14) <input style="width: 40px;" type="text"/> Adolescentes (14-17) <input style="width: 40px;" type="text"/> Jóvenes (18-26) <input style="width: 40px;" type="text"/>			
Adultos (27-59) <input style="width: 40px;" type="text"/> Adultos Mayores (> 60) <input style="width: 40px;" type="text"/>			
6.4. ¿Usted realiza alguna acción para protegerse de los olores ofensivos? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____			
7. CARACTERÍSTICA DEL OLOR			
7.1. Frecuencia, Intensidad y Duración del Olor (FIDO)			
7.1.1. Frecuencia del olor	7.1.2. Intensidad del olor	7.1.3. Duración del olor	
Con respecto al olor que usted percibe, la frecuencia del mismo es:	Con respecto al olor que usted percibe, la intensidad del mismo es:	Con respecto al olor que usted percibe, la duración del mismo es:	
Puntual <input type="checkbox"/>	Muy Fuerte <input type="checkbox"/>	1 minuto <input type="checkbox"/>	
Trimestral <input type="checkbox"/>	Fuerte <input type="checkbox"/>	10 minutos <input type="checkbox"/>	
Mensual <input type="checkbox"/>	Moderado <input type="checkbox"/>	1 hora <input type="checkbox"/>	
Semanal <input type="checkbox"/>	Débil <input type="checkbox"/>	4 horas <input type="checkbox"/>	
Diario <input type="checkbox"/>	Muy Débil <input type="checkbox"/>	> 12 horas <input type="checkbox"/>	
7.2. Clasificación del olor según tablas FIDO:			
Muy ofensivo <input type="checkbox"/>	Desagradable <input type="checkbox"/>		
Ofensivo <input type="checkbox"/>	No desagradable <input type="checkbox"/>		

7. OBSERVACIONES	
<div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div>	
8. OBSERVACIONES DEL PETICIONARIO	
<div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div>	
9. ACCIONES A REALIZAR CON BASE EN LA EVIDENCIA	
<div>9.1. Se remite a la autoridad ambiental</div> <div>9.2. Amerita desarrollar vigilancia centinela en la población expuesta</div> <div>9.3. No se evidencia problemática por contaminación por olores</div> <div>9.4. Se deben iniciar actividades de Inspección, Vigilancia y Control</div> <div>9.5. Se debe realizar gestión con otra entidades</div>	<div><div><div><div></div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div><div><div>INVIMA</div><div>ICA</div></div><div><div></div><div></div></div><div><div>Empresa de acueducto</div><div>Policia</div></div><div><div></div><div></div></div><div><div>Alcaldía Local o Municipal</div><div>Otra(s)</div></div><div><div></div><div></div></div></div> <div><div>OBSERVACIONES</div><div></div><div></div><div></div></div>
10. FUNCIONARIOS QUE REALIZAN LA VISITA	11. QUIEN ATIENDE LA VISITA
<div>Nombre</div> <div>Cargo</div> <div>Firma</div> <div>Nombre</div> <div>Cargo</div> <div>Firma</div> <div>Nombre</div> <div>Cargo</div> <div>Firma</div>	<div>Nombre</div> <div>Número de documento</div> <div>Firma</div>

ANEXO 4. ACTA DE VISITA A ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE OLORES OFENSIVOS

 Libertad y Orden Ministerio de Salud y Protección Social	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ	 Organización Panamericana de la Salud <small>Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud</small>	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: 80%;"> ACTA DE VISITA A ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE OLORES OFENSIVOS. </div>																																																															
EMPRESA SOCIAL DEL ESTADO: _____		ACTA No _____																																																																
1. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA		MUNICIPIO O LOCALIDAD _____																																																																
Nombre de la Empresa _____ NIT _____ Dirección _____ Barrio _____ Teléfono _____ Fax _____ e-mail _____ Representante Legal _____ Documento de Identidad _____ Persona que atiende la visita _____ Documento de Identidad _____ Actividad Económica _____ <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Vivienda Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> </div>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">VISITAS REALIZADAS</th> <th style="width: 15%;">VISITA</th> <th style="width: 10%;">DÍA</th> <th style="width: 10%;">MES</th> <th style="width: 10%;">AÑO</th> <th style="width: 45%;">CONCEPTO</th> </tr> <tr> <td></td> <td>Inicial</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1er Control</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2do Control</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>Supervisión</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">MOTIVO DE LA VISITA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Visita de oficio <input type="checkbox"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Notificación comunitaria <input type="checkbox"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Asociada a brote <input type="checkbox"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Solicitud del interesado <input type="checkbox"/> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Solicitud oficial <input type="checkbox"/> </div> </div>		VISITAS REALIZADAS	VISITA	DÍA	MES	AÑO	CONCEPTO		Inicial						1er Control						2do Control						Supervisión																																					
VISITAS REALIZADAS	VISITA	DÍA	MES	AÑO	CONCEPTO																																																													
	Inicial																																																																	
	1er Control																																																																	
	2do Control																																																																	
	Supervisión																																																																	
2. ASPECTOS A VERIFICAR 1 - Cumple completamente. 2 - Cumple parcialmente. 3 - No Cumple. 4 - No Aplica. 5 - No Observado																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 35%;">CONDICIONES LOCATIVAS</th> <th colspan="5">Calificación - Cumplimiento</th> <th rowspan="2" style="width: 30%;">Observaciones y Recomendaciones por Sección o Área</th> </tr> <tr> <th style="width: 5%;">1</th> <th style="width: 5%;">2</th> <th style="width: 5%;">3</th> <th style="width: 5%;">4</th> <th style="width: 5%;">5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Paredes</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Techos</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Escaleras / Rampas / Vías de Acceso</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ventilación</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Iluminación</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Zona de Almacenamiento</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>						CONDICIONES LOCATIVAS	Calificación - Cumplimiento					Observaciones y Recomendaciones por Sección o Área	1	2	3	4	5	Paredes							Techos							Escaleras / Rampas / Vías de Acceso							Ventilación							Iluminación							Temperatura							Zona de Almacenamiento						
CONDICIONES LOCATIVAS	Calificación - Cumplimiento						Observaciones y Recomendaciones por Sección o Área																																																											
	1	2	3	4	5																																																													
Paredes																																																																		
Techos																																																																		
Escaleras / Rampas / Vías de Acceso																																																																		
Ventilación																																																																		
Iluminación																																																																		
Temperatura																																																																		
Zona de Almacenamiento																																																																		

CONDICIONES DE SEGURIDAD	Calificación - Cumplimiento					Observaciones y Recomendaciones por Sección o Área
	1	2	3	4	5	
Ubicación y distribución de maquinaria y equipos						
Estado de maquinaria y equipos						
Mantenimiento de equipos						
Señalización y demarcación de áreas						
Sistemas contra incendio						
Equipos de protección personal						
Sistema eléctrico						
Sistema de conducción de líquidos y gases						
Botiquín de primeros auxilios						
CONDICIONES SANITARIAS	Calificación - Cumplimiento					Observaciones y Recomendaciones por Sección o Área
	1	2	3	4	5	
Disponibilidad de agua potable			3			
Almacenamiento y distribución de agua potable						
Servicios sanitarios por género						
Vestieros						
Condiciones de aseo						
Almacenamiento y disposición de residuos sólidos						
Vertimiento de residuos líquidos/ tratamiento previo						
Emisiones de gases o vapores al ambiente						
Presencia de polvos o gases orgánicos e inorgánicos						
Presencia de olores, gases, humos, otros						
Manejo integrado de vectores						
Manejo de control de olores						
HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL	Calificación - Cumplimiento					Observaciones y Recomendaciones por Sección o Área
	1	2	3	4	5	
Afiliación de los trabajadores a ARP						
Afiliación de los trabajadores a SGSS						
Programa de salud ocupacional						
Medicina del trabajo						
Ruido						
Vibración						
GESTIÓN DEL RIESGO	Calificación - Cumplimiento					Observaciones y Recomendaciones por Sección o Área
	1	2	3	4	5	
Planes de emergencia implementados						
Programas de capacitación en gestión de emergencias						
Comunicación adecuada de riesgo y zonas de peligro						
Áreas de carga y descarga de sustancias peligrosas						
Sistemas de contención de derrames						
Capacitación en el manejo de sustancias peligrosas						
Rotulado y etiquetado de sustancias peligrosas						
Áreas de almacenamiento de sustancias peligrosas						

3. SUSTANCIAS QUÍMICAS ALMACENADAS MENSUALMENTE

Nombre comercial	Nombre Genérico	Código ONU	Estado			Cantidad Mensual
			Sólido	Líquido	Gas o vapor	

4. RESIDUOS PELIGROS GENERADOS MENSUALMENTE

Nombre Comercial	Nombre Genérico	Código ONU	Estado			Cantidad Mensual
			Sólido	Líquido	Gas o vapor	

5. USO O GENERACIÓN DE SUSTANCIAS QUÍMICAS ASOCIADAS A OLORES OFENSIVOS

Durante el proceso productivo se emplean sustancias asociadas a olores ofensivos

Si

☐

No

☐

Ácido sulfhídrico

☐

Propil mercaptano

☐

Etil acrilato

☐

Sulfuro de Dimetilo

☐

Amoníaco

☐

Clorofenol

☐

Dicloruro de azufre.

☐

Monometilamina

☐

Estireno

☐

Metil Mercaptano

☐

Acetaldehído

☐

Estireno

☐

Etil mercaptano

☐

Ácido butírico

☐

Nitrobenzeno

☐

Otros

Durante el proceso productivo se generan sustancias asociadas a olores ofensivos		Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
	Cantidad/Mes		Cantidad/Mes		Cantidad/Mes
Ácido sulfhídrico	<input type="text"/>	Propil mercaptano	<input type="text"/>	Ácido butírico	<input type="text"/>
Sulfuro de Dimetilo	<input type="text"/>	Butil mercaptano	<input type="text"/>	Etil acrilato	<input type="text"/>
Dicloruro de azufre.	<input type="text"/>	Amoníaco	<input type="text"/>	Clorofenol	<input type="text"/>
Metil Mercaptano	<input type="text"/>	Monometilamina	<input type="text"/>	Estireno	<input type="text"/>
Etil mercaptano	<input type="text"/>	Acetaldehído	<input type="text"/>	Nitrobenceno	<input type="text"/>
Otros:	<input type="text"/>		<input type="text"/>		<input type="text"/>

Durante el proceso productivo:				Cantidad/mes
Se generan residuos sólidos orgánicos	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se generan residuos sólidos con contaminantes químicos olorosos	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se realiza tratamiento de residuos sólidos con contenido orgánico	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se generan residuos líquidos con contenido orgánico o químico	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se almacenan líquidos con contenido orgánico o químico	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se realiza tratamiento de aguas residuales o corrientes líquidas con contenido orgánico	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se realiza biofiltración de corrientes líquidas	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se realiza filtración de corrientes gaseosas previo a su emisión a la atmósfera	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se realiza secado de lodos con contenido orgánico	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se generan gases con contaminantes olorosos	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se realiza biofiltración de corrientes gaseosas	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se realiza tratamiento anaerobio de efluentes sólidos o líquidos	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se realiza vertimiento de aguas residuales a cuerpos de agua sin tratamiento previo	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>
Se emiten gases contaminantes olorosos a la atmósfera sin tratamiento previo	Si	<input type="text"/>	No	<input type="text"/>

6. EVALUACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS, POTENCIALES DE GENERACIÓN DE OLORES OFENSIVOS

1 - Cumple completamente. 2 - Cumple parcialmente. 3 - No Cumple. 4 - No Aplica. 5. No Observado

DESCRIPCIÓN	Calificación - Cumplimiento					Hallazgos
	1	2	3	4	5	
Chimeneas						
Equipos, recipientes de proceso con sustancias olorosas						
Pozos de secado de lodos						
Vertederos						
Piscinas de almacenamiento de líquidos						
Biofiltros						
Tanques de compostaje						
Plantas de tratamiento de agua residual						
Floculadores, sedimentadores, filtros						
Reactores anaerobios						
Lechos de digestión de compuestos orgánicos						
Biofiltros						
Reactores anaerobios						
Tuberías de conducción de efluentes olorosos						
Cajas, drenajes, rejillas, trampas de grasas, desagües						
Floculadores, sedimentadores, filtros, equipos de bombeo						
Revestimientos de Piscinas, lagunas, pozos, albercas.						
Sistemas de Recolección de lixiviados						
Filtros de efluentes gaseosos						
Filtros de efluentes líquidos						
Vertimiento a cuerpos de agua						
Sistemas de ventilación						
Cerramientos, aislamientos						
Tuberías de incineración de biogás						
Calderas, evaporadores, enfriadores						

7. ACCIONES A IMPLEMENTAR PARA REDUCIR LA GENERACIÓN DE OLORES OFENSIVOS CON BASE EN LOS HALLAZGOS

[illegible]

8. REQUERIMIENTOS DE INTERVENCIÓN DE LA AUTORIDAD AMBIENTAL O DE OTROS SECTORES (cuales)

[illegible]

9. OBSERVACIONES DE QUIEN ATIENDE LA VISITA

[illegible]

PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS ANTERIORES REQUERIMIENTOS SE CONCEDE UN PLAZO DE _____ DÍAS, CONTADOS A PARTIR DEL DÍA _____ DEL MES DE _____ DE _____, QUE VENCE EL DÍA _____ DEL MES DE _____ DE _____

DE ACUERDO CON LA LEY 9/1979 Y DECRETOS REGLAMENTARIOS, LEY 715 DE 2001, DECRETOS REGLAMENTARIOS Y DEMÁS DISPOSICIONES LEGALES VIGENTES.

10. CONCEPTO SANITARIO

CONCEPTO FAVORABLE

☐

SE APLAZA LA EMISIÓN DEL CONCEPTO

☐

DESFAVORABLE

☐

11. APLICACIÓN DE MEDIDAS SANITARIAS DE SEGURIDAD (ART. 576 LEY 9 DE 1979)

SI _____

NO _____

Medida(s) Sanitaria(s) Aplicada(s):

Clausura Temporal Total

☐

Suspensión Total de Trabajos o Servicios

☐

Clausura Temporal Parcial

☐

Destrucción o desnaturalización

☐

Suspensión Parcial de Trabajos o Servicios

☐

Congelación

☐

12. FUNCIONARIO DE SALUD

Firma

Nombre

Cédula

Cargo

Código

Institución

13. REPRESENTANTE DE LA EMPRESA

Firma

Nombre

Cédula

Cargo
