



## INFORME FINAL

## PROYECTO

“Propuesta y Recomendaciones de  
Metodologías de Medición de  
Olores”

## RESUMEN EJECUTIVO

La Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción ha sido contratada por la Comisión Nacional de Medio Ambiente para ejecutar el Proyecto "Propuesta y Recomendaciones de Metodologías de Medición de Olores". El proyecto tiene por objetivo principal avanzar en la gestión y control de olores molestos, en particular contar con anteproyectos de metodologías de medición de olores para iniciar procesos de elaboración de Normas Chilenas, NCh.

Los objetivos específicos del mismo son los siguientes:

- a) Contar con una propuesta de anteproyecto para la determinación de la concentración de olores por olfatometría dinámica, considerando como insumo la norma CEN-EN 13725:2003 u otra regulación internacional. Este anteproyecto debe dar cuenta sobre aspectos tales como: procedimiento para calibrar al grupo de expertos, preparación de materiales de laboratorio, entre otros. Una vez finalizado este anteproyecto, CONAMA lo presentará al Instituto Nacional de Normalización con objeto de avanzar en una NCh oficializada.
- b) Contar con una propuesta de anteproyecto preliminar para la metodología de medición de olores en terreno utilizando paneles de expertos considerando antecedentes y experiencia de la CEN-EN o como la alemana. Este anteproyecto preliminar debe dar cuenta de la metodología de medición en terreno dependiendo de la fuente emisora, el análisis estadístico y procesamiento de datos, entre otros.
- c) Contar con una propuesta de acciones a seguir y recomendaciones para avanzar en la gestión y control de olores molestos, en cuanto a diseño y actualización de inventarios de emisores de olores, el desarrollo de capacidades de monitoreo (análisis instrumental, olfatometría), la evaluación a través de modelación atmosférica, el apoyo comunitario a la identificación y vigilancia en terreno, el monitoreo de las propias industrias (autocontrol), el diseño, contenido e implementación de planes de reducción, la fiscalización a industrias.

En relación al análisis de la legislación internacional asociada a medición de olores molestos se puede señalar que este capítulo resume información disponible asociada a este tema. En este sentido, se revisaron normas, regulaciones y guías internacionales relacionadas con la determinación de concentración de olores por olfatometría dinámica y estática que sirvieron como referencia para la elaboración del anteproyecto de norma de olores.

A continuación se presenta un resumen de la legislación internacional en el tema de olores, los borradores de norma y los criterios utilizados:

País	Legislación Propia	Nombre Norma	Descripción
Holanda	No	Política de olor acumulativo y zonificación territorial	No especifica límites.
		Criterios	Límites de inmisión basados en Relaciones Dosis-Efecto. Principio ALARA "Nivel tan bajo como se posible".  Límites de inmisión en términos de concentración expresados como $uo_E/m^3$  Algunos límites para plantas de compostaje: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desechos verdes <math>\leq 1,5 uo_E/m^3</math>, 98%</li> <li>▪ Desechos orgánicos caseros <math>\leq 1,5 uo_E/m^3</math></li> </ul>
		NVN 2820. "Norma provisional de la calidad del Aire. Medición del olor sensorial mediante un olfatómetro"	Norma que describe un método de trabajo para determinar el umbral de olor y expresarlo como una concentración.
Alemania	No	30 BImSchV, "30 Ordenanza del acta de Control de Inmisiones en Instalaciones de Tratamiento de Residuos Biológicos"	Distancia mínima de la fuente de emisión es de 300 m.  Ej.: Concentración límite $< 500 uo_E$ emisión para fuentes en EDARs
		TA Luft, "Instrucción técnica Alemana en el control de la Calidad del Aire"	No hay regulación para limitar impacto de olor. Sólo se regula
		VDI 3881, Parte 1. "Olfatometría - Determinación del umbral de olor - Fundamentos"	Calibración de panelistas
		VDI 3881, Parte 2. "Olfatometría - Determinación del umbral de olor - Muestreo"	
		VDI 3940 "Determinación de Compuestos Odoríferos en el Aire Ambiente mediante visitas a Terreno"	Guía basada en la medición del porcentaje de tiempo del olor en puntos definidos de un lugar. Es un método para describir una situación existente.
GIRL "Guía sobre el Olor en el Aire Ambiente"	- Normaliza olores causados por instalaciones - Determina el impacto de olor como horas de olor por año (frecuencia de olor) -		
Irlanda	No	Base Legal: EPA 1992 IPPC. "Regulaciones para instalaciones con licencia IPPC"	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificación Fuente de Origen por Olfatometría.</li> <li>▪ Límites de inmisión para Ganadería, Compostaje etc., para: Instalaciones Nuevas: <math>\leq 30uo_E/m^3</math> a 98% Instalaciones Existentes: <math>\leq 6 uo_E/m^3</math> a 98%</li> </ul>
Reino Unido		IPC (Integrated Pollution and Control).	Estos reglamentos especifican los procesos industriales que están prescritos

País	Legislación Propia	Nombre Norma	Descripción
		<p>"Contaminación y Control Integrado para los procesos más complejos y contaminantes con emisiones al aire, suelo y agua".</p> <p>LAPC (Local Authority Pollution Control). "Autoridad Local para el control de la contaminación de pequeños procesos contaminantes que abarcan sólo emisiones a la atmósfera"</p>	<p>por el Secretario de Estado y como tal requieren de su autorización para operar</p>
España	No	Borrador de norma (Cataluña). "Anteproyecto borrador de Ley contra la Contaminación Odorífera"	<p>Establece valores objetivos de inmisión de olor aplicados a zonas residenciales como por ejemplo:</p> <p>Actividades de gestión de residuos: 3 <math>uo_E/m^3</math></p> <p>Actividades ganaderas: 5 <math>uo_E/m^3</math></p> <p>Hornos de pan, pastelería y galletas: 7 <math>uo_E/m^3</math></p>
Australia	No	Políticas	Los australianos generalmente tienen la responsabilidad de establecer políticas de calidad del aire para el olor.
	Si	AS/NZS 4323.3:2001. "Emisiones de Fuentes estacionarias - Determinación de la concentración de olor por olfometría dinámica"	Norma que especifica un método para medir la concentración de olores de sustancias puras, mezclas de gases odorantes definidas e indefinidas en el aire o nitrógeno, utilizando la olfometría dinámica.
Panamá	No	Anteproyecto de Norma. "Normas para el Control de Olores Molestos"	Norma que tiene como objetivo, servir como un marco de referencia obligatorio para el Control de Olores Molestos de la República de Panamá.
Turquía	No	Borrador de Reglamento LIFE 00/TCY/TR/000009. "Política de Gestión de Emisión e Inmisión de Olores en Turquía"	No existe un procedimiento legislativo específico para el manejo, gestión y tratamiento de olores.
Comunidad Europea (CE)	Si	CEN EN 13725:2004. "Calidad del aire - Determinación de la concentración de olor por olfometría dinámica"	Esta norma define un método para determinar la concentración de olor de una muestra gaseosa usando olfometría dinámica con evaluadores humanos y la velocidad de emisión de olores que emanan de fuentes puntuales, fuentes superficiales con flujo al exterior y sin flujo al exterior. La aplicación principal es proporcionar una base común para la evaluación de las emisiones de olor en los Estados Miembros de la Unión Europea

Otra parte del trabajo se centró en la elaboración de una propuesta de anteproyecto de norma de olores que define una metodología para la selección y preparación de

evaluadores humanos, a los que se les denominará panelistas. Las mediciones que podrán realizar los panelistas son: la determinación de la concentración de olor de una muestra gaseosa usando olfatometría dinámica y estática en un laboratorio e intensidad y frecuencia de impacto de olor por medio de mediciones de olores en terreno.

Lo que se persigue con esta norma es seleccionar a evaluadores calificados o panelistas para la medición del impacto de olor en un área de evaluación mediante un conjunto de instrucciones.

El campo de aplicación de esta norma incluye:

- Selección y preparación de panelistas, para realizar mediciones utilizando olfatometría dinámica y estática.
- Selección y preparación de panelistas para realizar mediciones de olor en el aire ambiente por medio de inspecciones en terreno utilizando el método de la grilla, cuadrado o rejilla.

En relación a las propuestas de acciones a seguir para la gestión y control de olores molestos, se propone lo siguiente:

- Estudiar recomendaciones para las concentraciones límites de olor, medida en unidades de olor, tomando la muestra desde una fuente puntual.
- Estudiar recomendaciones de límites de frecuencia máxima, medida en el aire ambiente por medio de panelistas en terreno en un tiempo definido. Metodología adecuada en caso de problemas muy localizados.
- Aplicar encuestas reguladas a la población que habita en los sectores aledaños a una fuente que emite olores molestos. De acuerdo a la experiencia de aplicación de esta encuesta en Chile, ésta entrega información respecto de la intensidad de olor, la molestia producida por el olor y los efectos secundarios sobre los habitantes. Además, es posible conocer si las personas se encuentran afectadas por otro tipo de problema. Para definir el número de encuestas a realizar se calcula la muestra representativa por medio de datos estadísticos. La encuesta se realiza a diferentes personas durante una semana, cubriendo diferentes horas del día y distintos días de la semana. Esta encuesta se vuelve a repetir semanalmente a las mismas personas, teniendo en cuenta que se debe conservar para cada encuestado el mismo día y la misma hora de la semana anterior.
- Recopilación de información referente a reclamos de las comunidades por causa de olores molestos y realizar un análisis de esta información para poder vincular los reclamos con alguna fuente en particular.
- Concentraciones de olores límites, medidas en unidad de olor para fuentes puntuales, estas recomendaciones corresponden a Suiza y se obtuvieron luego de un amplio estudio donde se evaluaron emisiones de olor. Las fuentes puntuales se definen en clases, dependiendo del rango de unidades de olor que pueda ser medido:

**Valores recomendados para las emisiones de olor en concentraciones de olor [OU/m<sup>3</sup>].**

Clase	Rango	Efectos probables
I	< 100	Alta probabilidad de emisiones sin olor

Clase	Rango	Efectos probables
II	100 - 300	Alta probabilidad de emisiones sin olor si: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El aire residual es enviado a través de un ducto de chimenea</li> <li>• Las áreas residenciales están a más de 300 m de distancia</li> <li>• La carga potencial es baja</li> </ul>
III	300 – 1.000	Las emisiones de olor son posibles pero pueden ser evitadas por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar un ducto de chimenea más alto</li> <li>• Garantizar que las áreas residenciales están a más de 600 m de distancia</li> </ul>
IV	1.000 – 3.000	Las emisiones de olor son probables: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario un ducto muy alto</li> <li>• Se deben tomar medidas dentro de la planta</li> </ul>
V	> 10.000	Es necesario una purificación del aire residual

## INDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>2</b>
<b>INDICE</b>	<b>7</b>
<b>1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS Y OPERCIONALES</b>	<b>8</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>10</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL	10
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
<b>3. ALCANCE</b>	<b>11</b>
<b>4. ACTIVIDADES REALIZADAS</b>	<b>12</b>
4.1 REUNIÓN DE INICIO DEL PROYECTO	12
4.2 REVISIÓN DE NORMATIVA INTERNACIONAL.	12
4.3 REVISIÓN EXHAUSTIVA DE NORMATIVA INTERNACIONAL A FIN	13
4.4 REUNIONES ENTRE LAS PARTES	13
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>15</b>
5.1 ANÁLISIS DE LA REGULACIÓN INTERNACIONAL	15
5.2 BORRADOR DE PROPUESTA: "ANTEPROYECTO DE NORMA DE OLORES".	27
5.3 PROPUESTA DE ACCIONES A SEGUIR PARA LA GESTIÓN Y CONTROL DE OLORES MOLESTOS	87

## 1. ANTECEDENTES ADMINISTRATIVOS Y OPERACIONALES

Con fecha 31 de Diciembre de 2007 fue firmado el contrato entre la Comisión Nacional del Medio Ambiente y la Universidad de Concepción para realizar el estudio denominado "Propuesta y Recomendaciones de Metodologías de Mediciones de Olores", al cual concursó la Universidad de Concepción ante CONAMA con su propuesta técnico - económica presentada en Noviembre de 2007.

Durante el desarrollo del proyecto se sostuvieron las siguientes reuniones con la contraparte:

- Reunión N° 1: 11 de enero de 2008, en la cual se fijó fecha de comienzo del proyecto.
- Reunión N° 2: 25 de marzo de 2008, la contraparte presenta las observaciones al primer informe de avance.
- Reunión N° 3: 18 de abril de 2008, en la cual se aclaró la información a entregar en el segundo informe de avance.
- Reunión N° 4: 29 de abril de 2008, se discutieron los temas a tratar en el primer taller del proyecto.
- Reunión N° 5: 7 de mayo de 2008, se presentaron los temas del primer taller a exponer.
- Reunión N° 6: 22 de mayo de 2008, la contraparte presenta las observaciones al segundo informe de avance.

Este proyecto contempla la entrega de dos informes de avance y un informe final:

### 1º Informe de avance

El primer informe de avance fue entregado el día 3 de marzo de 2008, en el cual se presentó el desarrollo del primer objetivo específico, que fue contar con una propuesta de anteproyecto para determinar la concentración de olores por olfatometría dinámica, considerando como insumo la norma CEN-EN 13725:2003 u otra regulación internacional.

### 2º Informe de avance

El segundo informe de avance fue entregado el día 30 de abril de 2008, el cual mostró los resultados descritos en el segundo objetivo específico, el cual entregó un análisis de la normativa internacional relacionada con la metodología para medir olores en terreno utilizando paneles de expertos.

### Informe final

El informe final, el cual tiene como fecha de entrega el día 19 de junio de 2008, que contiene el borrador del anteproyecto de norma final de olores y contempla el tercer objetivo específico en el cual se proponen acciones y recomendaciones a seguir para avanzar en la gestión y control de olores molestos.

Adicionalmente contempla 2 talleres con el objetivo de dar a conocer las metodologías de medición de olores molestos utilizadas internacionalmente y cuales pueden ser



aplicadas a nivel nacional. El primer taller fue realizado el día 9 de mayo de 2008 y el segundo, que contará con la presencia del Sr. Markus Hangartner, experto en el tema de olores, será realizado el día 24 o 25 de julio de 2008.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Avanzar en la gestión y control de olores molestos, en particular contar con anteproyectos de metodologías de medición de olores para iniciar procesos de elaboración de Normas Chilenas, NCh.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- d) Contar con una propuesta de anteproyecto para la determinación de la concentración de olores por olfatometría dinámica, considerando como insumo la norma CEN-EN 13725:2003 u otra regulación internacional. Este anteproyecto debe dar cuenta sobre aspectos tales como: procedimiento para calibrar al grupo de expertos, preparación de materiales de laboratorio, entre otros. Una vez finalizado este anteproyecto, CONAMA lo presentará al Instituto Nacional de Normalización con objeto de avanzar en una NCh oficializada.
- e) Contar con una propuesta de anteproyecto preliminar para la metodología de medición de olores en terreno utilizando paneles de expertos considerando antecedentes y experiencia de la CEN-EN o como la alemana. Este anteproyecto preliminar debe dar cuenta de la metodología de medición en terreno dependiendo de la fuente emisora, el análisis estadístico y procesamiento de datos, entre otros.
- f) Contar con una propuesta de acciones a seguir y recomendaciones para avanzar en la gestión y control de olores molestos, en cuanto a diseño y actualización de inventarios de emisores de olores, el desarrollo de capacidades de monitoreo (análisis instrumental, olfatometría), la evaluación a través de modelación atmosférica, el apoyo comunitario a la identificación y vigilancia en terreno, el monitoreo de las propias industrias (autocontrol), el diseño, contenido e implementación de planes de reducción, la fiscalización a industrias.

### 3. ALCANCE

Durante el transcurso del proyecto existió una modificación de los objetivos específicos, los objetivos a y b se refundieron y el objetivo c quedó como originalmente se había planeado.

La fusión de los objetivos a y b da como resultado la elaboración de un sólo anteproyecto que consiste en la metodología para la calibración de un grupo de expertos, quienes estarán capacitados para la determinación de la concentración de olores por olfatometría dinámica y estática y para realizar mediciones olfatómicas de terreno utilizando el método de la grilla, cuadrado o rejilla. A su vez, este anteproyecto da las directrices para la construcción de un olfatómetro dinámico, que se utiliza para la medición de concentraciones de olores emitidas desde fuentes puntuales.

Por otro lado, el anteproyecto entrega la metodología para realizar las mediciones de concentración de emisión de olores utilizando un olfatómetro dinámico y la metodología para realizar las mediciones con panelistas en terreno de olores en el aire ambiente, para conocer su intensidad, la frecuencia de olor y su cualidad (definir a que corresponde el olor). Además, el anteproyecto entrega los ejemplos de cálculos para poder procesar los datos obtenidos durante las diferentes mediciones y poder obtener los resultados requeridos.

Finalmente, de acuerdo a lo requerido en el objetivo c, se propone una serie de acciones y recomendaciones a seguir para avanzar en la gestión y control de olores molestos.

Se quiere dejar en claro que la calibración de los panelistas que se describe en el anteproyecto es aplicable para evaluadores de terreno y para evaluadores que determinan concentraciones de olor en un olfatómetro.

Por otro lado, la metodología de medición de concentración de olores utilizando un olfatómetro, sólo es aplicable para ser determinada la emisión desde fuentes puntuales, no es aplicable a fuentes areales o grupales. Para este método no es recomendable medir menos de 10 unidades de olor, ya que el error dependerá de las características del olfatómetro (precisión de medidores de flujo) y de los sistemas para depurar el aire de mezcla.

La metodología de medición en terreno es aplicable para determinar la intensidad de olor, la frecuencia de olor y la calidad del olor en el aire ambiente.

Las dos metodologías pueden ser utilizadas para medir olores molestos desde cualquier actividad, sin embargo hay que tener presente que una metodología es para calidad del aire y la otra es para tomar muestras desde una chimenea y medir en un laboratorio la concentración de olor.

Existe una tercera metodología que no se encuentra incluida en este anteproyecto, que es la determinación de la intensidad y el grado de molestia causado por olores molestos, lo anterior es determinado a través de encuestas reguladas, que se aplica a los ciudadanos residentes del sector en conflicto.

## 4. ACTIVIDADES REALIZADAS

A continuación se presentan las actividades realizadas para el desarrollo del presente informe:

### 4.1 Reunión de Inicio del Proyecto

Esta reunión se realizó el 11 de enero de 2008, con el objetivo de discutir los términos de referencia del proyecto, las formas y metodologías a utilizar para medir los olores, definir las fechas de entrega de los informes, proponer fechas de talleres a realizar y se plantearon los objetivos específicos que requerían mayor atención.

### 4.2 Revisión de Normativa Internacional.

Se realizó una revisión general de normativa, regulaciones y guías internacionales relacionadas con la determinación de concentración de olores por olfatometría. Los documentos revisados fueron:

- ASTM D 1391-78 – Measurement of odor in atmospheres (dilution method), 1978, USA.
- ASTM E 544-75 – Standard practices for referencing suprathreshold odor intensity, 1975, USA.
- CEN-EN 13725:2003, Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry, European Committee for Standardization, Bélgica.
- DIN ISO 6879 – Air quality – Performance characteristics and related concepts for air quality measuring methods, 1995, Switzerland.
- VDI 3881 part 1 Olfactometry - Odour threshold determination – Fundamentals, Verein Deutscher Ingenieure, May 1986, Germany.
- VDI 3881 part 2 Olfactometry - Odour threshold determination – Sampling, Verein Deutscher Ingenieure, January 1987, Germany.
- VDI 3882 part 1 Olfactometry – Determination of odour intensity, Verein Deutscher Ingenieure, October 1992, Germany.
- VDI 3882 part 2 Olfactometry – Determination of hedonic odour tone, Verein Deutscher Ingenieure, September 1994, Germany.
- ISO 6658:2005 Sensory analysis - Methodology - General guidance.
- ISO 5496:2006 Analyse sensorielle -- Méthodologie -- Initiation et entraînement des sujets à la détection et à la reconnaissance des odeurs.
- AFNOR X-43-101. Method of the Measurement of the Odor of a Gaseous Effluent. Bureau de Normalisation, Paris, France, 1981, 1986.
- NVN 2820. Provisional Standard: Air Quality. Sensory Odour Measurement using an Olfactometer. Netherlands Normalization Institute, The Netherlands, March 1996.
- Standards Australia/ Standards New Zealand, 2001 Australian/ New Zealand, Standard 4323.3 - Stationary source emissions Part 3: Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. AS/NZS.
- ISO 8586-1:1993 (UNE 87024-1:1995), Sensory analysis -- General guidance for the selection, training and monitoring of assessors -- Part 1: Selected assessors.
- ISO 8586-2:1994 (UNE 87024-2:1996) Sensory analysis -- General guidance for

- the selection, training and monitoring of assessors -- Part 2: Experts.
- VDI 3940 – Determination of Odorants in Ambient Air by Field Inspections, 1993.
- Guideline on Odour in Ambient Air/GOAA – Determination and Assessment of Odour in Ambient Air, 2003.

#### 4.3 Revisión Exhaustiva de Normativa Internacional a fin

Se realizó una revisión exhaustiva de los siguientes documentos:

- CEN-EN 13725:2003, Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry, European Committee for Standardization, Bélgica.
- VDI 3881 part 1 Olfactometry - Odour threshold determination – Fundamentals, Verein Deutscher Ingenieure, May 1986, Germany.
- VDI 3881 part 2 Olfactometry - Odour threshold determination – Sampling, Verein Deutscher Ingenieure, January 1987, Germany.
- VDI 3882 part 1 Olfactometry – Determination of odour intensity, Verein Deutscher Ingenieure, October 1992, Germany.
- VDI 3882 part 2 Olfactometry – Determination of hedonic odour tone, Verein Deutscher Ingenieure, September 1994, Germany
- VDI 3940 – Determination of Odorants in Ambient Air by Field Inspections, 1993.
- Guideline on Odour in Ambient Air/GOAA – Determination and Assessment of Odour in Ambient Air, 2003.
- ISO 8586-1:1993 (UNE 87024-1:1995), Sensory analysis -- General guidance for the selection, training and monitoring of assessors -- Part 1: Selected assessors.
- ISO 8586-2:1994 (UNE 87024-2:1996) Sensory analysis -- General guidance for the selection, training and monitoring of assessors -- Part 2: Experts.
- ASTM D 1391-78 – Measurement of odor in atmospheres (dilution method), 1978, USA.

#### 4.4 Reuniones entre las partes

Se sostuvieron las siguientes reuniones:

- El 25 de marzo de 2008 para presentar las observaciones al primer informe de avance y se compromete entregar el primer informe corregido el día 31 de marzo de 2008.
- El 18 de abril de 2008 se tiene reunión con la contraparte para aclarar la información a entregar en el segundo informe de avance y lo que se espera

obtener como resultado total al final del proyecto.

- El 29 de abril de 2008 para discutir los temas a tratar en el primer taller del proyecto.
- El 07 de mayo de 2008 para presentar los temas del primer taller a exponer.
- El 22 de mayo de 2008 para presentar las observaciones al segundo informe de avance.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Análisis de la Regulación Internacional

A continuación se presenta un resumen de la normativa internacional relevante, la cual fue analizada y sirvió de alimentación para la elaboración del anteproyecto.

Posterior al resumen de cada norma, se presenta la información extraída y que fue utilizada en el presente estudio.

#### **UNE 13725**

Esta norma europea define un método para la determinación objetiva de la concentración de olor de una muestra gaseosa usando olfatometría dinámica con evaluadores humanos y de la velocidad de emisión de olores que emanan de fuentes puntuales. La aplicación principal es proporcionar una base común para la evaluación de las emisiones de olor en los Estados Miembros de la Unión Europea.

Esta norma europea es aplicable a la medida de la concentración de olor de sustancias puras, mezclas definidas y mezclas indefinidas de sustancias olorosas gaseosas en aire o nitrógeno, usando olfatometría dinámica con un panel de evaluadores humanos que son el sensor. La unidad de medida es la unidad de olor europea por metro cúbico: ouE/m<sup>3</sup>. La concentración de olor se mide determinando el factor de dilución requerido para alcanzar el umbral de detección. La concentración de olor en el umbral de detección es, por definición 1 ouE/m<sup>3</sup>. La concentración de olor se expresa, entonces, en términos de múltiplos del umbral de detección. El rango de medida es habitualmente de 10<sup>1</sup> ouE/m<sup>3</sup> a 10<sup>7</sup> ouE/m<sup>3</sup> (incluyendo predilución).

El campo de aplicación de esta norma europea incluye:

- la medida de la concentración másica del umbral de detección de las sustancias olorosas puras en g/m<sup>3</sup>;
- la medida de la concentración de olor de mezclas de sustancias olorosas en ouE/m<sup>3</sup>;
- la medida de la velocidad de emisión de emisiones olorosas de fuentes puntuales, incluyendo predilución durante el muestreo;
- el muestreo de sustancias olorosas de emisiones de alta humedad y temperatura (hasta 200 °C);
- la determinación de la efectividad de dispositivos de abatimiento usados para reducir las emisiones de olor, realizando mediciones antes y después del dispositivo.

La caracterización de las emisiones de olor requiere la medida detallada de la velocidad del gas, que debe realizarse de acuerdo a las normas pertinentes incluidas en las normas para consulta.

Además, esta norma indica las propiedades que deben tener los materiales de construcción del olfatómetro, el tipo de gases neutros que pueden ser utilizados, la sustancia olorosa que se utiliza para la calibración de los panelistas, las características

del equipo de olfatometría propiamente tal, las características de la habitación donde se realizan las mediciones con el olfatómetro.

Desde el punto de vista de los panelistas, se explican los criterios de preselección de personas, las pruebas para seleccionar la capacidad olfativa y finalmente se da a conocer el procedimiento de medición de las muestras de olor para la determinación de concentraciones en unidad de olor por metro cúbico.

*Esta norma sirvió de guía para la elaboración del anteproyecto y se utilizó su estructura. Se modificaron algunos puntos tal como la medición de flujos máxicos en chimeneas, ya que Chile tiene la Norma CH-5, que fue homologada de EPA-5, donde se describe este procedimiento. Algunos puntos de la estructura fueron ampliados utilizando el resto de la normativa internacional analizada y otros puntos fueron agregados para complementar el anteproyecto. Un punto importante que fue ampliado fue la metodología de medición de olores en terreno.*

### **NVN 2820**

Esta norma describe un método de trabajo para la determinación del umbral de olor de un material, para ser expresado como concentración y para determinar la concentración de sustancias que producen olor en el aire, expresadas como concentración en unidades de olor por volumen.

La norma aplica a la determinación de olor en el aire interno, externo y emisiones en el rango de concentración que va de 10 a varios millones de unidades de olor / m<sup>3</sup>. Se aplica también para determinar el umbral de olor de una sustancia en g/m<sup>3</sup>.

Los límites altos y bajos de la gama de concentración que puede ser medida, son determinados por un factor de dilución máxima y mínima respectivamente, el cual puede ser alcanzado usando un olfatómetro y un equipo de predilución, combinado con los requerimientos que están hechos para una serie de mediciones.

*De esta norma se obtuvo información que sirvió para reforzar algunos puntos del anteproyecto, ya que es muy similar a la norma EN 13725, pero incorporada al instituto de normalización de Holanda el año 1996. Primordialmente se reforzaron los puntos donde se hace referencia a la medición de olores utilizando la olfatometría dinámica en laboratorio.*

### **ANSI ASTM 1391-78**

Este estándar cubre la determinación del umbral de disolución de olores gaseosos descargados desde los procesos industriales, y puede ser usado para determinar el tipo de emisión de olor desde cañones de chimeneas y rejillas de ventilación. Provee un método para comparar la emisión de olores desde una misma fuente, bajo diferentes condiciones de operación y para evaluar la eficiencia del equipo de control de olor.



Este método depende del sentido del olfato del ser humano. El resultado esta sujeto a variación de persona a persona, o de una hora a otra para la misma persona. La precisión de los resultados puede ser incrementada, aumentando el número de panelistas.

La medición de olores es el primer problema en contaminación del aire por el cual la respuesta subjetiva de los sensores humanos continúa siendo, hasta ahora, la aproximación más fiable. En el presente, no hay conocimiento de propiedades físicas o químicas de materiales olorosos que fielmente correspondan con su olor, y el único método aceptado de medición de olores usa un panel de observadores humanos.

La técnica descrita asume que el umbral de disolución de olor es para ser medido sin considerar la identidad del material o los materiales causantes de olor o la concentración de estos olores en la muestra. No es tomado en cuenta el carácter del olor y en particular, si el olor es o no objetable.

Este método está basado en la disolución de muestras con aire en jeringas de vidrio.

*De este estándar se obtuvo información para ahondar en el capítulo de medición de concentración de olor en una habitación de olor, pero en este caso no se utiliza un olfatómetro dinámico, sino que es utilizada la olfatometría estática, utilizando jeringas de vidrio para la dilución y medición.*

### **AFNOR X-43-101.**

Esta norma de Francia explica la metodología para medir muestras olorosas a partir de efluentes gaseosos y utilizando un olfatómetro.

#### **Olfatómetro**

El flujo de aire máximo para respirar es 0.5-1dm<sup>3</sup>/s, con 2 minutos de pausa entre 2 muestras de olor. En caso de mediciones olfativas, la presión no puede variar en más de +- 5 hecto Pascales.

El objetivo es fijar un flujo constante de 0.5 a 1 dm<sup>3</sup>/s, p.e. 1.8 a 3.6 m<sup>3</sup>/hora. El diámetro del puerto de olor es entre 15-20 mm.

Materiales:

- Metal
- vidrio
- Politetrafuloretilen (PTFE)

#### **Selección de panelista**

- 16 panelistas si se necesita un resultado muy preciso
- 8 panelistas en caso común
- 4 panelistas en caso de comparaciones

Los panelistas tienen que reconocer 5 sustancias:

- 1-Butanol
- 2-Hexanona

- Piridina
- Propionsaure
- Tetrahydrothiophenol

Para cada sustancia el valor de umbral de olor de cada panelista tiene que estar entre 0.1-10 veces de valor promedio de umbral de olor.

Hay que chequear que la gente que no tenga sensibilidad, sean excluidos de la medición.

### **La medición**

#### **Punto cero y tiempos**

Hay que limpiar el aparato con gas libre de olor o disolventes.

Se comienza con una muestra muy diluida y se pregunta a los panelistas si sintieron algún olor, posteriormente se va aumentando la concentración de la muestra olorosa y se registra la concentración a la cual los panelistas van respondiendo afirmativamente. Si se quiere aumentar la dilución, hay que esperar al menos dos minutos entre 2 mediciones.

#### **Identificación del factor de dilución en umbral de olor**

Hay que medir la temperatura y la humedad de la habitación donde se hacen la mediciones de olor.

Hay que cuidar que los panelistas estén cómodos (posición del cuerpo), la habitación debe tener buena iluminación y poco ruido.

Se explica que cosas deben evitar los panelistas antes y durante las mediciones.

*De esta norma francesa se obtuvieron antecedentes para mejorar la estructura del anteproyecto en cuanto a metodologías de medición y flujos recomendados en un olfatómetro, sin embargo no se utilizan 5 compuestos para determinar la capacidad olfativa de los panelistas, ya que de acuerdo a la experiencia del experto internacional que está trabajando en este estudio, es muy estricto el método y es muy difícil de encontrar panelistas aptos.*

### **VDI 3881 Parte 1 y 2**

La olfatometría como método tiene 2 objetivos:

- Determinar la capacidad de sentido humano de oler, con concentraciones conocidas de odorantes, definidas como estímulos, variando en intensidad en una escala de incremento.
- Determinar concentraciones de odorantes desconocidas, con la ayuda del sentido humano como detector.

Las razones por la cual se desarrolla este método son:

- La necesidad de tener un método objetivo, que permita describir y evaluar la contaminación atmosférica por olores y crear así una base neutral y reproductiva de evaluación de olores con respecto al potencial malestar por olores.
- Las sensaciones de olor, pueden sentirse incluso cuando las concentraciones del odorante están por debajo del límite detectable mediante métodos de medición químicos y físicos.
- No existe una relación matemática que relacione la sensación de olor y la concentración del odorante, sin embargo, empíricamente, se puede determinar conociendo el umbral de olor de ciertos materiales.

El gas odorante no debe ser conocido por los panelistas, ni siquiera sus características, las cuales deben mantenerse intactas durante las mediciones.

### **Condiciones de contorno generales**

Muestreo dinámico: el olfatómetro está conectado al ducto de muestreo por una T.

Muestreo estático: Se conecta el recipiente al olfatómetro. Al introducir la muestra olorosa al recipiente, deben tenerse las siguientes consideraciones:

- La interacción entre la muestra y las superficies de la bolsa y la superficie de condensación.
- La condensación del odorante.
- La reacción entre los odorantes involucrados.

Dentro del proceso de introducción del gas odorante en el recipiente se deben observar los siguientes puntos:

- El sistema de muestreo debe ser inodoro.
- Debe evitarse la sorción (Procesos y reacciones que tienen lugar en los poros o en la superficie de un sólido. Su uso evita el problema de distinguir técnicamente entre absorción y adsorción.)
- Debe evitarse la formación de condensados.

Como consecuencia de los requerimientos anteriores, las áreas de contacto, al igual que la distancia y la duración de la transferencia de la muestra al recipiente deben ser minimizadas.

Esta regulación detalla la técnica de la olfatometría y los métodos de muestreo y análisis dinámico y estático.

*De esta regulación alemana se obtuvieron datos específicos para la determinación y medición de olores utilizando olfatometría estática.*

## **VDI 3882 parte 1 y 2**

### **Panel**

- Mínimo 8 panelistas
- Seleccionar panelistas basándose en sus capacidades (salud, capacidades para estimar, etc.)

### **Olfatómetro**

- Suministro del aire del olfatómetro debe ser  $\geq 1.2 \text{ m}^3/\text{h}$  para inhalar, y  $\geq 2 \text{ m}^3/\text{h}$  para olfatear, pero no tan fuerte que pueda causar molestia al panelista.
- Hay que asegurarse de que el instrumento sea de fácil limpieza en caso de cualquier contaminación del gas odorante.
- Prevención de reacciones por selección de material del olfatómetro

### **Presentación de concentraciones**

- Concentración de n-butanol deben ir aumentando con un factor 2
- Al principio hay que analizar la toxicidad para evitar riesgo de panelistas

### **Exposición de estímulo**

- Se realizan presentaciones de muestras a los panelistas con concentraciones aleatorias.
- El panelista debe decidir su respuesta antes de 15 segundos como máximo, lo ideal es que se realice en 5 segundos.
- Intervalo entre estímulos debe ser máximo 1 minuto
- Hay que repetir los series de medidas (2-3 veces). Entre ellas hay que usar aire neutral

### **Respuesta a estímulo**

La panelista tiene que clasificar su impresión de olor con la siguiente escala:

<b>Olor</b>	<b>Nivel de intensidad</b>
Extremo fuerte	6
Muy fuerte	5
Fuerte	4
Distinto	3
Suave	2
Muy suave	1
No perceptible	0

La escala tiene que tener descripción verbal también.

### **Escala de evaluación – una dimensión**

Escala definida numeral y verbalmente. Recomendable a definir verbalmente los dos extremos al menos.

### **Concentración**

Hay que hacer una prueba preliminar del umbral de olor. Las concentraciones presentadas a las panelistas se componen de 6 pasos de disoluciones que difieren con un factor de 2. El límite inferior tiene que corresponder al umbral de olor. Si la

concentración de olores es baja, pueden ser suficientes menos número de pasos de disolución.

### **Respuesta a estímulo**

Primero se debe preguntar si él/ella siente un olor o no. Si la respuesta es si, se usa esta escala:

-4    -3    -2    -1    0    1    2    3    4

*Los datos de esta regulación alemana se utilizaron para confirmar y reforzar los puntos referentes a la construcción del olfatómetro y para la forma de medir y diluir las muestras de olor para ser presentadas a los panelistas.*

### **UNE 87024-1 1995**

Esta parte de la Norma UNE 87 024 especifica los criterios para la selección y los métodos para el entrenamiento y control de los panelistas.

El reclutamiento de las personas que aceptan participar en un panel se debe realizar con cuidado y debe considerarse por parte de las empresas como una inversión real, tanto en tiempo, como en dinero.

Los paneles para análisis sensorial pueden comprender uno de los tres tipos siguientes de jueces:

- "jueces";
- "catadores"; y
- "expertos".

Los jueces pueden ser "jueces legos en la materia", que no responden a ningún criterio definido, o "jueces iniciados", que conocen ya el análisis sensorial. Los "catadores" son jueces seleccionados y entrenados. Los "expertos" pueden ser "jueces expertos", que han demostrado ya una agudeza particular en los trabajos del panel y han desarrollado una buena memoria a largo plazo, o "jueces expertos especializados", que tienen un conocimiento adicional en un campo particular.

Esta parte de la Norma UNE 87 024 se refiere exclusivamente al reclutamiento, selección, entrenamiento y control de los candidatos que aspiran a llegar a ser catadores. El reclutamiento, selección, entrenamiento y control de los candidatos que desean llegar a ser expertos será el objeto de la Norma UNE 87 024-2.

Los métodos de selección y entrenamiento que se van a utilizar dependerán de las tareas que se tenga la intención de confiar a los catadores. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que estos métodos a veces no son sino una forma de escoger a los candidatos más motivados entre los que tenemos disponibles, más que a aquellos que responden a criterios predeterminados. Éste es precisamente el caso cuando tenemos que formar un panel dentro de una empresa (paneles internos). En la fase de reclutamiento, hay que realizar una selección preliminar entre los jueces legos, con el fin de eliminar antes del entrenamiento a los voluntarios completamente inútiles para el análisis sensorial. Sin

embargo, la selección final solamente se hará después del entrenamiento y de haber completado las tareas consideradas. El procedimiento recomendado comprende:

- a) reclutamiento y selección previa de los jueces legos;
- b) entrenamiento de éstos hasta que pasen a ser jueces iniciados;
- c) selección de los jueces iniciados, de acuerdo con su capacidad para llevar a cabo determinadas pruebas. Así se convierten en catadores;
- d) selección según una prueba sensorial real (útil en el caso del análisis descriptivo);
- e) entrenamiento opcional de los catadores hasta convertirlos en jueces expertos.

En determinados casos (especialmente en el análisis sensorial descriptivo), el panel se puede dividir en subgrupos especializados.

*Con la norma anterior, se obtuvieron formas paralelas y mejoradas para la selección de panelistas aptos, dependiendo del tipo de panelista que pueda necesitarse en un proyecto determinado.*

### **VDI 3940 "Determinación de Compuestos Odoríferos en el Aire Ambiente Mediante Visitas a Terreno"**

Esta guía describe las condiciones de los guías y los panelistas, cómo deben ser seleccionados y las pruebas y condiciones que deben cumplir para conformar un panel.

Muestra cómo efectuar las mediciones individuales, cómo se calcula el porcentaje de tiempo de olor y la escala de grado de intensidad con la que se deben medir los olores. También muestra los métodos de cómo se deben recopilar los datos, resultados y cómo calcular el porcentaje del tiempo de olor.

En su parte final describe los aspectos generales a cumplir para realizar los métodos de medición mediante una grilla o mediante la pluma.

*Desde esta regulación alemana se obtuvo la información medular para medir y analizar olores utilizando panelistas en terreno.*

### **GOAA (Guideline on odour in ambient air)**

Por regla general, los contaminantes en el aire ambiente pueden ser detectados objetivamente en términos de concentraciones de masa por medio de métodos de medición físico-químicos. Comparando las concentraciones del ambiente posiblemente calculado o medido con los valores límite generalmente no involucran ningún problema en especial. En contraste con esto, el olor en el aire ambiente difícilmente puede ser determinado y evaluado con tales procedimientos. Como la mayoría de las molestias de olores se produce incluso en concentraciones muy bajas y, además, debido a la acción combinada de varias sustancias, la determinación de las sustancias por medio de métodos de medición físico-químicos es sumamente costosa o no es posible en absoluto. Además, el molesto efecto de los olores depende en gran medida de la sensibilidad y la actitud subjetiva de las personas afectadas. Para ello se requiere el

examen de un gran número de criterios, cuando los olores se detectan, se identifican y evalúan.

El hecho de que un olor molesto sea significativo y, por lo tanto, sus efectos nocivos sobre el medio ambiente no sólo depende de la concentración del contaminante, sino también del tipo de olor, el tono hedónico del olor, la distribución diaria y estacional y el patrón temporal de molestia, el uso del área afectada y algún otro criterio. Algunos de estos criterios, como por ejemplo, el tono hedónico del olor, todavía no están respaldados por suficientes conocimientos científicos. No pueden, por lo tanto, ser utilizados para establecer reglamentos generales vigentes.

Esta Guía, debidamente adaptada, también puede ser aplicada a instalaciones que no requieren de autorización.

Para evaluar la importancia del impacto de olor, la presente Guía establece valores límite para los olores en el aire ambiente (valores límite de inmisión\*) para los diversos usos de la tierra, para servir como una medida fundamental. Estos valores límite tienen que ser comparados con los valores característicos que tienen en cuenta el impacto de olor inicial aportado por otras instalaciones. El impacto de olor inicial es determinado con mediciones de campo olfativo a lo largo de las líneas de la guía VDI 3940 (Evaluación de los olores en el aire ambiente por inspecciones en terreno).

Esta Guía también contiene normas para los casos en que el impacto de olor inicial en un cuadrado de evaluación ya supera el valor límite pertinente o donde los olores son causados por otras fuentes distintas de las enumeradas en la Sección 3.1.

*Aún cuando GOAA no es una norma, es una guía muy práctica, ya que explica con mucho detalle la forma óptima para obtener información de olores con panelistas en terreno. Esta guía se utilizó para mejorar el procedimiento de medición de terreno dentro del anteproyecto.*

Por otro lado, existen varios países que se encuentran estudiando metodologías de medición de olores (Panamá, Cataluña España y Turquía) y han querido colocar límites, sin embargo, ninguna de estas normas ha prosperado. De acuerdo a los expertos internacionales, es muy difícil normar un límite de olor, ya que los olores dependen de muchas variables (proceso, calidad de materia prima, tecnología utilizada, lugar de emplazamiento, condiciones climáticas). Los expertos recomiendan que se norme en frecuencia de olor medida por panelistas, ya que se puede definir un número máximo de horas que los vecinos de una fuente de olores molestos, puede soportar en un año sin perjudicar considerablemente su calidad de vida. Otra recomendación realizada por los expertos es utilizar la metodología de encuestas, ya que la información que se obtiene es muy valiosa, comenzando por conocer directamente como se ve afectada la calidad de vida de los vecinos involucrados.

---

\* La palabra "inmisión" es usada en el sentido de influencia de los contaminantes del aire, en este caso, olor, en los seres humanos. Esto establece una vista activa de los contaminantes del aire que influyen en los receptores, en contraste con la vista pasiva de los receptores que están siendo expuestos a los contaminantes del aire. Si descuidamos más esta diferencia semántica, "inmisión" puede ser interpretada como exposición.

En otros países se han considerado diferentes criterios para permitir un máximo de unidades de olor a alguna actividad en específico, sin embargo, ninguno de estos criterios es norma.

A continuación se presenta un resumen de la legislación internacional en el tema de olores, los borradores de norma y los criterios utilizados:

País	Legislación Propia	Nombre Norma	Descripción
Holanda	No	Política de olor acumulativo y zonificación territorial	No especifica límites.
		Criterios	Límites de inmisión basados en Relaciones Dosis-Efecto. Principio ALARA "Nivel tan bajo como se posible".  Límites de inmisión en términos de concentración expresados como $uo_E/m^3$  Algunos límites para plantas de compostaje: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Desechos verdes <math>\leq 1,5 uo_E/m^3</math>, 98%</li> <li>▪ Desechos orgánicos caseros <math>\leq 1,5 uo_E/m^3</math></li> </ul>
		NVN 2820. "Norma provisional de la calidad del Aire. Medición del olor sensorial mediante un olfatómetro"	Norma que describe un método de trabajo para determinar el umbral de olor y expresarlo como una concentración.
Alemania	No	30 BImSchV, "30 Ordenanza del acta de Control de Inmisiones en Instalaciones de Tratamiento de Residuos Biológicos"	Distancia mínima de la fuente de emisión es de 300 m.  Ej.: Concentración límite $< 500 uo_E$ emisión para fuentes en EDARs
		TA Luft, "Instrucción técnica Alemana en el control de la Calidad del Aire"	No hay regulación para limitar impacto de olor. Sólo se regula
		VDI 3881, Parte 1. "Olfatometría - Determinación del umbral de olor - Fundamentos"	Calibración de panelistas
		VDI 3881, Parte 2. "Olfatometría - Determinación del umbral de olor - Muestreo"	
VDI 3940	Guía basada en la medición del		



País	Legislación Propia	Nombre Norma	Descripción
		"Determinación de Compuestos Odoríferos en el Aire Ambiente mediante visitas a Terreno"	porcentaje de tiempo del olor en puntos definidos de un lugar. Es un método para describir una situación existente.
		GIRL "Guía sobre el Olor en el Aire Ambiente"	- Normaliza olores causados por instalaciones - Determina el impacto de olor como horas de olor por año (frecuencia de olor) -
Irlanda	No	Base Legal: EPA 1992 IPPC. "Regulaciones para instalaciones con licencia IPPC"	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identificación Fuente de Origen por Olfatometría.</li> <li>▪ Límites de inmisión para Ganadería, Compostaje etc., para: Instalaciones Nuevas: <math>\leq 30 u_{oE}/m^3</math> a 98% Instalaciones Existentes: <math>\leq 6 u_{oE}/m^3</math> a 98%</li> </ul>
Reino Unido		IPC (Integrated Pollution and Control). "Contaminación y Control Integrado para los procesos más complejos y contaminantes con emisiones al aire, suelo y agua". LAPC (Local Authority Pollution Control). "Autoridad Local para el control de la contaminación de pequeños procesos contaminantes que abarcan sólo emisiones a la atmósfera"	Estos reglamentos especifican los procesos industriales que están prescritos por el Secretario de Estado y como tal requieren de su autorización para operar
España	No	Borrador de norma (Cataluña). "Anteproyecto borrador de Ley contra la Contaminación Odorífera"	Establece valores objetivos de inmisión de olor aplicados a zonas residenciales como por ejemplo:  Actividades de gestión de residuos: $3 u_{oE}/m^3$ Actividades ganaderas: $5 u_{oE}/m^3$ Hornos de pan, pastelería y galletas: $7 u_{oE}/m^3$
Australia	No	Políticas	Los australianos generalmente tienen la responsabilidad de establecer políticas de calidad del aire para el olor.
	Si	AS/NZS 4323.3:2001.	Norma que especifica un método para

País	Legislación Propia	Nombre Norma	Descripción
		"Emisiones de Fuentes estacionarias - Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica"	medir la concentración de olores de sustancias puras, mezclas de gases odorantes definidas e indefinidas en el aire o nitrógeno, utilizando la olfatometría dinámica.
Panamá	No	Anteproyecto de Norma. "Normas para el Control de Olores Molestos"	Norma que tiene como objetivo, servir como un marco de referencia obligatorio para el Control de Olores Molestos de la República de Panamá.
Turquía	No	Borrador de Reglamento LIFE 00/TCY/TR/000009. "Política de Gestión de Emisión e Inmisión de Olores en Turquía"	No existe un procedimiento legislativo específico para el manejo, gestión y tratamiento de olores.
Comunidad Europea (CE)	Si	CEN EN 13725:2004. "Calidad del aire - Determinación de la concentración de olor por olfatometría dinámica"	Esta norma define un método para determinar la concentración de olor de una muestra gaseosa usando olfatometría dinámica con evaluadores humanos y la velocidad de emisión de olores que emanan de fuentes puntuales, fuentes superficiales con flujo al exterior y sin flujo al exterior. La aplicación principal es proporcionar una base común para la evaluación de las emisiones de olor en los Estados Miembros de la Unión Europea

## 5.2 Borrador de Propuesta: "Anteproyecto de Norma de Olores".

### BORRADOR DE ANTEPROYECTO DE NORMA DE OLORES

#### 1. INTRODUCCION

Esta norma define una metodología para la selección y preparación de evaluadores humanos, a los que se les denominará panelistas. Las mediciones que podrán realizar los panelistas son: la determinación de la concentración de olor de una muestra gaseosa usando olfatometría dinámica y estática en un laboratorio e intensidad y frecuencia de impacto de olor por medio de mediciones de olores en terreno.

Lo que se persigue con esta norma es seleccionar a evaluadores calificados o panelistas para la medición del impacto de olores en un área de evaluación mediante un conjunto de instrucciones.

#### 2. ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN

El campo de aplicación de esta norma incluye:

- Selección y preparación de panelistas, para realizar mediciones utilizando olfatometría dinámica y estática.
- Selección y preparación de panelistas para realizar mediciones de olor en el aire ambiente por medio de inspecciones en terreno utilizando el método de la grilla, cuadrado o rejilla.

Los panelistas serán el sensor para realizar mediciones de la concentración de olor de sustancias puras, mezclas definidas y mezclas indefinidas de sustancias olorosas gaseosas en el aire, usando olfatometría dinámica, estática y para realizar mediciones de la frecuencia de impacto de olor por medio de inspecciones de campo o de terreno.

La relación entre emisiones, dispersión, exposición y molestia no entran dentro del alcance de esta norma debido a que no se trabaja con modelos de dispersión atmosférica.

#### 3. REFERENCIAS NORMATIVAS

- AFNOR X-43-101. Method of the Measurement of the Odor of a Gaseous Effluent. Bureau de Normalisation, Paris, France, 1981, 1986.
- ASTM D1391-78 – Measurement of odor in atmospheres (dilution method), 1978, USA.
- EN 13725:2003, Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry, European Committee for Standardization, Bélgica.
- Guideline on Odour in Ambient Air/GOAA – Determination and Assessment of Odour in Ambient Air, 2003.

- ISO 8586-1:1993 (UNE 87024-1:1995), Sensory analysis -- General guidance for the selection, training and monitoring of assessors -- Part 1: Selected assessors.
- ISO 8586-2:1994 (UNE 87024-2:1996) Sensory analysis -- General guidance for the selection, training and monitoring of assessors -- Part 2: Experts.
- NVN 2820. Provisional Standard: Air Quality. Sensory Odour Measurement using an Olfactometer. Netherlands Normalization Institute, The Netherlands, March 1996.
- VDI 3881 part 1 Olfactometry - Odour threshold determination – Fundamentals, Verein Deutscher Ingenieure, May 1986, Germany.
- VDI 3881 part 2 Olfactometry - Odour threshold determination – Sampling, Verein Deutscher Ingenieure, January 1987, Germany.
- VDI 3882 part 1 Olfactometry – Determination of odour intensity, Verein Deutscher Ingenieure, October 1992, Germany.
- VDI 3882 part 2 Olfactometry – Determination of hedonic odour tone, Verein Deutscher Ingenieure, September 1994, Germany.
- VDI 3940 – Determination of Odorants in Ambient Air by Field Inspections, 1993.

#### 4. TERMINOS Y DEFINICIONES

- **Adaptación o Calibración (Sensorial):** Modificación temporal de la sensibilidad de un órgano sensorial debido a la actuación de un estímulo continuo o repetido.
- **Anosmia:** Falta de sensibilidad olfativa.
- **Área de Evaluación:** área definida para medir y evaluar las inmisiones del olor. El tamaño y forma depende de la tarea, del número y tipo de fuente de olor cuyo rango de impacto debe ser evaluado. Para fines de medición, la superficie está cubierta por una rejilla de puntos de medición equidistantes.
- **Área de Inmisión:** el área de inmisión (impacto) de una fuente de emisiones es el área en la que se producen inmisiones de olor causadas por el emisor o emisores que se estén considerando.
- **Calidad de Olor:** la calidad de olor es expresado por la descripción comparativa de un olor con experiencia olfativa, por ejemplo, "Hay un olor a...", "Huele quemado, podrido...", etc.
- **Caudal de Olor:** es la cantidad de unidades de olor que pasa a través de una superficie dada por unidad de tiempo.
- **Ciclo de Medición:** es el tiempo requerido para una sola medición en un punto de medición. Para que una inspección de terreno sea válida, la medición debe ser de al menos 10 minutos.

- **Concentración de Olor:** El número de unidades de olor en un metro cúbico de gas en condiciones normales<sup>1</sup>.
- **Dilución Dinámica:** Dilución conseguida mezclando dos flujos conocidos de gas, muestra olorosa y gas neutro, respectivamente. El cociente de dilución se calcula a partir de los caudales.
- **Dilución Estática:** Dilución conseguida mezclando dos volúmenes conocidos de gas, la muestra olorosa y el gas neutro, respectivamente. La proporción de la dilución se calcula a partir de los volúmenes. La mezcla se puede realizar en envases de materiales libres de olor y que no se impregnen fácilmente con éstos (envases de vidrio, bolsas de Tedlar, Nalophan)
- **Estimación de Umbral Individual:** es la concentración de olor detectado por un individuo
- **Evaluador o Panelista:** persona que es capacitada, entrenada y seleccionada para participar en un panel de personas calificadas para juzgar muestras de gas oloroso, usando olfatometría.
- **Exactitud:** Grado de concordancia existente entre el resultado del ensayo y un valor aceptado como referencia.
- **Factor de Dilución:** El factor de dilución es el cociente entre el flujo o volumen después de la dilución y el flujo o volumen del gas oloroso.
- **Fatiga Sensorial:** Forma de adaptación sensorial que corresponde a una disminución de sensibilidad.
- **Frecuencia de Impacto de Olor:** Método para calcular el porcentaje de tiempo del olor. La frecuencia del olor es el número de respuestas positivas dividido por el número total de respuestas.
- **Fuente Puntual:** Fuente estacionaria discreta de emisión de gases residuales a la atmósfera a través de conductos canalizados de dimensión definida y caudal de aire (por ejemplo chimeneas, venteos).
- **Fuentes Difusas:** Fuentes con dimensiones definidas (mayoritariamente fuentes superficiales) que no tienen un flujo de aire residual definido, tales como vertederos de residuos, lagunas, campos.

---

<sup>1</sup> La concentración de olor no es una medida lineal de la intensidad de un olor. La Ley de Steven describe la relación lineal entre el estímulo de olor y su intensidad percibida. Cuando se usan concentraciones de olor en modelos de dispersión, el tema es complicado por los efectos del tiempo promedio del modelo de dispersión, complicando posteriormente el uso de la concentración de olor como una medida directa para la dosis. Para definir un nivel sin molestia., el método completo de evaluación de dosis, incluyendo el modelo de dispersión, conducirá a la "dosis". La relación entre esta "dosis" y su efecto (molestia de olor) debería validarse en situaciones prácticas, para ser una herramienta predictiva útil para el caso de molestia de olor.

- **Fuentes Fugitivas:** Corresponden a fuentes que liberan cantidades indefinidas de sustancias olorosas. En general, son fuentes que sí se identifican, pero no es posible medirlas, por ejemplo: fugas de válvulas y juntas, aperturas de ventilación pasiva.
- **Gas Neutro:** Aire o nitrógeno tratado de tal manera que es tan inodoro como técnicamente sea posible y que, de acuerdo con los miembros del panel, no interfiere con el olor objeto de investigación.  
*Aviso de seguridad:* el nitrógeno sólo se usa para prediluir la muestra en sí misma. Para el olfatómetro, el gas neutro usado para diluir la muestra y como referencia, debe ser aire.
- **Gas Oloroso:** Gas que contiene sustancias olorosas.
- **Habitación de Olor:** habitación destinada para realizar las mediciones de la concentración de olor y que debe mantenerse libre de olores. Se recomienda mantener la habitación bien aireada a través de un filtro de carbón. Se recomienda que exista extracción del aire desde la habitación hacia el exterior, para que no se acumule el olor.
- **Hiperosmia:** trastorno nervioso que supone el aumento exagerado de la sensibilidad hacia los olores.
- **Hora Olor:** medición individual con resultado positivo. Una medición individual se califica como positivo si el porcentaje de tiempo durante el cual el olor es claramente reconocible excede de un porcentaje previamente definido.
- **Impacto Característico de Olor (Característica de Olor Ambiente):** el impacto característico de olor es el cociente de medidas positivas (en este caso horas olor) en el que la proporción de tiempo con olores claramente reconocibles alcanza o supera un porcentaje fijo (se recomienda 10%) dividido por el número total de mediciones. Sobre la base matemática de los datos representativos para el año, este es el porcentaje de horas en un año en el que los olores son reconocibles claramente.
- **Impacto de Olor:** este término describe el impacto de los olores en los seres humanos. Puede ser expresado por la frecuencia, duración, calidad, intensidad y tono hedónico de las concentraciones de olor por encima del umbral de reconocimiento en terreno.
- **Inmisión de Olor:** es el impacto de olor en el ser humano (olores en el aire ambiente). Ellos pueden ser descritos en términos de frecuencia, duración, calidad (tipo), intensidad y disgusto subjetivo (efecto hedónico) de las concentraciones de olores por encima del umbral de olor.
- **Intensidad de Olor:** concentración de la sensación de olor causada por el estímulo olfativo.
- **Medición de grilla** es un método estadístico en el cual a través de cierto período, panelistas de terreno detectan olores en un punto de intersección de una grilla del

área a evaluar, de acuerdo a una metodología determinada. En el área a evaluar, se dibuja una grilla o rejilla y se definen los puntos de medición en las esquinas de las cuadrículas. Los resultados son usados para calcular el impacto de olores característicos (número de horas por año del impacto de olores) en los cuadros evaluados en el área analizada. Tales mediciones de la grilla permitirán determinar la carga existente de olores causados por las fuentes.

- **Medición de duración:** la duración de una medición individual en un punto de medición se llama medición de duración.
- **Medición individual<sup>2</sup>:** es la medición de emisiones de olor en un punto de medición durante un tiempo de medición. Los resultados son el porcentaje de tiempo de olor y, se mide también, la distribución de intensidad de olor.
- **Método de Elección Forzado:** método olfatométrico en el cual los evaluadores son forzados a hacer una elección, incluso si no se observa diferencia, entre dos o más flujos de aire, uno de los cuales es la muestra diluida.
- **Método Si/No:** Método olfatométrico en el cual a los evaluadores se les pide juzgar si un olor es detectado o no.
- **Oler:** Detectar o intentar detectar una sustancia olorosa.
- **Olfatometría dinámica:** Olfatometría que usa un olfatómetro dinámico.
- **Olfatometría:** Medición de la respuesta de los evaluadores a estímulos olfativos.
- **Olfatómetro dinámico:** instrumento que reparte un flujo de mezclas de gases olorosos y neutros con factores de dilución conocidos en una salida común.
- **Olfatómetro estático:** instrumento que diluye por mezclado dos volúmenes conocidos de gas, la muestra olorosa y el gas neutro, respectivamente. La proporción de la dilución se calcula de los volúmenes.
- **Olfatómetro:** Aparato en el cual una muestra de gas oloroso se diluye con gas neutro en una proporción definida y se presenta a los evaluadores.
- **Olor:** Propiedad organoléptica perceptible por el órgano olfativo cuando inspira determinadas sustancias volátiles.
- **Olor Molesto:** Olor reconocido por una o varias personas como no agradable y que afecta la calidad de vida de las mismas.
- **Operador:** Persona directamente involucrada en manejar el olfatómetro y/o instruir al panel en olfatometría.

---

<sup>2</sup> NOTA: Una medición individual es evaluada como positiva y representativa para una hora, si el tiempo del porcentaje de olor alcanza o supera el 10% de la medición del ciclo de tiempo.

- **Percepción:** Toma de conciencia por el efecto de un estímulo sensorial simple o complejo.
- **Período de Evaluación:** El período de evaluación es todo el período de tiempo durante el cual se realizan las mediciones. El plazo debe ser elegido de tal forma que los resultados del ensayo sean representativos para describir la situación fuera del período también. El período de evaluación es generalmente un año para considerar los cambios por factores climáticos.
- **Porcentaje del Tiempo de Olor:** durante una medición de duración, el evaluador registra el tiempo durante el cual las fracciones de un olor es reconocible. El porcentaje de tiempo de olor es la proporción de tales fracciones y el total de la medición de duración.
- **Presentación:** corresponde a la presentación de una dilución a un evaluador.
- **Punto Rejilla (Punto de Medición):** corresponde a la red de puntos de las esquinas del cuadrado de evaluación. Son puntos en los que se realiza la medición de inmisión.
- **Rango de Impacto:** el rango de impacto de una fuente de emisión es el área en la cual el impacto del olor es causado por el(los) emisor(es) bajo investigación.
- **Rango de Medida:** El rango de medida comprende todas las concentraciones de olor que pueden medirse por un olfatómetro específico.
- **Ronda de Medición:** los puntos de medición inspeccionados por un panelista en un día de medición constituye una ronda de medición.
- **Ronda:** es la presentación de una serie de dilución a todos los evaluadores.
- **Selección de Panel:** Procedimiento para determinar qué evaluadores son calificados para ser miembros de panel.
- **Serie de Dilución:** La presentación de una secuencia de diluciones a un miembro del panel, a fin de obtener una Estimación de Umbral Individual.
- **Serie de Presentación:** La presentación de una dilución a todos los miembros de panel en una ronda.
- **Sustancia Olorosa:** sustancia que estimula el sistema olfativo humano, de manera que se percibe un olor.
- **Tipo de Olor:** olor que puede ser reconociblemente asignado a un determinado proceso.
- **Tono de Olor Hedónico:** efecto de un olor, que es registrado en una evaluación clasificatoria del estímulo entre los extremos de "muy agradable" y "muy desagradable".



- **Umbral de Detección para un Material de Referencia:** La concentración de sustancia olorosa que tiene una probabilidad de 0,5 (50%) de ser detectada en las condiciones del ensayo.
- **Umbral de Detección para una Muestra Ambiental:** El factor de dilución, al cual la muestra tiene una probabilidad de 0,5 (50%) de ser detectada en las condiciones del ensayo.
- **Umbral de Población (detección):** Umbral de detección que aplica a la población general, si esta población no está especificada.
- **Umbral de Reconocimiento<sup>3</sup>:** el umbral de reconocimiento de los olores es la concentración de sustancia de olor que en el 50% de los casos puede ser identificada ("Puedo oler x").
- **Unidad de Olor:** Cantidad de sustancia(s) olorosa(s) que, cuando se evapora en 1 metro cúbico de un gas neutro en condiciones normales, origina una respuesta fisiológica de un panel (umbral de detección):  $uo/m^3$ .

---

<sup>3</sup> NOTA: Cuando los datos obtenidos por olfatometría se utilizan para el cálculo de la dispersión, el umbral de detección se convierte en el umbral de reconocimiento.

## 5. MATERIALES, GASES, EQUIPO, AMBIENTE Y MIEMBROS DEL PANEL

### 5.1 Propiedades Generales de los Materiales para el Olfatómetro

Los materiales usados para olfatometría deben tener las siguientes propiedades generales:

- deben ser inodoros: los materiales no deben añadir sustancias olorosas a la muestra;
- deben tener superficie lisa.

Materiales recomendados:

- Metal, por ejemplo acero inoxidable
- Vidrio
- Politetrafluoretileno (PTFE)

El olfatómetro debe ser limpiado antes de cada medición y/o preparación de panelistas. La forma óptima de limpieza es con gas libre de olor o con detergente inodoro.

### 5.2 Gases

#### 5.2.1 Gas neutro<sup>4</sup>.

El gas neutro debe ser seguro para la respiración y percibido como inodoro, por los miembros del panel y operador, de manera que no interfiera con la percepción del olor, objeto de investigación.

#### 5.2.2 Material de referencia: sustancia olorosa (n-butanol).

Debe usarse un material de referencia certificado de n-butanol (CAS-Nr. 71-36-3).

Para la preparación de patrones de sustancias olorosas, debe usarse la mayor pureza que se encuentra comercialmente. Para n-butanol, se especifica como n-butanol, del 99,9%, calidad para espectroscopía.

### 5.3 Olfatómetro

#### 5.3.1 Construcción del olfatómetro.

Los requisitos generales para materiales que están en contacto con gases neutros u olorosos se detallan en el ítem 5.1 "Propiedades generales de los materiales para el olfatómetro".

---

<sup>4</sup> Se recomienda que la fuente de gas neutro se obtenga del siguiente modo:

- aire comprimido generado usando un compresor (se recomienda compresores sin aceite), seguido por filtración de partículas, aire enfriado y seco para eliminar material particulado y prevenir la condensación y tratamiento final con filtro de carbón activo para eliminar olores residuales, seguido de un filtro de partículas finas para eliminar las partículas de carbón activo;
- nitrógeno de una botella o de una unidad de evaporación de nitrógeno líquido;
- aire sintético de una botella.

En el diseño del olfatómetro deberían aplicarse las siguientes precauciones:

- la longitud y diámetro del tubo interno deberían minimizarse para prevenir la contaminación por la sustancia olorosa;
- los orificios deberían tener un tamaño que evite su bloqueo por contaminación de partículas;
- deben evitarse los dispositivos que cambian las características del gas, por ejemplo, los anemómetros de hilo caliente;
- deberían evitarse los dispositivos que afectan la muestra de sustancia olorosa, por ejemplo por cambios en la temperatura, etc.

La temperatura del gas de referencia u olor del olfatómetro presentado al panel debería diferir no más de 3 °C de la temperatura ambiente.

El olfatómetro debe estar construido de manera que el ruido u otro estímulo no revelen información al evaluador de la localización o concentración del estímulo.

### **5.3.2 Interfase entre nariz y olfatómetro.**

El aire o mezclas de aire/sustancia olorosa se ponen a disposición del panelista para evaluación sensorial, usando varios tipos de puertos<sup>5</sup>. Para esta norma, sólo es necesario describir los principios generales para el diseño de puertos:

- el diseño debe permitir al panelista oler con facilidad, y de ningún modo deberían distraer al evaluador cuando evalúa el olor;
- el flujo de aire que emana de un puerto debe ser al menos de 20 litros por minuto.
- El diseño del puerto debe ser tal que los miembros del panel no respiren aire del ambiente, junto con el aire que se analiza.

### **5.3.3 Procedimiento de calibración**

Para asegurar las características de dilución correctas, los ajustes del olfatómetro deben calibrarse en el rango completo con una frecuencia adecuada, pero no menos frecuente que una vez al año. En concreto, las unidades del olfatómetro que deben calibrarse son los medidores de flujos.

## **5.4 Ambiente de trabajo para las observaciones de los panelistas**

### **5.4.1 Habitación de olor.**

Pueden usarse tres tipos de habitaciones para las mediciones de la concentración de olor:

- estacionaria, laboratorio permanente, parte del instituto de ensayo;
- unidades móviles, construida a propósito en un camión, furgoneta o contenedor;
- habitaciones especialmente adaptadas en o cerca de los puntos de ensayo, que han sido puestas a disposición del equipo de ensayo, durante un tiempo limitado.

El ambiente de trabajo para los panelistas debe ser agradable e inodoro. Debe evitarse cualquier emisión de olor del equipo, muebles y materiales instalados (es decir, pinturas,

<sup>5</sup> El puerto debería tener forma tal que la velocidad del aire a través de su abertura sea al menos de 0,2 m/s. La velocidad del aire desde el depósito se mantiene generalmente por debajo de 0,5 m/s para evitar molestias al panelista. Cuando se usan máscaras respiratorias, el flujo de aire debe ser suficiente para permitir la respiración normal.

paredes y recubrimientos de suelo, muebles, etc.) en el interior de la habitación de olor, así como cualquier liberación de los componentes olorosos a medir.

La habitación debe mantenerse bien aireada y se recomienda usar filtro de carbón activado. Los requisitos para el aire ambiente son de importancia secundaria, cuando los evaluadores están equipados con una máscara sensorial, por la que constantemente pasa gas neutro. Las fluctuaciones de temperatura durante el proceso de medida deben ser inferiores a  $\pm 3$  °C. La temperatura máxima en la habitación debería ser 25 °C.

Se recomienda mantener una temperatura de 23,9 °C y una humedad relativa de 50%.

Debe evitarse la exposición de los evaluadores a la luz solar directa.

La habitación debe estar exenta de cualquier fuente de ruido y luz que podrían afectar negativamente la medición que se realiza.

## 5.5 Panel

### 5.5.1 Código de comportamiento para evaluadores y miembros del panel.

Cuando se reclutan panelistas, deben cumplirse las siguientes condiciones:

- Los miembros del panel deben tener entre 18 y 50 años y estar dispuestos y ser capaces de seguir instrucciones.

Para calificarse como miembro de panel, los evaluadores deben observar el siguiente código de comportamiento.

- el miembro del panel debe estar motivado para llevar a cabo su trabajo conscientemente;
- el miembro del panel debe estar disponible durante una sesión completa de medición (serie de mediciones en un día, interrumpidas sólo por cortos descansos). Las personas que viajan con frecuencia o que tienen una gran carga de trabajo no son apropiadas para el análisis sensorial.
- al miembro del panel debe contratarse durante un período suficiente para desarrollar y medir una historia de medición;
- desde 30 min. antes y durante la medición olfatométrica, a los miembros del panel no debe permitírseles fumar, comer, beber (excepto agua) o usar chicles o caramelos;
- los miembros del panel deben tener mucho cuidado en no causar ninguna interferencia con sus propias percepciones o las de otros en las habitaciones de olor por falta de higiene personal o por el uso de perfumes, desodorantes, lociones corporales o cosméticos;
- los miembros del panel que tengan resfriado o cualquier otra enfermedad que afecte a su percepción de olor (por ejemplo ataques alérgicos, sinusitis) deben excluirse de participar en las mediciones;
- los miembros del panel deben estar presentes en la habitación de olor o en una habitación con condiciones comparables 15 min. antes de iniciarse las mediciones, a fin de estar adaptados al ambiente de olor real de la habitación de medición;

- Durante las mediciones, los miembros del panel no deben comunicarse entre sí acerca de los resultados de su elección. Cuando se usa el modo de "elección forzada", la motivación de los evaluadores durante las mediciones puede aumentarse al informarles de lo correcto de su elección, después de la medición.

El operador debe asegurarse que el código de conducta es totalmente conocido por cada miembro del panel. El cumplimiento del código de conducta influye directamente en los resultados de ensayo, y por tanto es de gran importancia. El operador debe asegurarse que la motivación de los miembros del panel se mantiene durante las mediciones y se deben tomar acciones correctivas cuando se requiera.

### 5.5.2 Selección de panelistas

Para la selección de los panelistas, son relevantes tanto los factores fisiológicos como psicológicos. El criterio de selección más importante es actualmente la sensibilidad al olor de n-butanol. Esto asegura la compatibilidad con la sensibilidad de los panelistas que realizan mediciones olfatóricas.

Para la selección de los panelistas se deben considerar los siguientes criterios fisiológicos y psicológicos:

- Edad: El panelista debe tener entre 18 y 50 años de edad. En promedio, las personas de más edad son menos sensibles a los olores que las personas más jóvenes.
- Sexo: No hay diferencias significativas estadísticamente en la evaluación del olor entre hombres y mujeres.
- Fumador: No hay diferencias significativas estadísticamente en la evaluación del olor entre fumadores y no fumadores.
- Sentido del olfato: El sentido del olor de cada panelista necesariamente debe ser comprobado por un análisis apropiado.
- Salud: Los panelistas deben contar con una salud compatible para trabajar al aire libre en cualquier época del año, y no deben sufrir ninguna enfermedad o alergia, que deterioren el sentido del olfato. Es recomendable que un doctor examine oído, nariz y garganta de los panelistas.
- Sentido de responsabilidad: Los panelistas deben ser capaces de entender los problemas que implica el programa de medición. Ellos deben ser capaces de llevar a cabo sus tareas cuidadosamente y a conciencia, y ser capaces de hacer los juicios necesarios rápida y correctamente. Es importante que ellos consideren las pruebas de olor como un trabajo y no como un juego. Por esta razón, es recomendable pagar a los panelistas una remuneración apropiada de su trabajo.
- Poder de la concentración, y trabajo en equipo: Los panelistas deben ser capaces de efectuar sus tareas concentradamente durante un período bastante largo sin distracción. Para esto, la integración en el grupo es de gran importancia. Los panelistas con un deseo de sentirse importantes, quienes sufren cambios frecuentes de humor, o que tienen una necesidad de mostrar una jerarquía no son convenientes.
- Conocimiento y aptitudes: los candidatos tienen que interpretar y expresar sus percepciones sensoriales iniciales y esto requiere cierta habilidad física e intelectual, en particular la capacidad para concentrarse y aislarse de los factores externos.
- Aptitud para la comunicación: la aptitud para comunicar y describir las sensaciones que perciben es importante cuando se buscan candidatos para el análisis descriptivo.

- Características de la personalidad: todos deben mostrar interés y motivación hacia su labor y estar dispuestos a perseverar en aquello que exija una concentración prolongada. Deben asistir con puntualidad, ser dignos de confianza y sinceros en su planteamiento.
- Instrucción en el lugar: regularmente en la inspección de campo no es necesaria una capacitación. La experiencia demuestra que los nuevos asesores están familiarizados con la tarea después de una a dos inspecciones en el terreno. Antes de la primera inspección de campo, el evaluador debe saber explícitamente que no se trata de una respuesta sensible a los olores, sino de una evaluación inmediata más allá de toda duda (claro reconocimiento del olor, característica del olor, y, la intensidad del olor).
- Otros factores: otra información que se puede registrar es; nombre, grupo de edad a que pertenece, sexo, nacionalidad, nivel de instrucción, profesión actual y experiencia en análisis sensorial. Se puede anotar si el candidato fuma pero no se debe eliminar.

Nota: No es necesario el entrenamiento continuo del sentido del olfato. La experiencia demuestra que los panelistas nuevos se familiarizan fácilmente con los procedimientos de medición después de una o dos sesiones. Antes de su primera medición, se le debe informar expresamente al panelista que el propósito no es un concurso de selección de personas con el sentido del olor más sensible, ni para que él sea "uno o el mejor" del panel, sino más bien dar un juicio espontáneo y definido en el momento de la situación del olor (olor definitivamente reconocido, y, si se solicita, intensidad o cualidad del olor).

Se describen a continuación las diversas pruebas que se pueden utilizar para hacer la selección.

La elección de pruebas y sustancias a utilizar se hace en función de las aplicaciones previstas y propiedades que se vayan a evaluar.

- Tipos de pruebas utilizados para la selección: todas las pruebas tienen el doble objetivo de familiarizar a los panelistas con los métodos y materiales utilizados. Se dividen en 3 clases:
  - I. Las que tienen como objetivo detectar incapacidad
  - II. Las que tienen como objetivo determinar la agudeza sensorial
  - III. Las que tienen como objetivo evaluar el potencial de los candidatos para describir y comunicar las percepciones sensoriales.
- Anosmias: es deseable someter a los candidatos a una prueba para determinar su sensibilidad a sustancias que pueden estar presentes en pequeñas concentraciones, con el fin de detectar anosmia (pérdida completa del olfato) o una posible pérdida de sensibilidad.

Para la selección de panelistas, los resultados tienen que ser obtenidos a partir de un mínimo de diez series de dilución de prueba con gas n-butanol en nitrógeno (N° CAS 71-36-3). Las pruebas de selección correspondientes a cada panelista tienen que ser realizadas en tres días diferentes, no consecutivos. El panelista tiene que cumplir los siguientes requisitos de elegibilidad:

- El antilogaritmo de la desviación estándar tiene que ser inferior a 2,3. La desviación estándar se calcula a partir de los logaritmos de las estimaciones del umbral individual (resultado de una serie de diluciones).

- La media geométrica de los resultados individuales, como la concentración en masa de los gases de prueba, tiene que ser entre 0,5 y 2 veces de la sustancia de referencia (para el n-butanol, entre 62 y 246  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ; el valor de referencia es 123  $\mu\text{g} / \text{m}^3$ ).

La medición del rendimiento de cada panelista tiene que ser registrada y conservada. Con este fin, al menos tienen que ser medidas tres series de dilución con esta sustancia de referencia, para cada panelista y cada seis meses. Los resultados de esta medición de referencia se utilizan para complementar y evaluar la medición de rendimiento del panelista individualmente. La evaluación se lleva a cabo mediante los parámetros de selección de cálculo antes definidos y entre 10 y 20 diluciones. Después de esto, los resultados son comparados con los criterios de selección. Si el panelista no cumple con las condiciones, él está excluido de todas las futuras mediciones hasta que las cumpla de nuevo.

Existen pruebas complementarias para poner a prueba y entrenar a los panelistas y, que puedan distinguir olores e intensidades de olor, es recomendable la aplicación de diferentes métodos de ensayo, dependiendo del objetivo de la medición. Las tres clases de métodos de ensayo se muestran a continuación:

#### **I. Las que tienen como objetivo detectar incapacidad**

- a) **La prueba del triángulo**, en la cual se presentan tres muestras de olor, dos de las cuales son idénticas. El panelista tiene que identificar correctamente la diferencia (en cualquier intensidad o calidad).

Los panelistas cuyo sentido del olfato es permanentemente o temporalmente deficiente deben ser excluidos de la medición de terreno.

Muchas veces los panelistas cuando tienen capacidad olfativa baja tienden a adivinar o imaginar un olor. En este contexto, particularmente la adaptación de los factores (percepción reducida) y sugestivamente (que imagina un olor) se deben tomar en consideración. En el caso de la adaptación, después de que un corto plazo la persona pierde rápidamente la capacidad de percibir un olor, mientras que en el caso de la imaginación la persona intenta suponer.

- b) **Prueba de emparejamiento**: se preparan muestras de sustancias olfativas a concentración muy superior al umbral de reconocimiento. Se marca cada muestra con un código diferente de 3 dígitos aleatoriamente. Se presenta a los candidatos una muestra de cada tipo, y se les deja que se familiaricen con el producto. A continuación se les presenta una serie de los mismos productos marcados con números diferentes tomados al azar. Se les pide que emparejen cada uno de ellos con uno de los juegos originales y que describan la sensación que experimentan. Esta prueba se realiza tanto a los panelistas de terreno como a los panelistas de olfatometría dinámica.

La tabla siguiente muestra ejemplos de sustancias que se pueden utilizar. Con estas sustancias y concentraciones, se admite generalmente que no debemos escoger como panelistas a los candidatos que no consigan emparejar correctamente al



menos el 80% de las muestras. Es deseable pero menos importante que describan correctamente las sensaciones producidas por las muestras.

**Tabla 1. Ejemplos de concentraciones para las pruebas de emparejamiento**

Olor	Producto	Concentración en alcohol <sup>1)</sup> a temperatura ambiente g/l
Limón, fresco	Citral (C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O)	1 x 10 <sup>-3</sup>
Vainilla	Vainillina (C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> )	1 x 10 <sup>-3</sup>
Tomillo	Timol (C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> O)	5 x 10 <sup>-4</sup>
Floral, lirio de los valles, jazmín	Acetato de bencilo (C <sub>8</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub> )	1 x 10 <sup>-3</sup>

1) Las soluciones patrón se preparan con etanol, pero la dilución final se hace con agua y no deberá contener más del 2% de alcohol.

## II. Las que tienen como objetivo determinar la agudeza sensorial

- c) En la prueba de **la intensidad de olor** el panelista tiene que clasificar correctamente, en orden ascendente de intensidad, las muestras de olor cuya concentración de odorante difiere por un factor de diez en cada caso (botellas de olor). Esta prueba se realiza tanto a los panelistas de terreno como a los panelistas de olfatometría dinámica

En cada prueba se presentan a los candidatos, en un orden aleatorio, cuatro muestras que tengan la propiedad estudiada e intensidad diferente y, se les pide que las clasifiquen en orden de intensidad creciente. Este orden aleatorio será el mismo para todos los candidatos, para asegurarnos de que la comparación de sus actuaciones no va a estar influida por el orden distinto de presentación.

El nivel satisfactorio de aciertos solamente se puede especificar en relación con las intensidades utilizadas.

En la siguiente tabla se cita un ejemplo de la sustancia que se puede utilizar; con estas concentraciones, se considerará que no sirven para panelistas, los candidatos que inviertan más de una vez el orden de parejas contiguas, en este tipo de pruebas.

**Tabla 2. Ejemplos de productos que pueden utilizarse en las pruebas de discriminación**

Prueba	Producto <sup>1)</sup>	Concentración en agua a temperatura ambiente
Discriminación olfativa	Acetato de isoamilol	5 ppm
		10 ppm
		20 ppm
		40 ppm

1) Se pueden utilizar otros productos apropiados que muestren una graduación en sus características, pero en concentraciones muy débiles.

## III. Las que tienen como objetivo evaluar el potencial de los candidatos para describir y comunicar las percepciones sensoriales.

- d) La **prueba de calidad** comprueba si el panelista es capaz de asignar correctamente determinados términos dados a la calidad del olor de ciertos olores comunes. Esta prueba es aplicable para los panelistas de terreno.



Estas pruebas tienen el propósito de determinar la aptitud de los candidatos para describir las percepciones sensoriales. Las pruebas se realizan combinando evaluaciones y entrevistas.

Se presentan a los candidatos entre 5 y 10 estímulos olfativos, relacionados preferentemente con el producto o productos que se van a evaluar. Esta serie contendrá algunas muestras fácilmente reconocibles y otras menos comunes. La intensidad debe estar muy por encima del umbral de reconocimiento pero no debe ser mucho más alta que los niveles que podemos encontrar en los productos elaborados en cuestión.

En los métodos por vía directa se utilizan frascos, tiras aromáticas o aromas encapsulados.

El método que aún se utiliza con más frecuencia, es la apreciación de aromas introducidos en frascos. Este método se describe a continuación:

Las muestras se preparan en frascos inodoros con tapón de rosca, de vidrio coloreado, que tengan entre 50 ml y 100 ml de capacidad; los productos se absorben en parafina inodora o en una tórula de algodón. La sustancia se debe evaporar lo suficiente en el espacio de cabeza que queda libre en el frasco y se comprobará la intensidad del olor antes de presentar el frasco a los candidatos.

Luego, las muestras se presentan una a una y se pide a los candidatos que describan o anoten lo que perciben. Después de la reacción inicial el organizador puede, si así lo desea, entablar una discusión sobre la muestra con el fin de provocar comentarios y explorar mejor la aptitud de los candidatos para discutir estos estímulos.

La actuación de los candidatos se califica con una escala como la que sigue:

- 3 puntos para la identificación correcta o la descripción correcta del término más comúnmente asociado con el olor;
- 2 puntos para una descripción en términos generales;
- 1 punto para la identificación o descripción de una apropiada asociación tras una discusión;
- 0 para ninguna respuesta.

El nivel satisfactorio de éxito en esta tarea no se puede especificar sino en relación con los productos utilizados. Se puede considerar que los candidatos que no consigan al menos el 65% de los puntos posibles no son panelistas idóneos para llevar a cabo este tipo de prueba.

En la siguiente tabla se dan ejemplos de sustancias olfativas que se pueden utilizar:

**Tabla 3. Ejemplos de sustancias olfativas para las pruebas de descripción de olores<sup>6</sup>**

<sup>6</sup> Norma ISO 8586 – 1: 1993 (UNE 87024 – 1:1995) Sensory analysis -- General guidance for the selection, training and monitoring of assessors -- Part 1: Selected assessors.

Sustancia	Término más frecuentemente asociado con el olor
Benzaldehído	Almendras amargas, cerezas,
Octeno-3-ol	Champiñón,
Acetato de 2-fenil etilo	Floral,
Sulfuro de dialilo	Ajo,
Alcanfor	Alcanfor, medicina,
Mentol	Menta,
Eugenol	Clavo,
Anetol	Anís,
Vainillina	Vainilla,
$\beta$ -Ionona	Violeta, frambuesa,
Ácido butírico	Mantequilla rancia,
Ácido acético	Vinagre,
Acetato de isoamilo	Frutas, caramelos ácidos, plátano, pera,
Dimetiltiofeno	Cebolla asada,

En el caso de la **determinación de la calidad del olor** que es particularmente difícil de diferenciar, es recomendable comprobar en el laboratorio de antemano que los panelistas son capaces de distinguir las calidades del olor en cuestión más allá de toda duda. Una prueba tiene que ser llevada a cabo con gases y/o muestras de líquido (bolsas o botellas). Esta prueba se realiza para los panelistas de terreno.

En el anexo A se muestra un ejemplo de cálculo para la selección de panelistas.

### 5.5.3 Tamaño del panel

El tamaño del panel para una medición adecuada, debe ser suficientemente grande y no menos de diez personas, para poder compensar ausencias y no-disponibilidad sin apuros.

Al seleccionar a los panelistas, debe asegurarse que el grupo esté disponible para cualquier día de medición.

#### ➤ Olfatometría dinámica y estática

Los paneles deben estar compuestos por 8 a 16 personas para realizar medidas básicas por olfatometría dinámica y estática, la cantidad de personas dependerá de la complejidad de la muestra a medir, lo recomendable son 8 personas y si se trata de muestras complejas, se sugiere agregar panelistas a la medición. Para mediciones comparativas un panel más pequeño también es suficiente (mínimo 4 personas).

Si se necesita un resultado más preciso deberían realizarse las mediciones con 16 panelistas.

Al seleccionar el panel, se debe tomar la cautela de tener un mayor número de asesores capacitados disponibles, en caso de requerir reemplazos.

#### ➤ Olfatometría en terreno

Para mediciones en terreno, el panel se debería componer de al menos 10 personas.

No es aconsejable tener un panel con menos de 10 personas. Es necesario reclutar al menos dos o tres veces el número de personas que hacen falta para formar el panel final. Por ejemplo, para obtener 10 personas, es necesario reclutar 40 para poder seleccionar aproximadamente a 20 individuos.

## 5.6 Requisitos de calidad para aparatos de dilución

### 5.6.1 Generalidades

El equipo de dilución debe cumplir tanto con el criterio para la exactitud, la precisión como con el criterio para la inestabilidad.

La conformidad del equipo de dilución usado por un laboratorio a los requisitos de calidad del instrumental debe ensayarse y demostrarse regularmente. La frecuencia de calibración adecuada debe basarse en la historia de funcionamiento del equipo, pero debe ser al menos de una vez al año.

### 5.6.2 Criterios de calidad para el funcionamiento del aparato de dilución

#### 5.6.2.1 Criterios de calidad para la exactitud de dilución.

La exactitud de dilución refleja tanto el sesgo de dilución como el error aleatorio. La variable de ensayo para la exactitud de dilución es  $A_d$ .

Para evaluar la conformidad de un ajuste de dilución con el criterio de exactitud, primero se calcula el intervalo de confianza al 95% para la estimación del sesgo del ajuste de dilución.

$$d_{w,d} - A_{w,d} \cdot r_d \leq \delta_{w,d} \leq d_{w,d} + A_{w,d} \cdot r_d$$

Donde

$$A_{w,d} = \sqrt{\frac{1}{2 \cdot n}}$$

Donde

$A_{w,d}$  es el factor estadístico;

$d_{w,d}$  es la veracidad, expresada como la estimación del sesgo del ajuste de dilución;

$\Delta \delta_{w,d}$  es la veracidad, expresada como el sesgo del ajuste de dilución;

$n$  es el número de resultados de ensayo;

$r_d$  es el límite de repetibilidad.

La veracidad y precisión son calculadas después como se define en los apartados 5.6.2.2 y 5.6.2.3. La exactitud de un ajuste de dilución debe cumplir con:

$$A_d = \frac{|d_{w,d}| + (A_{w,d} \cdot r_d)}{\mu_d} \leq 0,20$$

Donde,

$\mu_d$  es el valor de referencia para un ajuste de dilución (generalmente derivado de la calibración previa).

### 5.6.2.2 Cálculo de precisión (repetibilidad).

El límite de repetibilidad debe calcularse de la desviación típica de repetibilidad para instrumentos de dilución,  $s_{r,d}$  usando:

$$s_{r,d} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{i,d} - \bar{y}_{w,d})^2}{(n-1)}}$$

Donde,

$n$  es el número de resultados de ensayo;

$y_{i,d}$  es un resultado de ensayo;

$\bar{y}_{w,d}$  es la media de los resultados de ensayo.

Entonces el límite de repetibilidad  $r_d$  es:

$$r_d = t \cdot \sqrt{2} \cdot s_{r,d}$$

Donde,

$t$  es un factor de la distribución  $t$  de Student para  $n-1$  grados de libertad y un nivel de confianza del 95%.

### 5.6.2.3 Cálculo de la veracidad (sesgo).

El sesgo del ajuste de dilución  $\bar{d}_{w,d}$  se estima por:

$$\bar{d}_{w,d} = \bar{y}_{w,d} - \mu_d$$

donde  $\hat{y}_{w,d}$  es la media de los resultados de ensayo (un resultado de ensayo y siendo la media de los valores observados para un ajuste; un ajuste es calibrado repetidamente).

### 5.6.2.4 Procedimiento para la conformidad de ensayo de un aparato de dilución.

Para evaluar si un ajuste de dilución cumple con el criterio de exactitud, el ajuste de dilución debe evaluarse repetidamente usando gases trazadores y un monitor, produciendo un número de resultados de ensayo  $y_{i,d}$ . Debe evaluarse la conformidad tan frecuentemente como prudentemente sea necesario. La frecuencia de calibración y evaluación debe determinarse en base al historial actual de calibración del equipo, pero no debe ser inferior a una vez al año.

**5.6.3 Criterio de calidad para la inestabilidad del aparato de dilución.** El criterio de calidad para la inestabilidad de dilución  $I_d$  es:

$$I_d \leq 5\%$$

La inestabilidad para el propósito de esta norma se calcula a partir de las medidas obtenidas por ajuste de una dilución, usando un trazador y un monitor continuo de gas.

Iniciándose en el momento en el cual el evaluador normalmente haría una señal para el inicio del olfateo, se obtienen al menos 10 observaciones de la concentración, que son los valores de ensayo  $y_i$  para el cálculo de la inestabilidad. Este procedimiento se repite cinco veces, simulando cinco presentaciones. Para cada presentación, se calcula la inestabilidad y los valores obtenidos para las presentaciones se promedian finalmente para obtener la inestabilidad.

Para cada serie de  $n$  observaciones obtenidas en una "presentación", se calcula la desviación típica de la inestabilidad:

$$s_{i,d} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (o_j - y_{i,d})^2}{(n-1)}}$$

Donde,

$n$  es el número de observaciones;

$o_j$  es el número  $j$  de observaciones;

$y_{i,d}$  es la media de  $n$  observaciones  $o_j$  en la "presentación"  $i$ .

La inestabilidad  $I_d$  para la "presentación"  $i$ , se calcula después para un nivel de confianza del 95% de dos "colas", usando:

$$I_d = \frac{1,96 \cdot s_{i,d}}{y_{i,d}} \times 100\%$$

El criterio de inestabilidad se ensaya usando la media de al menos cinco valores de  $I_d$ , para cinco "presentaciones".

NOTA 1 - En el anexo B se muestra un ejemplo de cálculo de la inestabilidad instrumental.

NOTA 2 - Como la percepción del evaluador es un proceso rápido, que involucra un número de inhalaciones en un rango de tiempo de 20 s, es importante que la concentración producida permanezca suficientemente constante. Para asegurar esto, se usa la inestabilidad del parámetro de calidad, que sólo considera una parte aleatoria de la variación. Como el tiempo de presentación a un miembro de panel es corto, se asume que el componente sistemático de la inestabilidad (deriva) no aplica a este requisito.

Para evaluar la inestabilidad, el monitor continuo usado en combinación con su sistema de muestreo tiene que tener una respuesta suficientemente rápida para obtener datos significativos. El tiempo de subida y el tiempo de retardo tienen que ser del mismo orden que el intervalo entre observaciones, es decir alrededor de 5 s.

Un ejemplo de cálculo de los criterios de calidad nombrados en los apartados anteriores, se puede ver en el Anexo B

## 6 MUESTREO

### 6.1 Generalidades

Cuando se captan las muestras, se debe tener cuidado, asegurándose que la salud y seguridad de los técnicos de muestreo no esté puesta en riesgo, en la localización de muestreo. Para conseguir esto, la metodología de muestreo debería cumplir con las condiciones reseñadas en el Método CH-5 "Determinación de la emisión de material particulado en fuentes fijas".

### 6.2 Elección del método de muestreo

La elección del método de muestreo que se va a usar depende del tipo de Olfatometría que se va a aplicar.

Pueden considerarse dos tipos de muestreo:

- muestreo dinámico directo;
- muestreo para Olfatometría retardada.

La selección de uno de estos dos métodos dependerá de la fuente que está siendo examinada. En cualquier circunstancia, debe usarse una metodología definida de muestreo, acondicionando adecuadamente la muestra y transfiriéndola al olfatómetro o contenedor, de tal modo que la muestra sea representativa del flujo total de gas que va a ser analizado.

NOTA - El muestreo es una etapa importante en el proceso de medir la concentración de olor de un efluente gaseoso; afectará a la calidad y fiabilidad del resultado.

**6.2.1 Muestreo para Olfatometría directa.** En el muestreo dinámico, la muestra es directamente conducida al olfatómetro, sin almacenamiento en un contenedor de muestra. Este método sólo debe aplicarse a emisiones con un nivel de concentración constante durante la duración del muestreo. Esta técnica de muestreo se aplica a los casos de atmósferas olorosas de fuentes que son, o pueden ser, analizadas (salida de chimenea, respiradero de tanques de almacenamiento, biofiltros, volúmenes líquidos mezclados como en las estaciones de aguas residuales).

NOTA - La ventaja del olfatómetro directo es que el corto tiempo que transcurre entre la muestra y la medida reduce efectivamente los riesgos de modificación en la composición de la muestra gaseosa por reacciones químicas o adsorción. La desventaja de la Olfatometría directa es que requiere el uso de habitaciones de medida ventiladas a fin de aislar los miembros del panel del ambiente, que es siempre oloroso hasta cierto punto. Tal equipo es difícil de implantar y a menudo requiere líneas de muestreo muy largas que pueden perturbar la muestra (condensación, adsorción, admisión de aire).

La Olfatometría retardada mejora la exactitud de la medida al estar los evaluadores en las mejores condiciones ambientales posibles.

**6.2.2 Muestreo para Olfatometría retardada.** En el muestreo para olfatometría retardada, una muestra se capta y se transfiere a un contenedor de muestra para análisis por Olfatometría retardada. Esta técnica de muestreo debe aplicarse si las condiciones de olor de la habitación requiere que los evaluadores no pueden mantenerse en el sitio, o para fuentes donde la concentración de olor puede variar con el tiempo, que es habitualmente el caso. El muestreo para olfatometría retardada puede aplicarse a todas

las fuentes que emitan sustancias olorosas, difusas, canalizadas o aquéllas que pueden ser canalizadas para el muestreo.

La olfatometría retardada puede ser medida en un olfatómetro dinámico o estático.

NOTA - Se recomienda usar uno de los siguientes métodos de captación de muestra:

- el "principio pulmonar" donde la bolsa de muestra se coloca en un contenedor rígido, el aire es eliminado del contenedor usando una bomba de vacío, la baja presión en el contenedor causa que la bolsa se llene con un volumen de muestra igual al que ha sido eliminado del contenedor;
- la aspiración directa, donde la muestra se aspira directamente dentro de la bolsa de muestra, tiene que usarse con precaución, a fin de que la muestra que es captada no se contamine por olores previamente adsorbidos en la bomba y el tubo de muestra, siendo desorbidos en la muestra. Las líneas de muestreo tienen que ser reemplazadas entre muestras y la bomba pasada con gas neutro, hasta que toda la contaminación sea eliminada.

### **6.3 Procedimientos de muestreo**

#### **6.3.1 Método de captación de muestra.**

Cuando se muestrean sustancias olorosas, el contacto entre el equipo de muestreo y la muestra debe ser mínimo. Todas las partes del equipo de muestreo que están en contacto con la muestra deben cumplir con los requisitos del apartado 5.1.

Cuando se reutilicen los materiales, deben aplicarse los procedimientos de limpieza y acondicionamiento, definidos en el apartado 5.1.

Si el flujo de masa de olor contiene material particulado, éste debería eliminarse del flujo de muestra cuando se muestrea.

#### **6.3.2 Predilución durante el muestreo**

##### **6.3.2.1 Generalidades.**

Debe aplicarse predilución de la corriente de gases olorosos cuando hay riesgo de condensación de la muestra, cuando se almacena en condiciones ambientales. La predilución puede aplicarse si la muestra está muy caliente y necesita ser enfriada antes de entrar en el contenedor de muestra.

Cuando se usan filtros, los materiales de los filtros deben cumplir los requisitos especificados en el apartado 5.1. Para prevenir la condensación, el filtro debería calentarse.

##### **6.3.2.2 Equipo y procedimientos para predilución estática durante el muestreo.**

La predilución estática durante el muestreo se hace por llenado de la bolsa de muestra de volumen conocido con un volumen conocido de aire seco, exento de olor o nitrógeno antes de muestrear la corriente de gases olorosos. Esta técnica no debería usarse cuando se requiera una predilución mayor de 3. Para prediluciones mayores, deberían usarse sondas de predilución dinámicas. Cuando se usa predilución estática, deben usarse tubos de muestra calentados para asegurarse que no ocurra ninguna condensación antes de que la muestra entre en la bolsa, donde tiene lugar la dilución real.

NOTA 1 - En factores de dilución  $> 3$ , el error en el factor de dilución se incrementa significativamente, debido al aumento de error relacionado con la medida de volúmenes más pequeños.

NOTA 2 - Cuando se muestrean conductos con una presión estática diferente a la atmosférica, o cuando una presión dinámica se acumula en la línea de muestreo, un sesgo desconocido influirá en la medida de volúmenes y por tanto en el factor de dilución.

### 6.3.2.3 Equipo y procedimientos para predilución dinámica durante el muestreo.

La predilución dinámica durante el muestreo se hace por mezcla de un flujo de gas de muestra con un flujo de gas neutro.

El equipo para la predilución dinámica es el mismo equipo utilizado para realizar el análisis isocinético de la Norma CH-5.

El dispositivo de predilución debe calibrarse regularmente, de manera que se conozca el factor de predilución y se asegure el cumplimiento de los criterios de exactitud y precisión (véase el apartado 5.6). Este procedimiento debería tener en cuenta que el factor de dilución debe permanecer estable durante el período de muestreo.

NOTA - Se requiere un método de calibración y validación de dispositivos de predilución en condiciones de muestreo. Este método debería ser capaz de evaluar exactamente el funcionamiento del muestreador de dilución, cuando se usa en condiciones de altas temperaturas, humedad y presencia de partículas. Los rangos de ensayo son:

Tabla 4.  
Rangos de temperatura para validación del muestreo

Rango de temperatura (°C)			
0	–	50	Ensayo en condiciones de laboratorio
50	–	100	Humedad más alta
100	–	200	Problemas potenciales de material (sellados, etc.)
> 200			Problemas potenciales de material

Estos ensayos tienen como objeto asegurar que el funcionamiento de la sonda/muestreador es el mismo en las condiciones reales de muestreo que las medidas en las condiciones de laboratorio. Para hacerlo así, tiene que seleccionarse una corriente de gas de ensayo adecuada, proporcionando:

- temperaturas altas;
- humedad alta;
- concentraciones altas de partículas;
- concentración relativamente constante de CO<sub>2</sub> (o CO) que puede usarse como un trazador.

Cuando el equipo de dilución se usa con nitrógeno como gas neutro, el fondo de CO<sub>2</sub> en la atmósfera será una interferencia despreciable. El instrumento debería calibrarse con patrones de referencia certificados de CO o CO<sub>2</sub>.

Alternativamente, puede inyectarse un trazador, intermitentemente, durante la duración de un ciclo de muestreo normal. Este método también podría usarse como un método "in-situ". El método de comprobación "in-situ" tiene el propósito de proporcionar un



método para equipos de muestreo para comprobar el factor de dilución "*in-situ*". Como las sondas se limpian después de cada sesión de muestreo, es altamente deseable tal comprobación.

Posibles métodos son medidas de trazador o de flujo (la medida de flujo puede también usarse como una comprobación de fugas).

### **6.3.3 Transporte y almacenamiento antes de la medición.**

Las muestras deberían analizarse tan pronto como sea posible después del muestreo. El intervalo entre el muestreo y la medida no debe exceder de 30 h, ya que las muestras se pueden descomponer y las mediciones no serían la representación de lo real.

NOTA 1 - Todos los procesos que pueden causar deterioro de las sustancias olorosas muestreadas, son progresivos con el tiempo:

- adsorción;
- difusión;
- transformación química.

La transformación química puede minimizarse, reduciendo la disponibilidad de oxígeno y vapor de agua en la muestra por predilución con nitrógeno seco. Los datos de investigaciones sistemáticas y extensivas sobre el almacenamiento de muestra no son concluyentes. Los experimentos indican que las pérdidas después de 24 h a 30 h de almacenamiento pueden ser significantes para algunas sustancias.

Durante el transporte y almacenamiento, las muestras deben mantenerse a menos de 25 °C. La temperatura, sin embargo, debe mantenerse por encima del punto de rocío de las muestras, para evitar condensación.

Las muestras no deben estar expuestas a la luz solar directa o fuerte luz, para minimizar las reacciones (foto) químicas y la difusión.

NOTA 2 - Se aconseja empaquetar las bolsas de muestreo en contenedores rígidos para el transporte.

## 7 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN EN LABORATORIO

### 7.1 Modos de presentación y elección

#### 7.1.1 Generalidades.

Pueden usarse diferentes modos de presentación y elección para obtener una estimación de umbral individual. Aquí se describen estos modos y sus requisitos. Todos producen un resultado común: una estimación del umbral individual (*EUI*). El uso de la *EUI* derivada de cualquiera de estos métodos es entonces idéntico en esta norma.

#### 7.1.2 Modo Si/No.

Al evaluador se le pide evaluar el gas presentado de un puerto específico e indicar si se percibe un olor (Si/No). El evaluador es consciente que en algunos casos, están presentes blancos (sólo gas neutro). Debe estar disponible un segundo puerto que siempre presente gas neutro, para que el evaluador tenga una referencia.

**Tabla 5**  
Expresión de respuestas de panel en modo Si/No

Respuesta	¿Percibió un olor?
Falsa	No
Verdadera	Si

#### 7.1.3 Modo de elección forzado.

Al evaluador se le presentan en dos o más puertos, de los cuales uno presenta el estímulo y el/lo(s) otro(s) el gas neutro. La localización del estímulo en presentaciones consecutivas se distribuye aleatoriamente en dos o más puertos. Al evaluador se le pide indicar cual de los puertos es el del estímulo. Cuando el evaluador duda, se le pide que indique un puerto "al azar". Para reducir la variabilidad y conseguir convergencia con el método de elección si/no, se aplica el siguiente procedimiento para distinguir las respuestas FALSAS de las VERDADERAS. Al evaluador se le pregunta si su elección fue una suposición, una sospecha o una certeza. De la combinación del resultado elegido y el nivel indicado de certidumbre, la respuesta se clasifica como FALSA o VERDADERA.

**Tabla 6**  
Expresión de las respuestas del panel en modo de elección forzada

Respuesta	Resultado elegido	Certidumbre
FALSA	Incorrecto	Suposición
FALSA	Correcto	Suposición
FALSA	Incorrecto	Sospecha
FALSA	Correcto	Sospecha
FALSA	Incorrecto	Certeza
VERDADERA	Correcto	Certeza

## 7.2 Evaluación del tiempo y tiempo inter-estímulo

El tiempo permitido a los miembros del panel para evaluar el estímulo presentado no debe exceder de 15 s.

El intervalo de tiempo inter-estímulo debe ser suficiente para evitar la adaptación de los evaluadores al olor. Este intervalo debe ser al menos de 30 s, cuando se utiliza un orden aleatorio en una serie de dilución.

El intervalo entre las series de diluciones debe ser al menos de 30 s.

## 7.3 Número y orden de presentaciones

Deben exhibirse las presentaciones en una serie de dilución en orden ascendente o aleatorio de estímulos. El factor de paso  $F_s$  debe estar entre 1,4 y 2,4 (inclusive). Durante una medida el factor de paso tiene que permanecer sin cambios.

NOTA - En la práctica, el factor de dilución calibrado real puede ser ligeramente superior o inferior que el factor esperado. El factor de paso entre ajustes de dilución consecutivas no debería diferir más del 20% del valor esperado. El número de presentaciones en una serie de dilución debería ser al menos 3 y preferiblemente 5 ó 6.

Los operadores que usan el modo si/no deben incluir al menos un blanco en cada dilución de modo aleatorio en el orden de presentación. Esto no se requiere en el método de elección forzada, puesto que siempre se suministra una referencia cero.

Debe evaluarse una serie de dilución y debe cumplir con los siguientes criterios estrictos, para ser válido e incluirse en el conjunto de datos para el cálculo del resultado de una medida:

- la serie de dilución debe conducir a una estimación del umbral individual (véase el apartado 9.2.2);
- la serie de dilución debe contener al menos dos respuestas consecutivas VERDADERAS para las dos presentaciones con la concentración de sustancia olorosa más alta;
- si se incluyen blancos y más del 20% de las respuestas a los blancos son VERDADERAS para cualquier miembro del panel, ese miembro de panel tiene que excluirse del cálculo del resultado de esa medida.

## 7.4 Determinación inicial de una serie de presentación al inicio de la medida

Un procedimiento escrito para determinar el inicio de la primera serie de presentación en una medida debe estar disponible para el operador. Este procedimiento debe dirigirse a excluir la posibilidad de un sesgo debido a que los operadores prefieran en la elección el rango de concentración, tanto para las medidas en los materiales de referencia como en las muestras desconocidas.

Es de suma importancia que se siga un protocolo estricto para determinar el rango de dilución que conducirá la serie de dilución válida para las muestras de olor desconocido.

## 7.5 Número de rondas para determinar un umbral de panel

El número de rondas válidas en una medida debe ser al menos 2. Puede hacerse una ronda preliminar de una medida y los datos sistemáticamente descartados (es decir, siempre excluido) para dejar los datos de las siguientes dos rondas en las cuales se basa el cálculo.

En el curso de planificación de la medición, es fundamental que los puntos de medición adyacentes de un cuadrado de evaluación, no estén incluidos en una misma ronda de medición. La consecuencia de esto es que cada medición de grilla consiste de al menos 4 rondas de medición, uno para cada punto de esquina del cuadrado de evaluación.

El umbral de reconocimiento por lo general se encuentra aprox. en 3 UO/m<sup>3</sup> superior al umbral de detección ("Puedo oler algo"). El umbral de reconocimiento se puede determinar, a través de un individuo o un umbral colectivo, es decir, ya sea por una persona individual o por un grupo.

NOTA - El número de rondas y el número de miembros de panel influyen en la repetibilidad de los resultados de medida. Más miembros de panel y más rondas producen mejores resultados. Puede encontrarse un óptimo, usando 5 miembros de panel en tres rondas, de las cuales, la primera ronda se descarta sistemáticamente para el cálculo. Más de cuatro rondas son poco beneficiosas para mejorar la repetibilidad de los resultados.

## 8 PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN EN TERRENO

### 8.1 Guía y Panelistas<sup>7</sup>

#### 8.1.1 Condiciones Generales

Las siguientes condiciones generales deben ser conocidas claramente por los panelistas antes y durante la medición del olor:

- El propósito del análisis y del método usado se debe explicar a los panelistas con mucha anticipación.
- Los panelistas deben saber antes la fecha y la hora de la medición.
- Los panelistas no deben haber bebido alcohol o comer alimentos fuertemente condimentados con un marcado gusto que persiste. Además, ellos no debe tener hambre o sed.
- Los panelistas no deben usar perfumes o cosméticos fuertemente perfumados (incluyendo shampoo y desodorantes)
- El fumar se permite solamente en los intervalos largos y siempre que no cause fuertes olores adicionales en el pelo y ropas, etc. de los panelistas. Todos dejarán de fumar 30 minutos antes del comienzo de una medición.
- Las personas no deben oler hasta después de media hora desde su última comida.
- Si el panelista ha tenido que viajar lejos, entonces debe descansar antes de iniciar el trabajo.
- Antes de cada inspección del terreno, la salud y bienestar de cada panelista debe ser comprobada. Los panelistas que sufren de un resfriado y otras enfermedades que afecten el sentido del olfato el proceso de medición, deben ser excluidos de la medición.
- Como control de los panelistas, tienen que llevarse a cabo inspecciones en el acto en el lugar. Es aconsejable chequear a cada panelista por lo menos una vez.
- La comunicación personal entre el guía y el panelista se debe restringir en lo mínimo. También se debe cuidar que los panelistas no influyan mutuamente uno del otro.

### 8.2 Guía

La medición debe ser realizada y llevada a cabo por un guía que cuente con la experiencia suficiente en investigaciones de impacto de olores con panelistas. Puede ser cualquier persona, pero se recomienda que sea uno de los panelistas para reemplazo. Su tarea es organizar todas las mediciones y dar las instrucciones a los panelistas para su tarea. El guía es el responsable de ubicar a los panelistas en los puntos de medición dentro de la grilla. Además, debe asegurarse de:

- Guardar los registros
- Que el método de medición sea entendido y utilizado correctamente por los panelistas
- Realizar una inspección durante la medición en terreno. Si, durante la inspección, se encuentran algunas faltas en la manera de trabajar del panelista, esto debe ser manifestado inmediatamente y corregir en el acto.

---

<sup>7</sup> VDI 3940, Determination of Odorants in Ambient Air by Field Inspections.

### 8.3. Medición Individual

#### 8.3.1.- Efectuar Medición Individual

También es aconsejable llevar a cabo algunas mediciones de prueba con todo el grupo en terreno. Esto le da al guía la oportunidad de responder directamente a los acontecimientos fuera de lo común o dudas y responder a cualquier pregunta que pueda surgir.

La Medición individual es realizada por el panel. La duración de la medición debe ser de a lo menos 10 minutos para dar por lo menos 80% de confiabilidad de una evaluación representativa de la situación del olor en una hora particular.

La medición consiste en que cada panelista se dirige hacia un punto de medición asignado y realizar pruebas de inhalación del aire.

Para calcular el *Porcentaje del Tiempo de Olor*, se utilizan dos métodos:

- a) El panelista analiza el aire ambiente en intervalos regulares, cada 10 segundos, que da 60 muestras en 10 minutos. La frecuencia del olor es el número o las respuestas positivas divididas por el número total de muestras.
- b) El panelista analiza cada respiración, encendiendo el cronómetro al principio y lo apaga en el final de cada episodio de percepción de olor. El porcentaje del tiempo de olor es la suma de los tiempos del episodio de olor divididos por la duración total de la medición.

De acuerdo con la definición de la característica del olor ambiente, el panelista debe analizar el aire ambiente por un olor definitivamente reconocible. El olor se reconoce definitivamente si el panelista es capaz definitivamente de identificar su calidad<sup>8</sup>.

Los panelistas dan un código de la calidad del olor (tipos), contra las cuales pueden comprobar el olor. El código del olor es elegido dependiendo del objetivo de la prueba y debe ser especificado de antemano. Antes de comenzar la planificación de la prueba, al panelista se le debe dar la oportunidad de familiarizarse con las muestras de los varios olores involucrados. Sin embargo, esto no es necesario si el panelista está ya familiarizado con los olores.

Los olores identificados pero no listados en el código del olor deben ser informados como "otros olores", el panelista debe describir en pocas palabras el tipo de olor.

Además de medir el porcentaje del tiempo de olor, al panelista también se le puede solicitar determinar la *intensidad* del olor. Él determina la intensidad de cada muestra inhalada de acuerdo a la Escala de Grado de la Intensidad<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> **Nota:** Es característico que las personas con sentido del olfato solo perciben la presencia de un olor cuando esta concentración es sobre un cierto nivel, llamado umbral del olor. Como aumenta la concentración más lejana, la persona todavía solo puede decir que hay un olor, sin ser capaz de identificarlo (umbral de la percepción del olor). Solo después de aumentar la concentración más lejana, es posible además identificar el tipo de olor (reconocimiento del umbral). El reconocimiento del umbral puede ser de tres a diez veces superior que la percepción del umbral.

<sup>9</sup> Guía VDI 3882, Parte 1. "Olfatometría - Determinación de la Intensidad del Olor"

**Tabla N° 7.** Escala de nivel de la Intensidad

0	Sin olor
1	Muy leve
2	Leve
3	Inconfundible
4	Fuerte
5	Muy Fuerte
6	Extremadamente Fuerte

Esto permite calcular la distribución de los resultados de la intensidad y el porcentaje del tiempo para los cuales está presente cada nivel de la intensidad.

### 8.3.2.- Recopilación de los Resultados y Cálculo del Porcentaje del Tiempo del olor.

Mientras el panelista está realizando una medición individual, su percepción debe ser registrada como si registrara los resultados de la prueba en un instrumento. Los métodos de rango deben ser escritos en papel o usando un instrumento electrónico que registra los datos. El método elegido también depende si las respuestas "si/no" o también la intensidad y/o la cualidad del olor y todo debe ser registrado.

#### a. Recopilación de datos del tiempo usando la forma de registro en papel.

La manera sencilla de medir el porcentaje del tiempo del olor es el uso de un reloj u observar intervalos de horas y registrar los resultados del muestreo en papel (Ver ejemplo en Fig. 1). El porcentaje del tiempo es determinado por el conteo de las respuestas "si" y dividido esto por el número de muestras.

$$A_{+} = \frac{L_{+}}{R}$$

Donde:

$L_{+}$  : número de respuestas positivas

$R$  : número de muestras

Figura 1. Forma del expediente de datos para una medición individual con los datos tabulados de la observación (ejemplo)

Fecha	: 26 de Noviembre de 1987	
Hora	: 11:45 hrs.	
Panelista	: 108	
Punto de Medición	: 4711	
Muestra Inhalada (N°)	Evaluación	
	Intensidad	Código de Calidad
1	0	-
2	2	B
3	2	K
4	1	K
5	3	B
6	1	B
7	0	-

8	0	-
9	0	-
10	0	-
etc.		

Este método no solo puede ser usado para las respuestas "si/no", también para la clasificación de la intensidad del olor. Para hacer esto, en primer lugar el número de horas que ocurre cada grado de intensidad se cuenta, y luego la proporción anotada en cada nivel de intensidad es calculada de la misma forma que para la proporción de respuestas positivas.

$$A_0 = \frac{L_0}{R}$$

$$A_1 = \frac{L_1}{R}$$

Donde,

$L_0$  : número de respuestas con intensidad  $I = 0$

$L_1$  : Número de respuestas con intensidad  $I = 1$

NOTA 1 - En el anexo C se muestra un ejemplo de cálculo de intensidad de olor, grado de molestia o frecuencia porcentual.

### b. Recopilación de Datos mediante el uso de reloj o un aparato de conteo simple.

Otro método para determinar el porcentaje del tiempo de olor es utilizar un reloj o un cronómetro. En vez de anotar los resultados de cada muestra en una planilla de registro, la persona presiona el cronómetro para cada muestra que posee un olor definitivamente reconocido (Ver Fig. 2). El porcentaje del tiempo del olor se calcula por la ecuación señalada en el punto 8.3.2. a). Este método no se puede utilizar para registrar la intensidad de las muestras.

Fig. 2. Forma del expediente de datos para una medición individual usando un aparato de conteo simple para registrar las muestras positivas (ejemplo)

Fecha	: 25 de noviembre de 1987	N° de Muestras inhaladas	: 60
Hora	: 11:45 hrs.	N° de Muestras positivas	: 15
Panelista	: 108		
Punto de Medición:	4711	Código de Calidad	: 01

### c. Recopilación de datos usando un cronómetro

Durante la medición, el panelista está parado en el punto de la medición, respirando naturalmente y tranquilamente, y enciende el cronómetro cada vez que percibe un olor definitivamente reconocido y lo para cuando el olor no se percibe más. Al final de la duración de la medición, el cronómetro muestra el tiempo acumulado durante el cual el olor fue reconocido definitivamente.



Los resultados se anotan en un papel. En vez del número de muestras positivas, se anota el tiempo acumulativo durante el cual el olor fue percibido. El porcentaje del tiempo del olor se calcula de la siguiente forma:

$$A_+ = \frac{T_+}{T}$$

Donde:

- $T_+$  : Tiempo durante el cual se reconoció el olor
- $A_+$  : Porcentaje del tiempo del olor
- $T$  : Duración de la medición

Este método no se puede utilizar para registrar la intensidad.

Al definir los puntos de medición, se debe tener cuidado de que los panelistas puedan permanecer a la intemperie y no estén en las inmediaciones de viviendas, muros altos, bordes de bosques, etc. Las carreteras muy transitadas son también puntos de medición inadecuados (ruido, olores del tráfico). Lo mismo se aplica a las líneas de ferrocarril y paradas de autobuses, taxis, etc.

A nivel local las fuentes delimitadas de olor tales como conductos de ventilación, tapas de alcantarillas, sitios de compostaje, cafeterías o estaciones de gasolina deben ser evitadas a la hora de definir los puntos de medición.

Los puntos de medición cerca de lugares de reunión, como por ejemplo, los patios de una escuela, paradas de autobuses, kioscos, semáforos, parques infantiles, no son muy adecuados debido a las frecuentes perturbaciones previstas durante la medición.

Para los puntos de medición en una propiedad privada, como por ejemplo, en tierras de cultivo o en praderas, estacionamientos, patios, jardines, etc., debe obtenerse con anticipación por escrito un permiso para acceder a estos sitios. El guía debe llevar este permiso con él durante su trabajo de medición. Deben ser preferidos los puntos de medición de libre acceso.

Los puntos de medición en espacios abiertos deben estar marcados permanentemente, por ejemplo, con postes, y ser claramente visible por la noche, como por ejemplo, con pintura fluorescente. En el curso de planificación de la medición, cada punto de medición debe ser puesto por escrito con la mayor precisión posible. Esta descripción se entregará a los panelistas. Para que sea más fácil encontrar los puntos de medición, puede ser útil documentar fotográficamente el lugar.

Cuando se definen los puntos de medición y la forma de acceder a ellos, hay que tener cuidado de no poner en riesgo a los panelistas, como por ejemplo, al tráfico de vehículos. Cuando se trabaja en la oscuridad, los panelistas deben usar preferentemente ropa de color claro. En la planificación la asignación de panelistas femeninas, por ejemplo, en la oscuridad o en zonas aisladas, se debe dar alta prioridad a su seguridad personal.

La ropa y el equipo de los panelistas tienen que ser adaptadas a las condiciones meteorológicas. Como protección contra el frío, es aconsejable llevar ropa abrigadora,

zapatos forrados y guantes adecuados que no obstaculicen la escritura o el funcionamiento de los dispositivos de conteo. En la lluvia, una capa es más práctica que un paraguas, ya que ambas manos están libres para registrar los olores. Debe haber una protección adecuada contra la lluvia para las hojas de registro.

## 8.4 Método de Medición

### 8.4.1. Mediciones de Rejilla, Grilla o Cuadrado.

#### *a. Aspectos Generales*

Antes de comenzar la prueba, el *área de evaluación* tiene que ser marcada. Su tamaño y forma dependen de la fuente a medir y del tipo de emisor que deben ser estudiados, por ejemplo:

- Debe ser determinada el área de inmisión de un solo emisor, en este caso el área de evaluación es un círculo de suficiente diámetro, donde en el centro se encuentra el emisor. Para estimar el tamaño necesario del círculo, las visitas de inspección al emisor deben realizarse en la dirección del viento.
- Debe ser investigado el impacto de olor de uno o más emisores en un área de impacto definida.
- Las inmisiones odorantes deben ser medidas con el propósito de trazar el olor de un área. En este caso el área de evaluación es el área trazada.

Sobre el área de evaluación se dibuja una rejilla de puntos, separados equidistantes. El objetivo de definir la distancia entre los puntos de medición (módulo de la grilla) es para lograr una distribución lo más homogénea posible del impacto de olor sobre el cuadro de evaluación. Debería ser elegido inicialmente un módulo de 250 metros. Dependiendo de las necesidades en cada caso particular, pueden ser módulos más grandes (500 m como máximo) y módulos más pequeños (por ejemplo, 125, 100 o 50 metros).

Normalmente es suficiente definir el área de evaluación como un círculo cuyo centro coincide con la ubicación de la fuente o, en el caso de varias fuentes de instalación, con el foco de emisión cuyo radio es igual a 30 veces la altura de la chimenea. En el caso de instalaciones con chimeneas bajas (<20 m), el área de evaluación debe ser definida de manera que la distancia más corta desde el borde de la instalación a la frontera exterior de la zona de evaluación sea por lo menos de 600 m.

En casos especiales puede ser necesario ampliar el área de evaluación para satisfacer las necesidades de la medición. De especial interés en este contexto son las zonas de reclamos. En el caso de fuentes bajas y/o fugitivas, y distancias de menos de 250 m a los edificios más cercanos y donde se quiere realizar la evaluación, los cuadros pueden reducirse en tamaño con el fin de cubrir lo que se necesita. En tales situaciones, es útil reducir el tamaño del cuadro a 50 m x 50 m o si las inspecciones en el terreno demuestran que el olor del impacto esperado es sólo a distancias muy cortas, es posible una reducción en el tamaño del área de evaluación.

Durante un período de evaluación de un año, las mediciones individuales se hacen en los puntos de medición de la red de la rejilla para medir las inmisiones odorantes. Cuando el período de evaluación se elige de un año, son necesarias paralelamente las

mediciones meteorológicas. En este caso los resultados obtenidos durante el período de evaluación tienen que ser extrapolados, con la ayuda de las mediciones meteorológicas y los datos estadísticos a largo plazo deben ser representativos sobre el viento y el tipo de dispersión.

En casos excepcionales el período de la prueba se puede reducir a 6 meses. En este caso, deben ser realizadas las mediciones meteorológicas paralelas. Los resultados meteorológicos se deben comparar con los datos a partir de una estación meteorológica oficial<sup>10</sup>, a condición de que estos datos sean aplicables al área de evaluación.

La decisión sobre la duración del período de evaluación para una tarea particular definida requiere la consideración anterior y sopesar los siguientes factores:

- El grado de confiabilidad deseada o exigida de los resultados, con respecto a consecuencias tales como planeamiento del uso del suelo, de la imposición oficial de las medidas odorantes de la reducción en los emisores, o similares.
- La razón costo/beneficio de las mediciones de inmisión.

Para asegurarse de que los puntos de medición de rejilla sean físicamente accesibles y para prevenir la distorsión de los resultados debido a otras fuentes de olor localizadas, tales como tráfico de camino, puestos de fritura de pescados o hamburguesa, etc., la localización exacta del punto de medición se puede mover levemente a las condiciones favorables del lugar. La distancia del punto de rejilla teórico no debe exceder el 25% del punto inicial descrito en la cuadrícula.

Dentro del período de evaluación, para tener datos válidos estadísticamente, se deben hacer 26 mediciones en cada punto de medición. Esto significa que para cada cuadrado de la rejilla, y por lo tanto, para todo el procedimiento de inspección en terreno dentro del período de evaluación de un año, tienen que ser planeados 104 días de medición. El día de medición debe ser planificado para ser representativo en lo que respecta a la época del año, el día de la semana y hora del día. En particular, esto significa que las mediciones son necesarias también en domingos y festivos, y por la noche. Las fechas de medición se pueden elegir sistemáticamente para cumplir con los requisitos respecto a la época del año, semana y día. Una reducción en el número de muestras no está permitida por motivos estadísticos.

Al programar el inicio diario de la inspección, se debe tener cuidado de que después de cuatro mediciones por punto de medición, todos los momentos del día (mañana, mediodía, tarde y noche) deberían haber sido cubiertos por lo menos una vez. Después de las 26 mediciones por punto, se debería haber medido considerando todos los momentos de día.

En términos de la planilla en su conjunto y de cada ronda de medición, los panelistas deben ser ocupados con aproximadamente igual frecuencia. Se debe tener cuidado de que las mediciones de cada uno de los panelistas o grupos no puede ser sistemáticamente limitada a determinadas horas.

<sup>10</sup> Se recomienda utilizar la Dirección Meteorológica de Chile.

El número de panelistas necesarios para un día de medición debe ser seleccionado de un grupo de al menos diez personas y dependerá de la extensión del área de estudio.

Es preferible que las visitas a terreno sean confidenciales para el personal de la fuente que está generando el olor, para evitar manipulación o dudas por parte de autoridades.

***b. Medición de la característica del olor ambiente.***

Para cada punto de medición, el porcentaje de medidas individuales positivas se calcula de la siguiente forma (porcentaje de las "horas del olor"):

$$H_m = (A_m / W_m) \cdot 100 \quad \text{in \%}$$

Donde,

- $H_m$  : Proporción de las mediciones individuales positivas
- $A_m$  : Número de mediciones individuales positivas
- $W_m$  : Número de mediciones individuales por puntos de medición
- $m$  : Número ordinal de puntos de medición

La proporción de las mediciones individuales positivas ( $H_m$ ) en el punto de medición ( $m$ ) es igual a la característica del olor ambiente ( $K_p$ ) en ese punto:  $H_m = K_p$ .

La característica del olor ambiente para cada cuadrado ( $K_A$ ) es calculado por el promedio aritmético de los parámetros ( $K_p$ ) de los puntos de medición en las esquinas del cuadrado referido:

$$K_A = \sum_{i=1}^4 \frac{K_{P,i}}{4}$$

***c. Mediciones Meteorológicas.***

La dirección del viento da pistas importantes en cuanto al emisor de los odorantes de una medición individual de inmisión. Al usar el método de medición de rejilla, los métodos simples para estimar la dirección del viento son suficientes, como por ejemplo brújula y bandera, un globo ligero, cartucho de humo o similares. Un método de confianza es utilizar los datos medidos por una estación meteorológica próxima, con tal que estos datos sean aplicables al área de evaluación.

Las percepciones del olor son causadas por los emisores que deben ser buscados contra el viento del área de evaluación en términos de dirección del viento predominante. De esta manera, usando el método de medición de rejilla, es posible identificar un emisor y también determinar qué proporción de la característica del olor ambiente total se debe a este emisor.

Ver anexo D para análisis de datos

#### d. Criterios de Evaluación<sup>11</sup>

##### d.1. Valores límites de inmisión

Tabla 8. Valores límites de inmisión ( $I_{límite}$ ) para diferente uso de la tierra

Zonas Residenciales y Áreas Mixtas	Zonas Industriales y comerciales
0.10	0.15

Nota: Los valores límites son frecuencias relativas de horas-olor

Los valores límites se aplican únicamente en relación con la determinación de los valores característicos del impacto de olor ambiental.

##### d.2. Evaluación durante la medición

Se hace una distinción entre los valores característicos del impacto de olor inicial  $I_{inicial}$ , el impacto adicional  $I_{add}$  y el impacto total  $I_{total}$ . Estos son determinados para cada cuadrado de evaluación en el área de estudio. El impacto inicial es el impacto de olor originado por instalaciones existentes, sin considerar el impacto adicional causado por el objeto que ha de ser medido.

El impacto adicional es determinado de acuerdo a la Sección f.

El valor característico del impacto total es calculado a partir del valor característico del impacto inicial y el impacto adicional según Sección g.

Cuando el caudal de olor es determinado, todas las emisiones de la instalación en conjunto tienen que ser incluidos. Si se han planificado cambios significativos en el funcionamiento de una instalación, las emisiones esperadas de la sección a ser modificada deben ser consideradas, así como las emisiones de los sectores que se verán afectados por el cambio.

En las evaluaciones necesarias para obtener una medición, el factor de corrección  $k$  (véase la Sección e.1) es tomado en cuenta en las mediciones en terreno, porque de lo contrario no hay ninguna certeza estadística reconocida de que los requerimientos de la medición sean reunidos

#### e. Valor característico de un impacto de olor inicial en el aire ambiente

##### e.1 Observaciones generales

El valor característico de un impacto de olor inicial  $I_{inicial}$  es obtenido a partir de

<sup>11</sup> Guideline On Odour in Ambient Air (GOAA)

$$I_{\text{inicial}} = \frac{k \cdot n_V}{N}$$

donde N es el tamaño de la muestra (N = 52 o 104) y  $n_V$  es la suma de las horas olor que fueron determinadas en las cuatro esquinas del cuadrado de evaluación (Sección e.7).

El factor de corrección k de la Tabla 9 representa la incertidumbre estadística del impacto de olor determinado con el tamaño de las muestras N = 52 o N = 104. El factor de corrección k fue obtenido de una prueba de hipótesis con la distribución binomial.

Tabla 9. Factor de Corrección k

Tamaño de la Muestra N	Área residencial o mixta	Área industrial o comercial
52	1.7	1.6
104	1.5	1.3

### e.2. Evaluación del Área

El área de evaluación es la suma de todos los cuadrados de evaluación que se encuentran completamente dentro de un círculo sobre el centro de gravedad de las fuentes de emisión con un radio de 30 veces la altura de la chimenea. El radio mínimo es de 600 m.

En instalaciones con fuentes fugitivas de olor cuyas salidas son inferiores a 10 m sobre el suelo, el radio es seleccionado de tal manera que la distancia entre la línea del círculo y el borde del sitio emisor no sea inferior a 600 m.

### e.3 Cuadrados de evaluación

Los cuadrados de evaluación, son cuadrados en forma de subdivisiones del área de evaluación. Sus lados son por lo general de 250 m de largo, si el impacto de olor sobre ellos es bastante homogéneo.

Es admisible agrandar el cuadrado de evaluación si la distribución del olor sobre este cuadrado es consistentemente homogénea. Los valores límite establecidos no tienen que ser adaptados porque fueron obtenidos independientemente del tamaño de los cuadrados. La grilla de cuadrados se ajusta de tal manera que el centro de gravedad de las fuentes de emisión coincida con el centro de uno de los cuadrados.

### e.4 Altura de la Medición

Por regla general, los olores en el aire ambiente son medidos alrededor de 1,5 a 2,0 m sobre el suelo y a una distancia horizontal de al menos 1,5 m de edificios.

### e.5 Período de Medición

El período de medición debe ser representativo de un año entero. Por regla general, dura seis meses.

Las mediciones han de ser distribuidas uniformemente a lo largo de las 24 horas del día para obtener resultados representativos.

#### *e.6 Puntos de Medición*

Los puntos de medición tienen que ser fijados lo más cerca posible de los nodos de la grilla del cuadrado en los que el área de evaluación es analizada. Si las circunstancias locales impiden esto, se selecciona el punto más cercano conveniente. Los puntos de medición tienen que ser ubicados fuera de la zona de las fuentes.

En principio, los puntos de medición son fijados en los alrededores de la instalación sólo donde el impacto de olor es relevante para una posible molestia. Estas son particularmente aquellas zonas que están pobladas en forma permanente. Por ejemplo, no son necesarios puntos de medición en bosques y áreas contiguas de agricultura u horticultura.

#### *e.7 Métodos y Frecuencia de Medición*

Como regla general, el impacto de olor tiene que ser determinado por las mediciones del campo olfativo (mediciones de la grilla). Durante el período de medición, cada esquina del cuadrado de evaluación es visitada por los miembros del panel 13 ó 26 veces, dependiendo de la certeza estadística requerida. Estas visitas deben ser distribuidas a través del período de medición a intervalos igualmente largos. Los resultados obtenidos en todas las cuatro esquinas de un cuadrado de evaluación son añadidas al número  $n_v$  de horas olor para este cuadrado de evaluación. La secuencia de visitas a los puntos de medición es organizada de tal manera que los puntos de medición vecinos, sean visitados en diferentes días. De esta forma se garantiza que, al mover la colección de datos espaciales, el valor característico calculado para cada cuadrado de evaluación y cada período de medición contendrán los datos de medición de cuatro días diferentes.

Los miembros del panel para cada medición de campo individual son seleccionados de un determinado grupo de al menos diez personas. Los miembros del panel son contactados antes de las mediciones. Los resultados de estas mediciones se deben registrar.

Es importante tener cuidado de que sólo se registrarán los olores claramente identificables, es decir, sólo aquellos olores que pueden ser determinados con un grado suficiente de seguridad en equipos o en la instalación y que pueden ser bien distinguidos de los olores causados por el tráfico del camino, la calefacción doméstica, la vegetación, difusión de estiércol, etc.

El impacto de olor inicial es determinado con suficiente precisión, si los miembros del panel permanecen 10 minutos en cada punto de medición (intervalo de medición) y si las condiciones descritas anteriormente son observadas. La medición se cuenta como una

"hora olor", si los olores emitidos son identificados durante el 10% del intervalo de medición (porcentaje de tiempo de olor). Las percepciones del olor deben ser registradas.

*f. Valor característico  $I_{add}$  de un impacto de olor adicional en el aire ambiente*

El valor característico  $I_{add}$  del impacto adicional es calculado utilizando una unidad de medida de 1 unidad de olor por metro cúbico ( $uo/m^3$ ) (olor identificable).

El espaciado de las líneas de la grilla para el modelado de dispersión es la mitad del espaciado de los cuadrados de evaluación. Los puntos de intersección de estas líneas de la grilla de dispersión son los puntos del cálculo en el modelado

El valor característico  $I_{add}$  del impacto de olor adicional es calculado de la siguiente manera:

$$I_{add} = \frac{n_z}{9 \cdot 8760}$$

donde  $n_z$  es el número de horas olor en el punto de evaluación nueve del modelado.

*g. Evaluación*

El valor característico  $I_{inicial}$  del impacto de olor inicial es calculado para cada cuadrado de evaluación del área de evaluación, tanto para los resultados de las mediciones sobre el terreno como para el modelo de dispersión.

El valor característico del impacto de olor total  $I_{total}$  es obtenido sumando los valores característicos del impacto de olor inicial  $I_{inicial}$  y el impacto de olor adicional  $I_{add}$ :

$$I_{total} = I_{inicial} + I_{add}$$

El valor característico del impacto de olor total es redondeado a dos dígitos decimales y comparado con el valor límite pertinente (uso de la tierra) de la Tabla 8.



## 9. REGISTRO, CÁLCULO E INFORME DE DATOS

### 9.1 Requisitos mínimos de registro de datos

#### 9.1.1 Registro de datos de muestreo.

Deben registrarse los siguientes datos mínimos para cada muestra que se capta:

- la identificación de la fuente objeto de investigación;
- la determinación de las condiciones de proceso de la fuente durante el muestreo;
- la identificación de la muestra de olor;
- la identificación del operador;
- la identificación del equipo de dilución usado;
- la fecha y hora de muestreo;
- las condiciones de muestreo reales;
- la posición de muestreo en la fuente de olor real,
- cualquier predilución en la fuente, incluyendo el factor de dilución aplicado;
- cualquier desviación de los requisitos de esta norma.

#### 9.1.2 Registro de los datos de la medición.

Para cada medida de la concentración de olor, deben registrarse los siguientes datos mínimos:

- la identificación del operador;
- la fecha y hora y localización de la medida;
- las condiciones durante la medida;
- el rango determinado inicialmente de diluciones;
- cualquier predilución antes de la medida, incluyendo el factor de dilución aplicado;
- el código personal de los evaluadores involucrados;
- el número de rondas presentadas;
- el número y valor nominal de las diluciones presentadas;
- el número, posición y respuesta a los blancos;
- las respuestas de los miembros de panel a todas las diluciones presentadas;
- cualquier desviación de los requisitos de esta norma;
- para cada miembro de panel utilizado, se registra la estimación media del umbral individual y la desviación típica de las respuestas al material de referencia (n-butanol).

## 9.2 Cálculo de la concentración de olor de una muestra de un conjunto de respuestas de miembros de panel

### 9.2.1 Generalidades.

El factor de dilución al umbral de panel  $Z_{EUI, panel}^{12}$  es el factor de dilución que fue aplicado a la muestra para llegar a la respuesta fisiológica del panel que es equivalente al de  $1 \text{ uo/m}^3$ . Este factor de dilución es el valor nominal de la concentración de olor de la muestra examinada  $C_{od}$  en  $\text{uo/m}^3$ .

<sup>12</sup>  $Z_{EUI, panel}$ : es la estimación del umbral individual expresado como un factor de dilución de todos los miembros del panel.

El factor de dilución en el umbral de panel  $Z_{EUI,panel}$  se calcula como la media geométrica de las estimaciones del umbral individual ( $EUI$ ) de los miembros de panel, después de la investigación retrospectiva. La concentración de olor, en  $uo/m^3$  es entonces igual al valor numérico de este factor de dilución  $Z_{EUI,panel}$ .

NOTA 1 - En el anexo E se muestra un ejemplo de los cálculos.

NOTA 2 - Hay gran variedad de modelos para calcular la concentración de olor de una muestra de olor. El resultado de los diferentes métodos puede dar origen a diferencias sistemáticas. Una condición importante, para obtener datos de valor es el requisito de que el umbral de panel de olor debería caer en el centro de las estimaciones de umbral individual obtenido del número mínimo de series de dilución de los miembros de panel. Si estos requisitos son satisfechos, la concentración de olor de una muestra examinada es exactamente calculada como la media geométrica de las estimaciones de umbral individual. En un "buen dato", el método de cálculo tiene poco efecto, mientras que en un "mal" dato, la sensibilidad del cálculo de "aberrantes" puede tener un efecto significativo.

NOTA 3 - La relación entre el estímulo y la intensidad percibida es logarítmica. Para expresar las concentraciones de olor en una unidad que refleje la intensidad de olor, antes que la concentración de olor, se sugiere un planteamiento análogo al que expresa el nivel de presión sonora en decibelios. El "nivel de olor" puede expresarse en decibelios de olor,  $dB_o$ , que se calcula como el logaritmo decimal ( $\log_{10}$ ) de la concentración de olor, multiplicado por 10.

### 9.2.2 Cálculo de la estimación del umbral individual para si/no y elección forzada.

La estimación del umbral individual  $Z_{EUI}$ , se calcula de una serie de dilución, véase el apartado 7.3.

La estimación de umbral individual se define por las dos presentaciones en una serie de dilución, clasificadas en orden decreciente de concentración de olor, donde ocurre un cambio significativo (cierto) en las respuestas, desde respuestas consistentemente VERDADERAS a una respuesta FALSA. La estimación de umbral individual  $Z_{EUI}$  se calcula como la media geométrica de los factores de dilución de las dos presentaciones definidas.

Para las medidas de sustancias olorosas de referencia, este valor puede convertirse a una estimación de umbral individual, expresado como una concentración másica, usando la concentración conocida del gas de referencia, dividida por  $Z_{EUI}$ .

### 9.2.3 Investigación retrospectiva de los miembros de panel después de cada medida.

La investigación retrospectiva, de acuerdo al siguiente procedimiento, debe aplicarse al conjunto de valores de  $Z_{EUI}$  en una medida. El propósito de excluir a los miembros de panel que muestren respuesta desviada debida a factores sanitarios (enfriamientos, alergias, inhalación de sustancias) o hiperosmia o anosmia específicas para el olor de la muestra analizada.

La investigación retrospectiva asume que los miembros de panel mostrarán comportamiento sensorial normal, dentro de límites definidos por la selección de panel en materiales de referencia. Se asume que no más que un tercio de los miembros de panel mostrará comportamiento anómalo.

La investigación retrospectiva se lleva a cabo sobre la base del parámetro  $\Delta Z$ , el cociente entre una estimación del umbral individual  $Z_{EUI}$  y la media geométrica  $Z_{EUI}$  de todas las estimaciones del umbral individual en una medida.

$$\text{si } Z_{EUI} \geq \bar{Z}_{EUI} \quad \text{entonces} \quad \Delta Z = \frac{Z_{EUI}}{\bar{Z}_{EUI}}$$

y

$$\text{si } Z_{EUI} < \bar{Z}_{EUI} \quad \text{entonces} \quad \Delta Z = -\frac{\bar{Z}_{EUI}}{Z_{EUI}}$$

El parámetro  $\Delta Z$  debe cumplir con:

$$-5 \leq \Delta Z \leq 5$$

Si una o más estimaciones de umbral individual de uno o más miembros de panel no cumplen, todas las estimaciones de umbral individual del miembro de panel con la mayor  $\Delta Z$ , debe excluirse del conjunto de datos para el cálculo del umbral de panel para esa medida. Después, se repite el procedimiento de investigación, y después se recalcula  $Z_{EUI}$  para esa medida. Si otra vez, uno o más miembros de panel no cumple, debe excluirse el miembro de panel con el mayor  $\Delta Z$ .

Se repite el procedimiento de investigación hasta que todos los miembros de panel en el conjunto de datos, cumplan. El último valor de  $Z_{EUI}$  que se obtiene es el factor de dilución en el umbral de panel  $Z_{EUI, \text{panel}}$

#### 9.2.4 Requisitos mínimos para un conjunto de respuestas de miembros de panel.

Una medida debe consistir de al menos 8 estimaciones de umbral individual, después de la investigación retrospectiva, para determinar un umbral del panel. Cada uno de los miembros de panel en una medida, debe tener el mismo número de EUI.

Cuando un conjunto de respuestas de miembro de panel no cumple los requisitos, deben presentarse presentaciones adicionales a los miembros adicionales de panel. Estas presentaciones adicionales deben hacerse el mismo día y usando la misma muestra que se usó para la primera parte de la medida.

#### 9.3 Cálculo del caudal de olor de la concentración de olor y caudal volumétrico

El caudal de olor ( $q_{od}$ ) es el producto de la concentración de olor  $c_{od}$  por  $V_{R,20}$  (el caudal volumétrico en condiciones normales para olfatometría = 20 °C y 101,3 kPa, en base húmeda).

NOTA 1 - En el anexo F se muestra un ejemplo de cálculo para condiciones normales para una emisión húmeda.

NOTA 2 - Si los caudales de olor de varias fuentes tienen que combinarse para obtener un caudal de olor total, se propone la suma de los caudales de olor individuales.

#### 9.4 Cálculo de la eficiencia de la disminución de olor

La eficiencia de la disminución  $\eta_{od}$  se calcula como:

$$\eta_{od} = \frac{q_{od,crudo} - q_{od,limpio}}{q_{od,crudo}}$$

Si los caudales permanecen sin cambios por medida de la disminución, pueden usarse las concentraciones de olor, en vez de los caudales. Debería mencionarse que esto es una mera eficiencia técnica, haciendo caso omiso de posibles cambios de intensidad o calidad.

NOTA - El anexo G da un ejemplo del número de muestras que deben tomarse a la entrada y salida para determinar una cierta eficiencia.

#### 9.5 Presentación y requisitos mínimos para el informe y archivo de resultados

##### 9.5.1 Los datos mínimos para el informe.

Los datos mínimos para el informe, deben incluir:

- el método usado para realizar la medida, es decir, el modo de presentación como se muestra en el apartado 7.1;
- un registro de los datos explícitos aplicado, donde la norma describe un requisito mínimo, u ofrece una elección o una alternativa;
- el estado de calibración de la medida de olor, es decir, el último resultado del ensayo de laboratorio sobre los requisitos de exactitud total (sensorial);
- la identificación de la fuente de olor objeto de investigación;
- las condiciones determinantes del proceso de la fuente durante el muestreo;
- la identificación de la muestra o muestras de olor;
- la fecha y hora de muestreo;
- las condiciones de muestreo reales;
- la posición de muestreo en la fuente de olor real;
- cualquier predilución antes de la medida, incluyendo el factor de dilución aplicado;
- la fecha y hora de la medida olfatométrica;
- las condiciones durante la medida;
- la identificación del equipo de dilución usado;
- el umbral del panel calculado de la medida;
- la concentración de olor calculada de la fuente;
- la sustancia olorosa de referencia usada y el valor de referencia aceptado usado;
- cualquier desviación de los requisitos de esta norma.

##### 9.5.2 Los datos mínimos para el registro

###### 9.5.2.1 Datos del archivo para el muestreo.

Los datos mínimos para el archivo concerniente al muestreo, deben incluir:

- el método usado para realizar el muestreo;

- un registro de los datos explícitos aplicado, donde la norma describe un requisito mínimo, una elección o una alternativa;
- el estado de calibración del equipo de muestreo, es decir:
  - el registro de los resultados de la calibración del equipo de muestreo;
  - el registro de los resultados de la calibración del equipo de predilución;
  - la identificación de la fuente objeto de investigación;
  - las condiciones determinantes del proceso de la fuente durante el muestreo;
  - la identificación de la muestra o muestras de olor;
  - la identificación del operador del muestreo;
  - la identificación del equipo de dilución usado;
  - la fecha y hora de muestreo;
  - las condiciones de muestreo reales;
  - la posición de muestreo en la fuente de olor real;
- cualquier predilución en la fuente, incluyendo el factor de dilución aplicado;
- cualquier desviación de los requisitos de muestreo de esta norma;
- cualquier desviación de los requisitos de esta norma.

#### **9.5.2.2 Datos de archivo para la medida de olor.**

Los datos mínimos para los datos de archivo en relación a la medida de la concentración de olor, deben incluir:

- el método usado para realizar la medida;
- un registro de los datos explícitos aplicado, donde la norma describe un requisito mínimo, una elección o una alternativa;
- el estado de calibración de la medida de olor, es decir:
  - el registro de los resultados de la calibración del equipo de predilución;
  - el registro de los resultados de la calibración del olfatómetro;
  - el registro de los resultados de la selección y calibración de los miembros de panel;
  - el registro de los resultados del ensayo de laboratorio en los requisitos de la exactitud total (sensorial);
- la identificación de la muestra o muestras de olor;
- la identificación del equipo de predilución usado;
- la fecha y hora de la medida de olor;
- la identificación del operador;
- las condiciones durante la medida;
- el rango de diluciones determinado inicialmente;
- cualquier predilución antes de la medida, incluyendo el factor de dilución aplicado;
- el código personal de los miembros de panel involucrados;
- el número de rondas presentadas;
- el número y valor nominal de las diluciones presentadas;
- el número, posición y respuestas a los blancos;
- las respuestas de los miembros de panel en todas las diluciones presentadas;
- el método de cálculo de la concentración de olor de la muestra y resultado;

- la sustancia olorosa de referencia usada y el valor de referencia aceptado usado;
- cualquier desviación a los requisitos de esta norma.

## ANEXO A

### EJEMPLO DE CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN DEL PANEL

#### A.1 Datos

Se selecciona a los evaluadores con su variabilidad individual y sensibilidad, para cualificarse como miembros de panel.

En este ejemplo, se ensayó el evaluador A en base a las estimaciones de umbral individual para el material de referencia n-butanol. Después del adiestramiento, se miden las estimaciones del umbral individual siguiente para un material de referencia de n-butanol de 59,8 partes por millón en volumen durante un período de tres días:

**Tabla A.1**  
Ejemplo de datos para la selección del panel.

$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$	$y_5$	$y_6$	$y_7$	$y_8$	$y_9$	$y_{10}$	$\bar{y}_{EUI}$	$s_y$	Unidades
512	2048	1024	2048	1024	2048	8192	2048	1024	4096			Dilución
116,8	29,2	58,4	29,2	58,4	29,2	7,3	29,2	58,4	14,6			$\mu\text{mol/mol}$
2,067 4	1,465 4	1,766 4	1,465 4	1,766 4	1,465 4	0,863 3	1,465 4	1,766 4	1,164 3	1,525 6	0,341 8	$\log_{10}(\mu\text{mol/mol})$

#### A.2 Selección del panel

Se calcula de las observaciones, la desviación típica de la selección del panel, a partir de los valores logarítmicos de ensayo ( $\log_{10}$ ), usando:

$$s_{EUI} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_{EUI})^2}{(n-1)}} = 0,3418$$

Se compara este valor con el criterio para selección del panel:

$$10^{s_{EUI}} \leq 2,3$$

Como  $10^{0,3418} = 2,20 \leq 2,3$ , la desviación típica de la selección del panel está dentro de los requisitos.

Adicionalmente, se compara el antilogaritmo del valor medio  $10^{1,53} = 33,5$  con el criterio de selección del panel.

$$20 \leq 10^{\bar{y}_{EUI}} \leq 80$$

El evaluador A cumple con los criterios de selección de panel y se cualifica como un miembro de panel.

## ANEXO B

### EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA EXACTITUD E INESTABILIDAD INSTRUMENTAL

#### B.1 Datos

De acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado 5.6, los resultados de la calibración se obtienen usando un material de referencia certificado de CO en nitrógeno, con una concentración de por ejemplo  $(10\ 000 \pm 300) \mu\text{mol/mol}$ .

En este ejemplo, se evalúa un procedimiento de dilución.

El factor de dilución particular en el olfatómetro fue, por ejemplo 27 (128 diluciones). El valor que se espera sea medido fue  $\mu_d = 78,1 \mu\text{mol/mol}$ .

El monitor registra las observaciones  $o_j$  de la concentración de CO muestreada desde la boquilla cada 5 s. Las observaciones se inician en el momento en que el operador o sistema generalmente firmaría que la presentación está lista para evaluación por los miembros de panel. De las observaciones (al menos 10), se calcula la media para obtener un resultado de ensayo para la dilución  $y_{i,d}$ . En la siguiente tabla, se expresa un ejemplo de las observaciones y resultados de ensayo.

**Tabla B.1**  
**Ejemplo de resultados de ensayo para calibración instrumental**

$o_1$	$o_2$	$o_3$	$o_4$	$o_5$	$o_6$	$o_7$	$o_8$	$o_9$	$o_{10}$	$y_{i,d}$	$s_{i,d}$	$i$
71,2	70,6	69,8	72,6	72,1	69,3	70,5	69,3	70,3	69,5	<b>70,5</b>	1,148 7	1
70,2	70,5	71,2	71,4	71,8	71,4	70,9	70,1	70,8	71,3	<b>71,0</b>	0,560 2	2
72,2	71,5	71,1	71,1	71,0	70,8	70,9	70,9	70,6	71,5	<b>71,2</b>	0,462 4	3
71,2	70,5	70,9	71,4	69,9	70,4	70,8	70,4	70,8	71,3	<b>70,8</b>	0,469 5	4
70,8	70,9	70,9	70,6	71,5	71,2	73,0	71,9	71,4	69,9	<b>71,2</b>	0,833 3	5

**0,2867** =  $s_{r,d}$

**70,9** =  $\bar{y}_{w,d}$

#### B.2 Cálculo de la inestabilidad instrumental

De las observaciones, se calcula la desviación típica de inestabilidad, usando:

$$s_{i,d} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (o_j - y_{i,d})^2}{(n-1)}}$$

Entonces, se calcula la inestabilidad  $I_d$ , usando:

$$I_d = \frac{1,96 \cdot s_{i,d}}{y_{i,d}} \times 100\%$$



Esto conduce a los valores (para  $p < 0,05$ ):

**Tabla B.2**  
**Ejemplo de cálculo de inestabilidad**

$y_{i,d}$	$s_{i,d}$	$I_d$	$I$
70,5	1,148 7	3,2%	1
71,0	0,560 2	1,5%	2
71,2	0,462 4	1,3%	3
70,8	0,469 5	1,3%	4
71,2	0,833 3	2,3%	5

La media de los cinco valores para  $I_d$  es 1,9%. Como el valor medio de 1,9% es menor que el criterio  $I_d < 5\%$ , este procedimiento de dilución cumple con los requisitos.

### B.3 Cálculo de la exactitud instrumental

De los resultados de ensayo  $y_{i,d}$ , se calcula la desviación típica de la repetibilidad instrumental, usando:

$$s_{r,d} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_{i,d} - \bar{y}_{w,d})^2}{(n-1)}}$$

En este ejemplo, con un resultado medio de ensayo  $y_{w,d} = 70,9$ , el valor para  $s_{r,d} = 0,2867$ .

Se calcula entonces el límite de repetibilidad instrumental, usando:

$$r_d = t \cdot \sqrt{2} \cdot s_{r,d}$$

En este ejemplo, esto conduce a un valor de  $r_d = 1,1257$ .

Después, se estima el sesgo del procedimiento de dilución,  $\bar{\delta}_{w,d}$  usando:

$$d_{w,d} = \bar{y}_{w,d} - \mu_d = 70,9 - 78,1 = -7,2$$

Se calcula el intervalo de confianza al 95% para  $n = 5$  resultados de ensayos, usando el factor:

$$A_{w,d} = \sqrt{\frac{1}{2 \cdot n}} = 0,3162$$

El intervalo de confianza al 95% es:

$$d_{w,d} - A_{w,d} \cdot r_d \leq \delta_{w,d} \leq d_{w,d} + A_{w,d} \cdot r_d$$

que en nuestro ejemplo, es  $-7,2 - 0,356 \leq \delta_{w,d} \leq -7,2 + 0,356$

La exactitud del procedimiento de dilución, se calcula después:

$$A_d = \frac{|d_{w,d}| + (A_{w,d} \cdot r_d)}{\mu_d} = \frac{7,2 + 0,356}{78,1} = 0,097$$

El valor calculado de exactitud  $A_d = 0,097$  está en conformidad con el requisito  $A_d \leq 0,20$ .

## ANEXO C

### EJEMPLO DE CÁLCULO DE INTENSIDAD DE OLOR, GRADO DE MOLESTIA O FRECUENCIA PORCENTUAL

Para analizar los datos de los panelistas, se puede utilizar una combinación lineal de las respuestas registradas.

A continuación se muestra como determinar la intensidad de olor, que representa el porcentaje de promedio de intensidad, para un determinado día, hora, semana o sector.

$$I_k = \frac{1}{N_k} \sum_{i=0} W_i * N_{ik}$$

Donde:

- $I_k$  : Intensidad de olor
- $N_k$  : Número total de respuestas en el k-ésimo día, hora, semana o sector
- $i$  : Valor en la escala de la intensidad
- $W_i$  : Factor de intensidad  $i$
- $N_{ik}$  : Número de observaciones para la intensidad  $i$  en el k-ésimo día

En la siguiente tabla se muestran los factores de intensidad para cada categoría.

**Tabla C.1. Categoría y factores de molestia**

Categoría de la Intensidad	i	Factor de Intensidad (Wi)
Sin olor	0	0
Olor muy leve	1	17
Olor leve	2	34
Olor inconfundible	3	51
Olor fuerte	4	68
Olor muy fuerte	5	85
Olor extremadamente fuerte	6	100

Así se tiene como ejemplo la determinación del índice de intensidad de olor, se presenta un ejemplo de 15 respuestas y el cálculo de la intensidad.

**Tabla C.2.** Determinación del índice de intensidad de olor.

Persona	Sin olor	Muy leve	Leve	Inconfundible	Fuerte	Muy fuerte	Extremadamente Fuerte
1	x						
2					x		
3		x					
4				x			
5			x				
6							x
7						x	
8					x		
9							x
10			x				
11						x	
12		x					
13				x			
14							x
15		x					
<b>N<sub>i,k</sub></b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>W<sub>i</sub></b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>34</b>	<b>51</b>	<b>68</b>	<b>85</b>	<b>100</b>
<b>ΣN<sub>ik</sub>*W<sub>i</sub></b>	<b>0</b>	<b>51</b>	<b>68</b>	<b>102</b>	<b>136</b>	<b>170</b>	<b>300</b>

$$\frac{1}{N} * \sum N_{ik} * W_i = 55,1$$

De acuerdo a esto la intensidad por la percepción de olor para este día es 55.1%, considerando que la molestia máxima (olor extremadamente fuerte por la percepción) esta representado por 100, es decir sería equivalente a decir que la molestia por la percepción olor ese día correspondía al 55,1%, olor en el rango entre olor inconfundible por la percepción y olor fuerte por la percepción.

## ANEXO D

### EJEMPLO DE UNA MEDICIÓN DE REJILLA, GRILLA O CUADRADO

#### a. Planificación de las mediciones

Asumimos una sola fuente de emisión de odorantes que emite 24 horas por día. La tarea es medir las emisiones odorantes en una zona de evaluación de 1000 m x 1000 m alrededor del emisor (emisor en el centro del área).

Se dibuja una rejilla de puntos de medición sobre el área de evaluación en intervalos de 100 m. La rejilla se dibuja sobre un mapa oficial de investigación de escala grande (escala 1:5000). Posteriormente, el guía visita personalmente cada uno de los puntos de medición y claramente y sin dudas describe cada uno. La localización real del punto de medición se puede mover respecto a los puntos de la rejilla teóricos en caso necesario, pero un máximo de 25%.

Al decidir los puntos de medición, se debe tomar cuidado en que el panelista no este parado al lado de un edificio o de una pared alta, etc. También los caminos con mucho tráfico son inadecuados como puntos de medición, debido al ruido y a los olores del vehículo.

Se suprimen los puntos de medición que se encuentran en bosques o en una superficie grande de agua (lago).

#### b. Documentación y Equipo para la inspección:

Cada panelista recibe para el día de trabajo, una descripción de sus puntos de medición para la fecha tratada, y un aparato para la recopilación de datos. Se debe registrar la fecha y la hora de la medición (año, día, hora y minuto), el número ordinal del punto de medición, la duración de la medición (10 minutos) y se almacena el tiempo que dura o que es detectado el olor del emisor odorante (quizá también con grados de intensidad).

#### c. Ejecución de la Medición de Rejilla.

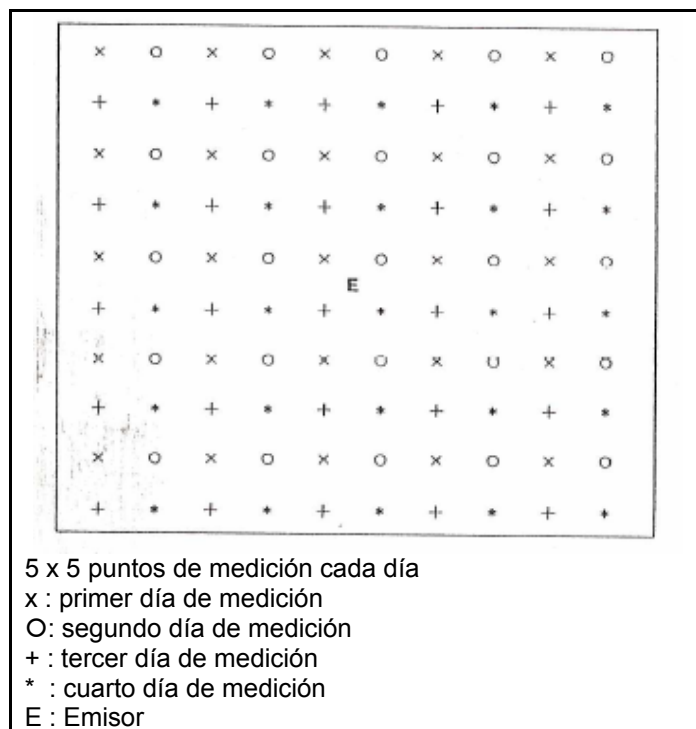
Se realiza la inspección usando un panel por lo menos de diez panelistas. Antes de comenzar la evaluación ellos deben familiarizarse con las muestras del olor característico del emisor en cuestión.

#### d. Elaboración del plan de la sincronización para las inspecciones en terreno

El plan de medición para este ejemplo se demuestra en la figura D.1. La prueba debe ser realizada en un total de 100 puntos de medición. Tomando en cuenta la regla que siempre solo un punto de medición de un cuadrado en particular se puede analizar en un día cualquiera, el requisito es que aquí se tienen 25 puntos de medición por día de medición. Cada panelista debe analizar no más que tres puntos de medición por día de medición, entonces son necesarios 10 panelistas.

La prueba se realiza en cada punto de medición 26 veces en el año. El requisito total para este plan de medición es 104 días de medición extendidos por el año.

Antes de realizar la medición de rejilla, se elabora un plan de sincronización, conteniendo la fecha y la hora de inicio de cada día de medición y el orden en que cada panelista debe visitar sus puntos de medición. Los panelistas suplentes se proporcionan en caso de ausencias.



**Fig. D.1: Plan de medición para una medición de rejilla**

## ANEXO E

### EJEMPLO DEL CÁLCULO DE LA CONCENTRACIÓN DE OLOR DE UN CONJUNTO DE RESPUESTAS DE MIEMBRO DEL PANEL

#### E.1 Datos para la elección forzada usando certidumbre y cálculo de resultados

Se realiza una medida usando un panel de 8 miembros de panel. Fueron presentadas tres rondas. En este modo de elección, a los miembros del panel se les pide indiquen la posición del estímulo de olor y si son ciertos, supuestos o tienen una sospecha a cerca de su indicación de posición.

De la combinación del "resultado de elección" y el nivel de "certidumbre" se deriva una respuesta, para cada presentación, que es VERDADERA o FALSA, de acuerdo al siguiente esquema:

**Tabla E.1**  
**Esquema de resultados derivados de observaciones de panel para el modo de presentación de elección forzada**

Respuesta	Código del resultado	Resultado de elección	Certidumbre
	0	Ninguno	Ninguno
FALSA	1	Incorrecto	Supuesto
FALSA	2	Correcto	Supuesto
FALSA	3	Incorrecto	Sospecha
FALSA	4	Correcto	Sospecha
FALSA	5	Incorrecto	Cierto
VERDADERA	6	Correcto	Cierto

Se presenta posteriormente el conjunto de datos de nuestra medida, con la respuesta VERDADERA (código 6) escrita en negrilla frente a un fondo más oscuro. Como los valores de la primera ronda son sistemáticamente rechazadas en este laboratorio, las Estimaciones de Umbral Individual de la primera ronda no se calculan.

**Tabla E.2**  
**Ejemplo de datos para el cálculo de un resultado de ensayo para concentración de olor (modo de elección forzado)**

Dilución Z	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256	128	Primera investigación		Segunda investigación	
Miembro del panel										$Z_{EUI}$	$\Delta Z$	$Z_{EUI}$	$\Delta Z$
<b>Ronda 1</b>													
A		1	1	3	3	6	6						
B		1	1	1	2	4	6	6					
C		2	2	2	4	5	4	6					
D		2	2	3	6	6							
E		3	3	2	4	4	6						
F		2	1	4	4	4	6						
G		2	1	3	5	4	6						
H	2	4	6	6	6	6							
<b>Ronda 2</b>													
A		1	1	2	4	6	6			1 448	-1,4	1 448	1,0
B		1	1	2	1	3	5	6	6	362	-5,4	362	-4,0
C		2	1	2	3	2	6	6		724	-2,7	724	-2,0
D		1	2	4	6	6				2 896	1,5	2 896	2,0
E		2	3	2	4	6	6			1 448	-1,4	1 448	1,0
F		2	1	4	6	6				2 896	1,5	2 896	2,0
G		1	2	4	4	6	6			1 448	-1,4	1 448	1,0
H	4	6	6	6	6	6				23 170	11,8		0,0
<b>Ronda 3</b>													
A		1	1	2	6	6	6			2 896	1,5	2 896	2,0
B		1	1	2	1	6	6	6		1 448	-1,4	1 448	1,0
C		2	1	2	3	2	6	6		724	-2,7	724	-2,0
D		1	2	4	4	6	6			1 448	-1,4	1 448	1,0
E		2	3	2	6	6	6			2 896	1,5	2 896	2,0
F		2	1	4	3	6	6			1 448	-1,4	1 448	1,0
G		1	2	4	4	6	6			1 448	-1,4	1 448	1,0
H	4	4	6	6	6	6				11 585	5,9		0,0
										$\bar{Z}_{EUI}$	1 961		1 448

Después de la medida, se calcula la media geométrica de las estimaciones de umbral individual:  $Z_{EUI} = 1\ 961$ . Después, se realiza la primera investigación retrospectiva. Resulta que el miembro de panel H tiene un  $\Delta Z$  de 11,8 y el miembro de panel B tiene un  $\Delta Z$  de 5,4, ambos fuera del criterio de  $-5 \leq \Delta Z \leq 5$ . Los resultados del miembro del panel H, que tiene el mayor  $\Delta Z$  son, por tanto, descartados del cálculo. El nuevo valor de  $Z_{EUI}$



es 1 448. Los valores de  $\Delta Z$  son comprobados otra vez, pero están ahora todos dentro del intervalo de más o menos 5.

El valor del factor de dilución en el umbral del panel  $Z_{EUI, \text{panel}}$  es 1 448. La concentración de olor de la muestra examinada es, por tanto:

$$c_{od} = 1\,448 \times 1 \text{ ou}_E / \text{m}^3 = 1\,448 \text{ ou}_E / \text{m}^3$$

## E.2 Datos para el modo si/no y cálculo de resultados

Se realiza una medida usando un panel de 5 miembros de panel. Se presentan tres rondas. En este modo de elección, se les pregunta a los miembros del panel que indiquen si ellos perciben un olor (SI) o no perciben un olor (NO).

De estas dos respuestas por presentación, se deriva un valor que es VERDADERO o FALSO, de acuerdo al siguiente esquema:

**Tabla E.3**  
**Esquema para evaluar los resultados de observaciones de panel para el modo de presentación Si/No**

Respuesta	Resultado de la elección
No disponible	0
FALSA	NO
VERDADERA	SI

El conjunto de datos de esta medida se presenta posteriormente, con la respuesta VERDADERA escrita en **negrita** frente a un fondo más oscuro. Como los valores de la primera ronda son sistemáticamente incluidos en este laboratorio, las estimaciones del umbral individual son también calculadas para la primera ronda.

**Tabla E.4**  
**Ejemplo de datos para el cálculo de un resultado de ensayo para concentración de olor (modo Si/No)**

Miembro del panel								Primera investigación	
								$Z_{EUI}$	$\Delta Z$
Ronda 1	1 024	512	2 048	blanco	256	128	64		
Diluciones									
A	No	Si	No	No	Si	Si	Si	724	2,0
B	No	No	No	No	Si	Si	Si	362	1,0
C	No	No	No	No	Si	Si	Si	362	1,0
D	No	Si	No	No	No	Si	Si	181	-2,0
E	No	No	No	No	No	Si	Si		
Ronda 2	1 024	512	256	64	128	blanco			
Diluciones									
A	No	No	No	Si	Si	No		181	-2,0
B	No	Si	Si	Si	Si	No		724	2,0
C	No	No	No	Si	Si	No		181	-2,0
D	No	No	No	Si	Si	No		181	-2,0
E	No	No	No	Si	Si	Si			
Ronda 3	256	128	512	blanco	1 024	64			
Diluciones									
A	Si	Si	Si	No	No	Si		724	2,0
B	Si	Si	No	No	No	Si		362	1,0
C	Si	Si	No	No	No	Si		362	1,0
D	Si	Si	Si	No	No	Si		724	2,0
E	Si	Si	Si	Si	No	Si			
							$\bar{Z}_{EUI}$	362	

Aparte de estas tres rondas, el miembro del panel E indica SI en un blanco dos veces. Como sólo se permiten que sean positivas el 20% de sus respuestas a los blancos, todos los resultados de sus respuestas son excluidos del cálculo del umbral de panel.

Después de la medida, se calcula la media geométrica de las estimaciones del umbral individual:  $Z_{EUI} = 362$ . Después, se realiza la primera investigación retrospectiva. Todos los miembros del panel cumplen con el criterio de  $-5 \leq \Delta Z \leq 5$ . Permanecen cuatro miembros válidos de panel que es suficiente, pues el mínimo es cuatro. El valor del factor de dilución en el umbral de panel  $Z_{EUI, \text{panel}}$  es 362.

Así, la concentración de olor de la muestra examinada es  $c_{od} = 362 \times 1 \text{ uo}_E/\text{m}^3 = 362 \text{ uo}_E/\text{m}^3$ .

NOTA – Si una de las estimaciones de umbral individual de un miembro de panel no hubiera sido válida debido a un valor de  $\Delta Z$  fuera del intervalo permitido, el cálculo del umbral de grupo no hubiera sido posible, pues sólo tres miembros del panel (es decir, menos del mínimo de cuatro) hubieran sido dejados.

## ANEXO F

### EJEMPLO DE CÁLCULO DEL CAUDAL DE OLOR (CONDICIONES NORMALES) PARA UNA EMISIÓN HÚMEDA.

En este ejemplo, se considera la medida del caudal de olor de un flujo de gas en conducto saturado con vapor de agua. Las condiciones en la chimenea son 110 kPa, 60 °C y 100% de humedad relativa.

Debido a que el flujo de gas estaba saturado con vapor de agua, la muestra fue prediluida a fin de prevenir la condensación en el contenedor de muestra en las condiciones de almacenamiento (20 °C). A 60 °C, la presión máxima de vapor de agua es 19,9 kPa. La presión máxima a 20 °C es 2,33 kPa. Para asegurarse que no ocurrirá ninguna condensación, la muestra se prediluye 20 veces. La presión máxima de vapor de agua es entonces 1,00 kPa, que corresponde con la condensación a una temperatura de 6,9 °C.

La concentración de olor medida  $c_{od}$ , fue 8 000  $uo_E/m^3$  (condiciones de laboratorio a 20 °C y 101,3 kPa). Esto implica que la concentración en la muestra de chimenea  $c_{od} = 20 \times 8\,000\,uo_E/m^3 = 160\,000\,uo_E/m^3$ .

El caudal  $V_s$  se mide en la chimenea de acuerdo con los procedimientos descritos en la Norma ISO 9096. En este ejemplo, la velocidad del flujo fue 5 m/s, medido en un área transversal A de 20 m<sup>2</sup>, obteniendo un caudal volumétrico de 5 m/s  $\times$  20 m<sup>2</sup> = 100 m<sup>3</sup>/s.

El caudal volumétrico, en condiciones normales (20 °C y 101,3 kPa) se calcula entonces de acuerdo con la Norma ISO 10780 para condiciones húmedas, usando:

$$\dot{V}_{R,20} = \dot{V}_s \cdot \frac{(273 + 20)}{(273 + t)} \cdot \frac{p_s}{101,3}$$

con

$p_s$  es la presión absoluta en la chimenea;

$\dot{V}_{R,20}$  es el caudal volumétrico en condiciones normales;

$t$  es la temperatura de la chimenea en °C.

Para las condiciones de medida mencionadas anteriormente, se obtiene:

$$\dot{V}_{R,20} = 5 \cdot 20 \cdot \frac{293}{(273 + 60)} \cdot \frac{110}{101,3} = 95,5\,m^3/s$$

El caudal de olor ( $q_{od}$ ) es:

$$q_{od} = 95,5 \cdot 160\,000 = 15,3 \cdot 10^6\,ou_E/s$$

## ANEXO G

### EJEMPLO DEL CÁLCULO USADO PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE MEDICIONES DE CONCENTRACIÓN DE OLOR REQUERIDAS PARA DETECTAR UNA DIFERENCIA ENTRE DOS MEDIAS

Este ejemplo se refiere al apartado 9.4. Se asume que la precisión como se establece para el material de referencia se transfiere a las medidas de las muestras de material que no son de referencia (sustancias olorosas ambientales).

Esta asunción nos permite determinar una desviación típica para una población de los resultados de ensayo, que puede entonces aplicarse para la evaluación estadística de números menores de resultados de ensayo, que son generalmente obtenidos en la práctica de las inspecciones de olor.

Como punto inicial para determinar la desviación típica para medidas repetidas, puede usarse o un valor determinado experimentalmente para la desviación típica de repetibilidad o el valor que sigue del criterio de precisión.

Esto implica que puede derivarse del criterio para el límite de repetibilidad, la desviación típica,  $s_r$ :

$$10^r = 3$$

como

$$10^r = 10^t \cdot \sqrt{2} \cdot s_r = 3$$

se obtiene  $s_r = 0,1721$  (véase también el apartado 5.3.3.2).

La varianza de la diferencia entre los resultados de ensayo (antes y después del tratamiento de los caudales de olor) es la suma de estas varianzas. Como las varianzas de los resultados de ensayo antes y después del tratamiento son iguales ( $s_r^2$ ), la varianza de la diferencia es:

$$s_D^2 = 2 \cdot s_r^2 \text{ y } s_D = \sqrt{2} \cdot s_r = \sqrt{2} \cdot 0,1726 = 0,2434$$

El intervalo de confianza al 95% para la estimación del valor esperado de la diferencia entre los resultados medios de ensayo antes y después del tratamiento  $m_D$ , es entonces definido como:

$$\bar{y}_D - t \cdot \frac{s_D}{\sqrt{n}} \leq m_D \leq \bar{y}_D + t \cdot \frac{s_D}{\sqrt{n}}$$

donde,

$y_D$  es la media de los resultados de ensayo;

$m_D$  es el valor esperado de los resultados de ensayo;

$t$  es el factor  $t$  de Student para  $n = \infty$  (para intervalo de confianza al 95%  $t = 2,0$ ).

Como ejemplo, se calcula la eficiencia de reducción de un biofiltro. Para este propósito, se realizan  $n = 6$  pares de medidas de concentración de olor, en el crudo y en la corriente de gas limpio. Se convierten después, estas concentraciones  $C_{od,crudo}$  y  $C_{od,limpio}$  en logaritmos ( $\log_{10}$ ), y se calculan las diferencias entre las observaciones pareadas. Estas diferencias son los "valores de ensayo" para este ejemplo:  $y_{i,D}$ . La media de estos valores  $y_D$  es la estimación para el valor esperado  $m_D$ .

La relación entre  $m_D$  y la eficiencia  $\eta_{od}$  es:

$$\eta_{od} = 1 - 10^{m_D}$$

Los resultados de los 6 resultados de ensayo pareados de crudo y aire limpio son:

**Tabla G.1**  
Ejemplo de datos y cálculo de la eficiencia de eliminación de olor

<b>I</b>	<b>C<sub>od,crudo</sub></b>	<b>C<sub>od,limpio</sub></b>	<b>log<sub>10</sub>(C<sub>od,crudo</sub>)</b>	<b>log<sub>10</sub>(C<sub>od,limpio</sub>)</b>	<b>y<sub>i,D</sub></b>
1	5 000	500	3,699	2,699	-1,000
2	6 000	650	3,778	2,813	-0,965
3	5 500	600	3,740	2,778	-0,962
4	7 000	650	3,845	2,813	-1,032
5	8 000	700	3,903	2,845	-1,058
6	6 500	650	3,813	2,813	-1,000
		media	3,796	2,793	-1,002 9 = $\bar{y}_D$
		antilog	6258	622	

Para hallar el intervalo de confianza para la eficiencia del filtro, se calcula primero el intervalo de confianza para  $m_D$ , usando la fórmula 48, mencionada anteriormente en este anexo:

$$-1,0029 - 2,0 \cdot \frac{0,2434}{\sqrt{6}} \leq m_D \leq -1,0029 + 2,0 \cdot \frac{0,2434}{\sqrt{6}}$$

igual a

$$-1,0029 - 0,1988 \leq m_D \leq -1,0029 + 0,1988$$

igual a

$$-1,2017 \leq m_D \leq -0,8041$$

o en antilogaritmo

$$0,063 \leq 10^{m_D} \leq 0,158$$

Esto significa que el intervalo de confianza para la eficiencia de reducción es:

$$(1 - 0,158) \leq \eta_{od} \leq (1 - 0,063)$$

o

$$84,2\% \leq \eta_{od} \leq 93,7\%$$

Asumiendo una repetibilidad y eficiencia de filtro igual a la del ejemplo anterior, se presenta en la tabla siguiente la relación entre el intervalo de confianza para la eficiencia del filtro y el número de resultados de ensayo pareados.

**Tabla G.2**  
**Relación entre el número de muestras replicadas analizadas para la concentración de olor y el intervalo de confianza al 95% para la eficiencia de eliminación de olor de una unidad de tratamiento**

<i>n</i>	$\eta_{od}$	$10^{m_D}$	$m_D$	$t \cdot \frac{s_D}{\sqrt{n}}$	Límite inferior del intervalo de confianza	$10^{m_D}$	Límite superior del intervalo de confianza	Límite inferior del intervalo de confianza	$1 - 10^{m_D} = \eta_{od}$	Límite superior del intervalo de confianza
1	90	0,1	-1	0,486 9	0,032 6	$\leq 0,1$	$\leq 0,306 8$	69,3 %	$\leq 90,0$ %	$\leq 96,7$ %
2	90	0,1	-1	0,344 3	0,045 3	$\leq 0,1$	$\leq 0,220 9$	77,9 %	$\leq 90,0$ %	$\leq 95,5$ %
3	90	0,1	-1	0,281 1	0,052 3	$\leq 0,1$	$\leq 0,191 0$	80,9 %	$\leq 90,0$ %	$\leq 94,8$ %
4	90	0,1	-1	0,243 4	0,057 1	$\leq 0,1$	$\leq 0,175 2$	82,5 %	$\leq 90,0$ %	$\leq 94,3$ %
5	90	0,1	-1	0,217 7	0,060 6	$\leq 0,1$	$\leq 0,165 1$	83,5 %	$\leq 90,0$ %	$\leq 93,9$ %
6	90	0,1	-1	0,198 8	0,063 3	$\leq 0,1$	$\leq 0,158 0$	84,2 %	$\leq 90,0$ %	$\leq 93,7$ %
7	90	0,1	-1	0,184 0	0,065 5	$\leq 0,1$	$\leq 0,152 8$	84,7 %	$\leq 90,0$ %	$\leq 93,5$ %
8	90	0,1	-1	0,172 1	0,067 3	$\leq 0,1$	$\leq 0,148 6$	85,1 %	$\leq 90,0$ %	$\leq 93,3$ %
9	90	0,1	-1	0,162 3	0,068 8	$\leq 0,1$	$\leq 0,145 3$	85,5 %	$\leq 90,0$ %	$\leq 93,1$ %
10	90	0,1	-1	0,154 0	0,070 2	$\leq 0,1$	$\leq 0,142 5$	85,7 %	$\leq 90,0$ %	$\leq 93,0$ %

NOTA 1 - Se aplican las reglas estadísticas a los resultados de ensayo independientes. Como la olfatometría utiliza sujetos humanos como sensores, puede existir un efecto de aprendizaje que viole la presunción de independencia.

NOTA 2 - Si un laboratorio tiene un valor mejor para la precisión  $r$  que el derivado de  $10r = 3$ , este valor puede aplicarse en los cálculos.

### **5.3 Propuesta de acciones a seguir para la gestión y control de olores molestos**

Para avanzar en la gestión y control de olores molestos se propone estudiar recomendaciones para las concentraciones límites de olor, medida en unidades de olor, tomando la muestra desde una fuente puntual. Cabe señalar, que esta recomendación debería tener diferentes valores dependiendo del rubro que se requiera fiscalizar. Las unidades de olor son medidas en un laboratorio olfatométrico.

Por otro lado, se propone estudiar recomendaciones de límites de frecuencia máxima, medida en el aire ambiente por medio de panelistas en terreno y la unidad de medida es la frecuencia de la cantidad de horas que existe olor en un tiempo definido, que puede ser en un año calendario. Entonces, la carga de emisiones causada por los olores puede ser determinada por medio de la frecuencia de olor. Este método es adecuado en caso de problemas muy localizados. Se pueden hacer pronósticos incluso en la fase de planificación por medio del cálculo de distribución. Este método ofrece ciertas ventajas desde el punto de vista administrativo, aunque cabe señalar que las frecuencias no pueden proporcionar una descripción completa de la situación de contaminación.

A juicio del consultor se cree que falta una tercera metodología de muestreo que consiste en aplicar encuestas reguladas a la población que habita en los sectores aledaños a una fuente que emite olores molestos. De acuerdo a la experiencia de aplicación de esta encuesta en Chile, ésta entrega muy buena información respecto de la intensidad de olor, la molestia producida por el olor y los efectos secundarios sobre los habitantes. Además, es posible conocer si las personas se encuentran afectadas por otro tipo de problema. Para definir el número de encuestas a realizar se calcula la muestra representativa por medio de datos estadísticos. La encuesta se realiza a diferentes personas durante una semana, cubriendo diferentes horas del día y distintos días de la semana. Esta encuesta se vuelve a repetir semanalmente a las mismas personas, teniendo en cuenta que se debe conservar para cada encuestado el mismo día y la misma hora de la semana anterior. El enfoque que debería seguir la autoridad para evaluar los olores excesivos, debe estar basado en la medida de molestia en áreas residenciales expuestas a la contaminación por olores. Los residentes locales deben ser consultados para los propósitos o fines de la evaluación. La medida o exceso de carga de olor puede ser determinada mediante la realización de un estudio de los residentes locales afectados. Sin embargo, este enfoque está vinculado a ciertas condiciones, como por ejemplo, un número suficiente de habitantes que vivan en las cercanías de la planta; además, este método no puede ser aplicado en la etapa de planificación.

En términos generales se sabe que las fuentes emisoras de olores molestos son principalmente:

- Refinerías de petróleo
- Industrias pesqueras
- Fábrica de alimentos para animales (mascotas, salmones)
- Plantas de tratamiento de aguas servidas
- Criaderos de animales, especialmente de cerdos
- Industrias de celulosa
- Mataderos
- Rellenos sanitarios o vertederos
- Fundiciones
- Plantas de procesamiento de cueros
- Plantas de fierro y acero, entre otras

Se recomienda realizar una recopilación de información referente a reclamos de las comunidades por causa de olores molestos y realizar un análisis de esta información para poder vincular los reclamos con alguna fuente en particular.

Una vez detectada la fuente, se debería seguir el siguiente esquema:



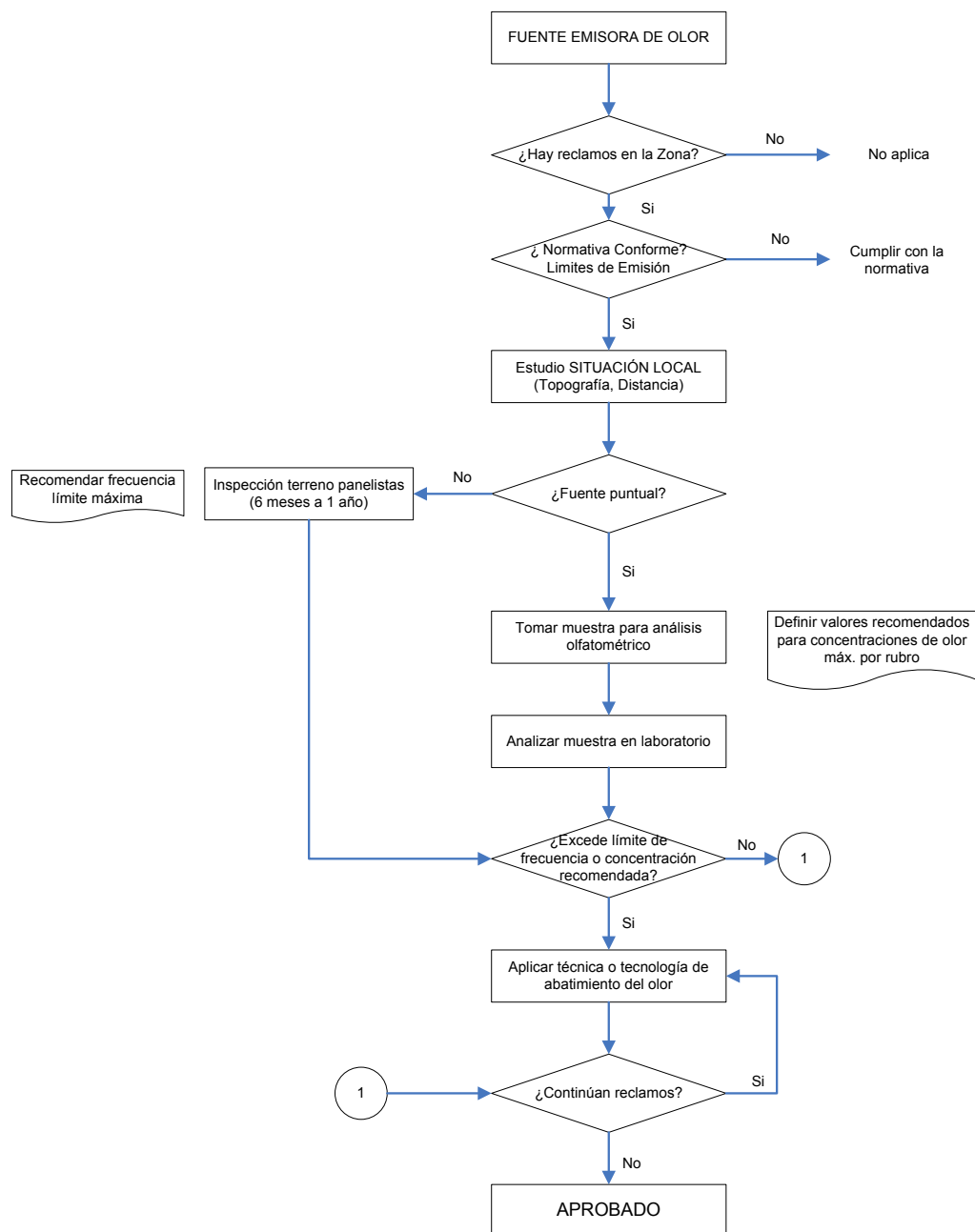


Figura 1. Diagrama que muestra el procedimiento para hacer frente a una denuncia de contaminación por olores.

Con respecto al diagrama anterior y tal como se vio en el punto 5.1, existen algunos países que poseen recomendaciones de límites, pero en general, debería realizarse estudios para determinar estos valores límites para cada rubro de empresas. En todo caso, en toda la documentación revisada de los diferentes países, se concuerda que **"Las emisiones se consideran excesivas, si un estudio determina que perturban de manera significativa el bienestar de una parte importante de la población"**. Y por

otro lado, en caso de no existir población afectada, no debería regularse la fuente hasta que cambie su condición de sin vecinos.

A continuación se muestra una tabla de recomendaciones de concentraciones de olores límites, medidas en unidad de olor para fuentes puntuales, estas recomendaciones corresponden a Suiza y se obtuvieron luego de un amplio estudio donde se evaluaron emisiones de olor.

Las fuentes puntuales se definen en clases, dependiendo del rango de unidades de olor que pueda ser medido.

**Valores recomendados para las emisiones de olor en concentraciones de olor [OU/m<sup>3</sup>].**

Clase	Rango	Efectos probables
I	< 100	Alta probabilidad de emisiones sin olor
II	100 - 300	Alta probabilidad de emisiones sin olor si: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El aire residual es enviado a través de un ducto de chimenea</li> <li>• Las áreas residenciales están a más de 300 m de distancia</li> <li>• La carga potencial es baja</li> </ul>
III	300 – 1.000	Las emisiones de olor son posibles pero pueden ser evitadas por: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar un ducto de chimenea más alto</li> <li>• Garantizar que las áreas residenciales están a más de 600 m de distancia</li> </ul>
IV	1.000 – 3.000	Las emisiones de olor son probables: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario un ducto muy alto</li> <li>• Se deben tomar medidas dentro de la planta</li> </ul>
V	> 10.000	Es necesario una purificación del aire residual

Dependiendo de su situación topográfica, una planta puede ser asignada a una de las clases superiores. Si los valores medidos en una planta se encuentran por debajo de un determinado rango, las emisiones pueden ser descartadas; por encima de este rango hay una alta probabilidad de que las emisiones sean molestas. El tipo de edificios en el área local se toman en cuenta para los propósitos de esta clasificación.

No es necesario aplicar las mismas normas a las plantas en áreas subdesarrolladas como se aplica a aquellas plantas que están justo en medio de áreas residenciales, lo que permite cierta flexibilidad en la aplicación de los valores guía.

Existe una escala de 1 a 10 para medir el grado de molestia causada por olores en las personas, donde 1 es sin molestia y 10 es molestia extremadamente severa. Tomando en cuenta el nivel reducido de aceptación de las emisiones de olor, se puede aplicar el siguiente sistema de evaluación:

Nivel de Olor	Grado de molestia	Porcentaje de personas altamente molestas	Medidas
Alto	> 5	> 25 %	Medidas inmediatas
Medio	3 - 5	10 - 25 %	Medidas a largo plazo
Tolerable	< 3	< 10 %	Sin medidas en particular

Desde un punto de vista administrativo, el criterio de frecuencias de olor es más fácil de manejar que el método de encuesta. Este método también puede utilizarse en la fase de planificación y en el caso de las pequeñas zonas residenciales afectadas.

En asuntos importantes puede resultar benéfico aplicar los métodos de encuesta y exposición al mismo tiempo. Esto permite que las frecuencias de olor sean calculadas en base a reacciones actuales de la población. En este caso, las frecuencias de olor serán definidas individualmente para cada planta.

Con respecto a los equipos para mediciones de unidades de olor (olfatómetros), existe una amplia oferta en el mercado, a continuación se muestran algunos de ellos.

### **Olfatómetros comerciales**

En este apartado se van a describir muy brevemente los olfatómetros comerciales que se pueden adquirir en la actualidad. Los olfatómetros comerciales de los que se tiene referencia en la actualidad son los siguientes:

Nombre	Tipo medición flujo	Precio.
Olfaktomat (Holand)	MFC <sup>1</sup>	29850 € + compresor (6950 €) (transporte no incluido) un puerto de olor
		39800 € + compresor (6950 €) (transporte no incluido) 2 puertos de olor
		64500 € + compresor (6950 €) (transporte no incluido) seis puertos de olor
AC'SCENT (EEUU)	MFC <sup>1</sup>	27000 € (transporte no incluido) un puerto de olor
ODILE (Canadá)	----	36000 € depende del modelo, con un puerto de olor
		112800 € depende del modelo, con 6 puertos de olor
ODORMAT (Singapur)	Rotámetro	(21400 € - 26750€) (transporte no incluido)
DynaScent	Ninguno	55423 € incluido training por 1 semana en España.

Nombre	Tipo medición flujo	Precio.
(Australia)		
1 MFC: Mass Flow controller (Controlador de Flujo Másico)		
2 Amplio soporte incluido adiestramiento etc...		
3 Amplio soporte incluido 1 semana entrenamiento (7500€), dispositivo para muestreo continuo (4000€), etc.		