

Prevención y control integrados de la contaminación (IPPC).

Documento de referencia
de los Principios Generales de Monitorización

Documento BREF

Documento de referencia de los Principios Generales de Monitorización

Prevención y control integrados de la contaminación (IPPC)



ISBN 84-8320-241-7



P.V.P.: 12,00 €
(I.V.A. incluido)



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA

CENTRO DE PUBLICACIONES



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL
DE CALIDAD
Y EVALUACIÓN AMBIENTAL



Comisión Europea



Prevención y control Integrados de la Contaminación (IPPC)

Documento de referencia
de los Principios Generales de Monitorización

Documento BREF



2003

Versión Noviembre 2002

Traducción al español realizada por el
Ministerio de Medio Ambiente

Edita: Centro de Publicaciones
Secretaría General Técnica
Ministerio de Medio Ambiente ©

I.S.B.N.: 84-8320-241-7
NIPO: 310-03-039-2
Depósito legal: M. 35951-2003
Imprime: Neografis, S. L.

Impreso en papel reciclado

NOTA INTRODUCTORIA

El 1 de julio de 2002 se aprobó la Ley 16/2002 de Prevención y Control Integrados de la Contaminación, que incorpora a nuestro ordenamiento jurídico la Directiva 96/61/CE.

La ley exige un enfoque integrado de la industria en su entorno y el conocimiento, por parte de todos los implicados -industria, autoridades competentes y público en general- de las Mejores Técnicas Disponibles con el fin de reflejar todos estos aspectos en la Autorización Ambiental Integrada, que otorgan las CC.AA.

En el marco de la Unión Europea, se establece un intercambio de información entre los EE.MM. y las industrias para la elección de estas MTDs, que deben servir de referencia común para los Estados Miembros a la hora de marcar el objetivo tecnológico de aplicación a las diferentes actividades.

A tal efecto, la Comisión Europea a través de la Oficina Europea de IPPC (European Integrated Pollution Prevention and Control Bureau), ha organizado una serie de grupos de trabajo técnico que, por epígrafes y actividades, proponen a la Comisión los Documentos de Referencia Europeos de las Mejores Técnicas Disponibles (**BREFs**).

Los BREFs informarán a las autoridades competentes sobre qué es técnica y económicamente viable para cada sector industrial, en orden a mejorar sus actuaciones medioambientales y consecuentemente lograr la mejora del medio ambiente en su conjunto.

El Grupo de Trabajo correspondiente a los Principios Generales de Monitorización de Emisiones comenzó sus trabajos en el año 1998, y el documento final se hizo público en noviembre de 2002: *Reference Document on Best Available Techniques on the General Principles of Monitoring*.

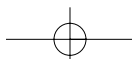
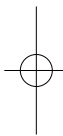
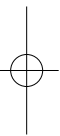
Está disponible, exclusivamente en versión inglesa, en la web de la Oficina Europea de IPPC (<http://eippcb.jrc.es>), y en la web de la Comisión Europea (<http://europa.eu.int/comm/environment/pubs/industry.htm>).

El Ministerio de Medio Ambiente ha asumido la tarea, de acuerdo con los mandatos de la Directiva IPPC y de la Ley 16/2002, de llevar a cabo un correcto intercambio de información en materia de Mejores Técnicas Disponibles, para ello, se inicia con este documento una serie de traducciones de los documentos BREF europeos.

Este Documento BREF de los Principios Generales de Monitorización de Emisiones fue aceptado por el Foro de Intercambio de Información el 12 de noviembre de 2002 y se encuentra actualmente pendiente de aprobación por la Comisión Europea. No obstante, tanto el Ministerio de Medio Ambiente como las CC.AA han considerado la necesidad de iniciar esta serie con un documento que sirva de ayuda en la aplicación práctica de la Ley 16/2002, para todas las actividades.

Se pretende dar un paso más en la adecuación progresiva de la industria española a los principios de la Ley 16/2002, cuya aplicación efectiva debe conducir a una mejora del comportamiento ambiental de las instalaciones afectadas que las haga plenamente respetuosas con el medio ambiente.

La versión española de este documento está disponible en la web de EPER España (www.eper-es.com).



SUMARIO EJECUTIVO

Este documento de referencia sobre “Los Principios Generales de Monitorización” refleja un intercambio de información realizado con arreglo a lo dispuesto en el Artículo 16(2) de la Directiva del Consejo 96/61/EC. El sumario ejecutivo – realizado con la intención de leerse junto con las explicaciones de objetivos, uso y términos legales del prefacio – describe los resultados más importantes y las principales conclusiones. Puede leerse y comprenderse como un documento independiente pero, al ser un sumario, no representa toda la complejidad del texto completo. Por lo tanto, no pretende sustituir al documento completo como herramienta en la toma de decisiones.

Este documento proporciona información para guiar a las autoridades encargadas de otorgar las autorizaciones IPPC y a los titulares de instalaciones IPPC en el cumplimiento de sus obligaciones bajo la Directiva en relación con la vigilancia de las emisiones industriales en origen.

Se recomienda a las autoridades encargadas de otorgar las autorizaciones IPPC que tengan en cuenta las siguientes siete consideraciones para optimizar las condiciones de vigilancia del permiso.

1. **¿“Porqué” monitorizar?** Hay dos razones principales por las que la monitorización de emisiones se incluyen en los requisitos de la Directiva IPPC: (1) para comprobar el cumplimiento de lo dispuesto en el permiso, y (2) para la realización de los informes medioambientales de las emisiones industriales. Sin embargo, los datos de monitorización pueden, a menudo, usarse para otras muchas razones y objetivos y, de hecho, su relación coste-eficacia suele ser mayor cuando los datos de monitorización obtenidos para un propósito pueden servir a otros propósitos. En cualquier caso es importante que los objetivos para realizar la monitorización estén claros para todas las partes involucradas.
2. **¿“Quién” realiza la monitorización?** La responsabilidad de la monitorización se divide generalmente entre las autoridades competentes y los operadores, aunque las autoridades competentes confían en gran medida en el auto monitorización del titular, y/o contratos a terceros. Es muy importante que las responsabilidades para monitorizar estén claramente asignadas a todas las partes relevantes (titulares, autoridades, terceros subcontratados) para que todos tengan presente cómo está el trabajo dividido y cuáles son sus tareas y responsabilidades. También es importante que todas las partes operen con unos requisitos apropiados de calidad.
3. **¿“Qué” y “Cómo” monitorizar?** Los parámetros a monitorizar dependen de los procesos de producción, de las materias primas y de las sustancias químicas utilizadas en la instalación. Es ventajoso que los parámetros elegidos también sirvan a las necesidades de control de operación de la planta. Se puede usar un sistema basado en el riesgo para relacionar varios niveles de riesgo potencial de daño ambiental con un régimen de monitorización apropiado. Para determinar el riesgo los principales elementos a evaluar son la probabilidad de exceder el valor límite de emisión (VLE) y la gravedad de las consecuencias (ej. el daño al medio ambiente). Un ejemplo de un enfoque basado en el riesgo se presenta en la Sección 2.3.
4. **¿Cómo expresar los valores límite de emisión (VLE) y los resultados de monitorización?** La forma en que los valores límite de emisión, o los parámetros equivalentes que los sustituyan, son expresados depende del objetivo de la monitorización. Se pueden usar distintos tipos de unidades: unidades de concentración, unidades de carga por unidad de tiempo, unidades específicas, factores de emisión, etc. En todos los casos, las unidades de la monitorización que se utilizan para determinar el cumplimiento con la autorización deben estar claramente indicadas, deben ser, preferiblemente, internacionalmente reconocidas y deben ajustarse al parámetro en cuestión, a la aplicación y al contexto.

Sumario Ejecutivo

5. **Consideraciones de tiempo en monitorización.** Hay varias consideraciones de tiempo que son relevantes cuando se establecen condiciones de monitorización en la autorización: el momento del tiempo cuando se toman las muestras y/o las medidas, el tiempo de promedio, y la frecuencia.

La determinación de los requisitos de tiempo en la monitorización depende del tipo de proceso y más específicamente de los patrones de emisión, como se discute en la Sección 2.5., y debería ser tal que los datos obtenidos sean representativos de lo que se pretende monitorizar y comparable con los datos de otras plantas. Todas las condiciones de tiempo de los valores límite de emisión deben estar claramente definidas para evitar ambigüedades.

6. **¿Cómo tratar las incertidumbres?** Cuando la monitorización se utiliza para comprobar el cumplimiento es particularmente importante tener en cuenta las incertidumbres de las medidas durante todo el proceso de monitorización. Las incertidumbres necesitan ser estimadas e indicadas junto con el resultado para que la comprobación del cumplimiento pueda llevarse a cabo meticulosamente.

7. **Requisitos de monitorización a incluir con los valores límites de emisión en las autorizaciones.** Estos requisitos deberían cubrir todos los aspectos relevantes del valor límite de emisión. Para ello es buena práctica tener en cuenta los aspectos especificados en la Sección 2.7., i.e. con respecto a:

- Estatus legal y obligatorio de las condiciones de monitorización
- Contaminante o parámetro que se limita
- Lugares de muestreos y medidas
- Requisitos de tiempo de muestreos y medidas
- Viabilidad de los límites con respecto a los métodos de medida disponibles
- Enfoque general disponible para monitorizar, según las necesidades
- Detalles técnicos de métodos de medida particulares
- Acuerdos de auto-monitorización
- Condiciones de operación bajo las que se efectúa la monitorización
- Procedimientos de comprobación del cumplimiento
- Requisitos de la elaboración de informes
- Requisitos de control y garantía de la calidad, y
- Disposiciones para la evaluación y comunicación de emisiones excepcionales.

La producción de datos de monitorización sigue varios pasos consecutivos que necesitan realizarse de acuerdo con normas o instrucciones específicas del método para asegurar unos resultados de buena calidad y una armonización entre los diferentes laboratorios y técnicos. Esta cadena de producción de datos consiste en los siguientes siete pasos, descritos en la Sección 4.2:

1. Medida del caudal
2. Muestreo
3. Almacenaje, transporte y preservación de la muestra
4. Tratamiento de la muestra
5. Análisis de la muestra
6. Procesamiento de los datos
7. Elaboración del informe de los datos

El valor práctico de las medidas y los datos de monitorización depende del grado de confianza, i.e. la fiabilidad, que se le puede asignar a los resultados, y su validez para ser comparados con otros resultados de otras plantas, i.e. comparabilidad. Por lo tanto, es importante asegurar una apropiada **fiabilidad y comparabilidad** de los datos. Para permitir una comparación apropiada de los datos, se debería asegurar que toda la información relevante se indica junto con los datos. Los datos que se han obtenido bajo diferentes condiciones no deberían compararse directamente, en estos casos puede que sea necesaria una consideración más elaborada.

Las **emisiones totales** de una instalación, o unidad, vienen dadas no sólo por las emisiones normales que salen de las chimeneas y conductos, sino también por las emisiones difusas, fugitivas y excepcionales. Por lo tanto se recomienda que las autorizaciones IPPC, cuando sea apropiado y razonable, incluyan disposiciones para monitorizar apropiadamente estas emisiones.

Conforme se ha progresado en la reducción de las emisiones canalizadas la importancia relativa de las otras emisiones ha ido creciendo, por ejemplo ahora se le presta una mayor atención a la importancia relativa de las **emisiones difusas y fugitivas**. Se ha reconocido que estas emisiones pueden provocar potencialmente daños a la salud o al medio ambiente, y que estas pérdidas de material pueden, a veces, tener una importancia económica significativa para la planta. De forma similar, también ha aumentado la importancia relativa de las **emisiones excepcionales**. Éstas pueden clasificarse en aquellas que ocurren bajo condiciones previsibles y aquéllas que ocurren bajo condiciones imprevisibles.

El tratamiento de los **valores bajo el límite de detección** y los **valores atípicos** puede afectar la comparabilidad y también necesitan un acuerdo de práctica. En la Sección 3.3. se presentan cinco posibilidades diferentes para el manejo de los valores inferiores al límite de detección, sin embargo ninguna de ellas se ha señalado como la mejor opción. Los valores atípicos se identifican generalmente mediante el juicio de expertos en base a pruebas estadísticas (ej: el test de Dixon) junto con otras consideraciones, tales como patrones de emisión anormales en la instalación.

La siguiente lista enumera varios **enfoques para monitorizar** un parámetro, descritos de forma breve más abajo y en mayor detalle en el Capítulo 5:

- Medidas directas
- Parámetros sustitutivos
- Balances de masa
- Cálculos
- Factores de emisión.

En principio, es más directo, pero no necesariamente más preciso, usar un método de medida directa (determinación cuantitativa específica de los compuestos emitidos en el foco emisor); sin embargo, en los casos en que este método es complejo, costoso y/o impráctico, deberían evaluarse otros métodos para encontrar la mejor opción. Siempre que no se usen medidas directas, la relación entre el método usado y el parámetro de interés debería estar demostrada y bien documentada.

Para determinar si se aprueba el uso de un criterio en una situación reglamentaria pertinente, la autoridad competente es, en general, responsable de decidir si el método es aceptable, basándose en consideraciones de idoneidad para el propósito, requisitos legales, y las instalaciones y los conocimientos técnicos disponibles.

Las técnicas de monitorización de **medida directa** se pueden dividir principalmente en técnicas en continuo y técnicas en discontinuo. Las técnicas en continuo tienen la ventaja de que proporcionan un mayor número de datos, sin embargo también pueden presentar algunos inconvenientes, Ej. su coste es más alto, no son muy útiles para procesos muy estables, y la

Sumario Ejecutivo

precisión de los analizadores de proceso en línea puede ser inferior que las medidas de laboratorio. Cuando se considera el uso de monitorización en continuo para un caso en particular es buena práctica tener en cuenta los aspectos relevantes enumerados en el Capítulo 5.1.

El uso de los **parámetros sustitutivos** puede ofrecer varias ventajas, como una mejor relación coste-efectividad, una menor complejidad, y un mayor número de datos. Sin embargo, también puede acarrear algunas desventajas, como la necesidad de ser calibrados con medidas directas, la posibilidad de que sólo sean válidos sobre una parte del rango completo de emisiones y la posibilidad de que no sean utilizables con fines legales.

Los **balances de masa** consisten en tener en cuenta las entradas, acumulaciones, salidas y la generación o destrucción de la sustancia de interés, y contar la diferencia como la emisión al medio ambiente. El resultado de un balance de masa es normalmente una pequeña diferencia entre una gran cantidad de entrada y una gran cantidad de salida, teniendo en cuenta también las incertidumbres involucradas. Por lo tanto, los balances de masa son sólo aplicables en la práctica cuando se puede determinar con precisión las entradas, las salidas y las incertidumbres.

El uso de **cálculos** para estimar emisiones requiere información detallada de las corrientes de entrada y es un proceso más complejo y que necesita más tiempo que los factores de emisión. Por otro lado proporcionan una estimación más precisa dado que están basados en condiciones específicas de la instalación. En todas las estimaciones de emisiones por cálculos, los factores de emisión necesitan ser considerados y aprobados por las autoridades.

Para realizar evaluaciones de cumplimiento suele ser necesaria una comparación estadística entre mediciones o un resumen estadístico basado en las mediciones, la incertidumbre de las medidas y el valor límite de emisión o parámetros equivalentes que lo sustituyan. Algunas evaluaciones pueden no requerir una comparación numérica, por ejemplo pueden consistir simplemente en comprobar si una condición se cumple. El valor medido puede compararse con el límite, teniendo en cuenta la incertidumbre asociada a las medidas, y ser asignado a una de las tres zonas: (a) conforme, (b) fronterizo, (c) no conforme, como se describe en el Capítulo 6.

La elaboración de informes de los resultados de monitorización consiste en resumir y presentar los resultados de monitorización, la información relacionada y los resultados de cumplimiento de una forma efectiva. La buena práctica se basa en la consideración de: los requisitos y destinatarios de los informes, responsabilidades de elaboración del informe, las categorías de informes, el ámbito de aplicación de los informes, buenas prácticas de elaboración de informes, aspectos legales de elaboración de informes y consideraciones de calidad, como se describe en el Capítulo 7.

Cuando se realiza la monitorización, se deberían optimizar los **costes de monitorización** siempre que sea posible, pero sin perder nunca de vista los objetivos de la monitorización. La relación coste-efectividad de la monitorización puede mejorarse mediante la aplicación de algunas acciones, como hacer una selección apropiada de los requisitos de calidad, optimizar el número de parámetros y la frecuencia de la monitorización, complementar la monitorización rutinaria con estudios especiales, etc.

La CE lanza y apoya, a través de sus programas de investigación y desarrollo tecnológico, una serie de proyectos sobre tecnologías limpias, tecnologías incipientes de tratamiento de efluentes y reciclaje, y estrategias de gestión. Estos proyectos podrían proporcionar potencialmente una contribución útil a las futuras revisiones de los BREF. Se invita por tanto a los lectores a informar al EIPPCB de cualquier resultado de investigación relevante al ámbito de aplicación de este documento (véase también el prefacio de este documento).

PREFACIO

1. Situación legal de este documento

A menos que se indique lo contrario, las referencias en este documento a “la Directiva” quieren decir la Directiva del Consejo 96/61/EC relativa a la prevención y control integrados de la contaminación. La Directiva, así como este documento, se aplica sin perjuicio de las disposiciones Comunitarias relativas a higiene y seguridad en el trabajo.

Este documento forma parte de una serie que presenta los resultados de un intercambio de información entre los Estados Miembros de la UE y las industrias afectadas sobre las Mejores Técnicas Disponibles (MTD), la monitorización asociada a las mismas, y los avances en ellas. *[Este documento es publicado por la Comisión Europea en virtud del artículo 16(2) de la Directiva, y debe por tanto tenerse en cuenta, de acuerdo con el Anexo IV de la Directiva, al determinar las “Mejores Técnicas Disponibles”.]

2. Obligaciones legales relevantes de la Directiva IPPC

Con el objeto de ayudar al lector a comprender el contexto legal en el que se ha escrito este documento, algunas de las disposiciones más relevantes de la Directiva IPPC se describen en este prefacio. Esta descripción es inevitablemente incompleta y se da sólo como información, no tiene valor legal y de ninguna manera altera o perjudica las disposiciones reales de la Directiva.

El propósito de la Directiva es la prevención y el control integrados de la contaminación originada por las actividades enumeradas en su Anexo 1, alcanzando un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto. Su implementación necesita tener en cuenta también otros objetivos Comunitarios como la competitividad de la industria de la Comunidad, contribuyendo, por tanto, a un desarrollo sostenible.

De forma más específica, establece un sistema de autorizaciones para ciertas categorías de instalaciones industriales, requiriendo que tanto el titular de la instalación como las autoridades competentes consideren de una manera integrada y total el potencial contaminante y de consumo de la instalación. El objetivo global de este enfoque integrado debe ser la mejora de la gestión y el control de los procesos industriales para asegurar un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto. El eje central de este enfoque es el Artículo 3, que insta a los titulares de las instalaciones a tomar todas las medidas preventivas contra la contaminación, en particular mediante la aplicación de las mejores técnicas disponibles, permitiéndoles así mejorar su eficacia medioambiental.

Se insta a las autoridades competentes encargadas de otorgar las autorizaciones a tener en cuenta los principios generales establecidos en el Artículo 3 al determinar las condiciones de la autorización. Estas condiciones deben incluir los valores límites de emisión complementados o sustituidos, cuando sea apropiado, por parámetros equivalentes o medidas técnicas. Se insta también a las autoridades competentes a asegurar que la autorización contiene condiciones apropiadas de monitorización de emisiones, especificando la metodología de medida, la frecuencia, el procedimiento de evaluación y una obligación para el titular de proporcionar a la autoridad competente los datos necesarios para verificar el cumplimiento de la autorización.

3. Objetivo de este Documento

El Artículo 16(2) de la Directiva solicita a la Comisión la organización de “un intercambio de información entre los Estados Miembros y las industrias afectadas sobre las mejores técnicas

* Nota: los corchetes se eliminarán cuando el procedimiento de publicación por la Comisión se complete.

Prefacio

disponibles, la monitorización asociada a las mismas y los avances en ellas”, y publicar los resultados del intercambio.

El objetivo de este intercambio de información se describe en el considerando 25 de la Directiva, que establece que el desarrollo e intercambio de información a nivel Comunitario sobre las mejores técnicas disponibles ayudará a reducir las diferencias tecnológicas en la Comunidad Europea, ayudará a la divulgación mundial de los valores límites y las técnicas usadas en la Comunidad, y ayudará a los Estados Miembros para la aplicación eficaz de esta Directiva.

La Comisión (Dirección General de Medio Ambiente) estableció un foro de intercambio de información (IEF) como apoyo en el desarrollo de la tarea referida en el artículo 16(2), así como varios grupos técnicos de trabajo establecidos al amparo de este foro. Tanto el IEF como los grupos técnico de trabajo incluyen representantes de los Estados Miembros y de la industria, tal como requiere el artículo 16(2).

El objetivo de esta serie de documentos es reflejar, de forma precisa, el intercambio de información que ha tenido lugar de acuerdo con el artículo 16(2), y proporcionar una información de referencia a las autoridades encargadas de otorgar las autorizaciones para tener en cuenta al determinar las condiciones de la autorización. Dado que proporcionan una información relevante sobre las mejores técnicas disponibles y la monitorización asociada a las mismas, estos documentos deben servir como una valiosa herramienta para la mejora de la eficacia medioambiental.

4. Fuentes de Información

Este documento es un resumen de la información recogida de diversas fuentes, incluyendo, de forma particular, los conocimientos técnicos de los grupos establecidos para ayudar a la Comisión en su trabajo, y verificado por los servicios de la Comisión. Todas las contribuciones son reconocidas con agradecimiento.

Debido a los continuos cambios a los que se ven sometidas las MTDs y las prácticas de monitorización, este documento será revisado y puesto al día cuando sea apropiado. Todos los comentarios y sugerencias deben hacerse al European IPPC Bureau en el Instituto de Prospectiva Tecnológica (IPTS) a la siguiente dirección:

Edificio Expo, c/ Inca Garcilaso, s/n, E-41092 Sevilla, España
Teléfono: +34 95 4488 284
Fax: +34 95 4488 426
e-mail: eippcb@jrc.es
Internet: <http://eippcb.jrc.es>

Documento de Referencia de Los Principios Generales de Monitorización

SUMARIO EJECUTIVO	i
PREFACIO	v
ÁMBITO DE APLICACIÓN DE ESTE DOCUMENTO	ix
1 INTRODUCCIÓN	1
2 ASPECTOS DE MONITORIZACIÓN A CONSIDERAR AL ESTABLECER AUTORIZACIONES IPPC	3
2.1 ¿“Porqué” monitorizar?	3
2.2 ¿“Quién” realiza la monitorización?	5
2.3 “Qué” y “Cómo” monitorizar ?	7
2.4 “Cómo” expresar los valores límite de emisión (ELVs) y los resultados de monitorización	10
2.5 Consideraciones de tiempo en monitorización	12
2.6 Cómo tratar las incertidumbres	16
2.7 Requisitos de Monitorización a incluir con los Valores Límite de Emisión (ELVs) en las autorizaciones	18
3 CONSIDERACIÓN DE LAS EMISIONES TOTALES	21
3.1 Monitorización de Emisiones Fugitivas y Difusas (DFE)	22
3.2 Emisiones excepcionales	26
3.2.1 Emisiones excepcionales bajo condiciones previsibles	26
3.2.2 Emisiones excepcionales bajo condiciones imprevisibles	27
3.3 Valores bajo el límite de detección	30
3.4 Valores Atípicos	32
4 CADENA DE PRODUCCIÓN DE DATOS	33
4.1 Comparabilidad y fiabilidad de los datos en la cadena de producción de datos	33
4.2 Pasos de la cadena de producción de datos	35
4.2.1 Medida del caudal / cantidad	35
4.2.2 Muestreo	35
4.2.3 Almacenaje, transporte y preservación de la muestra	36
4.2.4 Tratamiento de la muestra	37
4.2.5 Análisis de la muestra	37
4.2.6 Procesamiento de los datos	38
4.2.7 Elaboración de informes	39
4.3 La cadena de producción de datos para los diferentes medios	40
4.3.1 Emisiones atmosféricas	40
4.3.2 Agua residual	41
4.3.3 Residuos	43
5 ENFOQUES DIFERENTES A LA MONITORIZACIÓN	45
5.1 Medidas directas	46
5.2 Parámetros subrogados	49
5.3 Balances de Masa	53
5.4 Cálculos	55
5.5 Factores de Emisión	56
6 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO	59
7 ELABORACIÓN DE INFORMES DE LOS RESULTADOS DE MONITORIZACIÓN	63
7.1 Requisitos y audiencias del informe	64

7.2	Responsabilidades en la elaboración del informe	65
7.3	Alcance del informe	66
7.4	Tipo de informe	67
7.5	Buenas prácticas de elaboración de informes	68
7.6	Consideraciones de calidad	70
8	COSTE DE LA MONITORIZACIÓN DE EMISIONES	71
9	COMENTARIOS FINALES	73
9.1	Cronología del trabajo	73
9.2	Cuestionario de prácticas comunes de monitorización	73
9.3	Fuentes de información	74
9.4	Nivel de consenso	74
9.5	Recomendaciones para futuras revisiones	74
	REFERENCIAS	77
	ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS	85
	ANEXO 2. LISTA DE LAS NORMAS Y PRE-NORMAS DE CEN	93
	Anexo 2.1. Tabla de las normas CEN para emisiones al aire	94
	Anexo 2.2. Tabla de las normas CEN para emisiones al agua	96
	Anexo 2.3. Tabla de las normas CEN para residuos sólidos	101
	Anexo 2.4. Tabla de las normas CEN para fangos	104
	ANEXO 3. UNIDADES COMUNES, MEDIDAS Y SÍMBOLOS	106
	ANEXO 4. EJEMPLOS DE MÉTODOS DIFERENTES EN LOS VALORES BAJO EL LÍMITE DE DETECCIÓN (LOD)	108
	ANEXO 5. EJEMPLOS DE CONVERSIÓN DE DATOS A CONDICIONES ESTÁNDAR	110
	ANEXO 6. EJEMPLOS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES AL MEDIO AMBIENTE	111
	ANEXO 7. EJEMPLOS DE COSTES	113
	A7.1. Ejemplos de la industria química	113
	A7.2. Ejemplos de la delegación alemana	115

ÁMBITO DE APLICACIÓN DE ESTE DOCUMENTO

Las autorizaciones IPPC tienen que incluir valores límite de emisión para los contaminantes emitidos en cantidades significativas; donde sea apropiado, estos valores pueden complementarse o sustituirse por parámetros equivalentes o medidas técnicas (Artículo 9.3). Asociados a estos valores límites de emisión están las condiciones de monitorización a las que la Directiva IPPC se refiere en el Artículo 9.5.

El Artículo 9.5 establece que la autorización contendrá condiciones apropiadas de monitorización de emisiones, especificando la metodología de medida, la frecuencia, el procedimiento de evaluación y una obligación del titular de proporcionar a la autoridad competente los datos necesarios para verificar el cumplimiento de la autorización.

El Artículo 15.3 establece que un inventario de las principales emisiones y sus focos emisores será publicado por la Comisión en base a los datos suministrados por los Estados Miembros. Este inventario es conocido como el Registro Europeo de Emisiones Contaminantes (EPER), y para cumplir con este requisito las industrias deben proporcionar datos de monitorización, incluyendo datos estimados, a las autoridades nacionales. (Véase la Decisión de la Comisión 2000/479/EC del 17 de Julio. La Comisión Europea ha producido un documento especial de guía para la elaboración de los informes EPER).

De estos artículos se deduce que los encargados de otorgar las autorizaciones IPPC necesitan establecer las condiciones de la autorización y las condiciones adecuadas de monitorización, teniendo en cuenta las necesidades futuras, para la verificación del cumplimiento. Además, los titulares de las instalaciones industriales están obligados a proponer en su solicitud de autorización las medidas previstas para monitorizar.

El objetivo de este documento es, por tanto, proporcionar información para guiar a los encargados de otorgar las autorizaciones IPPC y a los titulares de las instalaciones industriales en el cumplimiento de sus obligaciones bajo la Directiva con respecto a las condiciones de monitorización de las emisiones industriales en el foco emisor. Esto también ayuda a mejorar la comparabilidad y la fiabilidad de los datos de monitorización.

Existen tres tipos diferentes de monitorización industrial:

- monitorización de emisiones: monitorización de emisiones industriales en la fuente emisora, i.e. monitorización de emisiones desde la instalación al medio ambiente;
- monitorización del proceso: monitorización de parámetros físicos y químicos (ej: presión, temperatura, caudal de la corriente) del proceso para confirmar, usando técnicas de control y optimización de procesos, que la eficiencia de la planta está dentro del rango considerado adecuado para su correcta operación;
- monitorización del impacto: monitorización de los niveles de contaminante en los alrededores de la instalación y su área de influencia, y el efecto en los ecosistemas.

Este documento se centra en la monitorización de emisiones industriales en la fuente emisora; por lo tanto, la monitorización del proceso y la monitorización de la calidad del medio ambiente no están tratadas en este documento.

Este documento no trata las consideraciones de monitorización que sean específicas de cierto tipo de actividades de las incluidas en el Anexo 1 de la Directiva. Para tales aspectos específicos de cada sector industrial, se recomienda al lector el BREF(s) vertical (sectorial) pertinente.

Alcance

Donde se consideraba apropiado, se ha hecho referencia a las normas CEN disponibles en el campo de la monitorización (véase la lista en el Anexo 2), pero no se evalúa de ninguna manera norma alguna.

Para gases con efecto invernadero, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) ha desarrollado un documento guía especial de monitorización.

En paralelo al trabajo desarrollado para este documento, un proyecto con un alcance que se solapa con éste estaba siendo desarrollado en el marco de IMPEL (Red de la Unión Europea para la Implementación y Obligación de la Ley Medioambiental). Ese proyecto llevaba por nombre “Las mejores prácticas en la monitorización de cumplimiento” y ha habido un cierto grado de coordinación con los resultados de ese trabajo en este documento.

Este documento no trata en general los aspectos relativos a inspecciones. Sin embargo, un documento de relevancia significativa para la monitorización en el marco de la Directiva IPPC es la Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de 4 de Abril de 2001 que proporciona los criterios mínimos para las inspecciones medioambientales en los Estados Miembros.

1 INTRODUCCIÓN

Cuando los valores límite de emisión, parámetros equivalentes, medidas técnicas, y condiciones de monitorización se establecen en las autorizaciones IPPC, los encargados de otorgar las autorizaciones y los titulares de las instalaciones deben tener presente cómo, en el futuro, se puede realizar la verificación del cumplimiento y los informes medioambientales, teniendo en cuenta los costes involucrados.

Hay dos razones por las que la monitorización se incluye en las condiciones de las autorizaciones IPPC:

- para comprobar el cumplimiento de las condiciones de la autorización: la monitorización se necesita para identificar y cuantificar la eficiencia de la planta, permitiendo por tanto a las autoridades verificar el cumplimiento de las condiciones de la autorización;
- para elaborar el informe medioambiental de las emisiones industriales: la monitorización se necesita para generar la información para los informes medioambientales de la industria, ej: para cumplir la obligación de comunicación bajo la Directiva IPPC o el Registro Europeo de Emisiones Contaminantes (EPER). En algunos casos esta información también puede aplicarse a la evaluación de cargas financieras, impuestos o comercio de emisiones.

El Capítulo 2 establece siete consideraciones que las autoridades encargadas de otorgar las autorizaciones IPPC pueden tener en cuenta para establecer condiciones de monitorización optimizadas en la autorización. Estas consideraciones abordan los siguientes aspectos:

1. ¿"Por qué" monitorizar?
2. ¿"Quién" realiza la monitorización?
3. ¿"Qué" y "Cómo" monitorizar?
4. Cómo expresar los valores límites de emisión (ELVs) y los resultados de monitorización
5. Consideraciones de tiempo en monitorización
6. Cómo tratar las incertidumbres, y
7. Requisitos de monitorización a incluir con los valores límite de emisión en las autorizaciones.

Un objetivo secundario de este documento es promover la comparabilidad y la fiabilidad de los datos de monitorización en Europa. Esto es especialmente importante para comparar las eficiencias de plantas distintas del mismo sector, o emisiones totales de diferentes sectores. Actualmente los procedimientos de monitorización varían a lo largo de Europa, y estos distintos enfoques producen datos que a menudo no son comparables, ya que pueden referirse a distintos métodos de medida, períodos, frecuencias, fuentes de emisión, etc. Realizar una comparación directa de datos de distintas plantas que se han obtenido bajo condiciones distintas puede conducir a conclusiones erróneas.

Es esencial tener un buen grado de comprensión del proceso que se va a monitorizar para obtener resultados comparables y fiables. Dada la complejidad, el coste y el hecho de que se hagan decisiones subsiguientes en base a los datos de monitorización, debería de hacerse un esfuerzo para asegurar que los datos obtenidos son adecuadamente comparables y fiables.

Monitorización en este documento quiere decir la vigilancia o seguimiento sistemático de las variaciones de un determinado compuesto químico o de una característica física de una emisión, vertido, consumo, parámetros equivalentes o medidas técnicas, etc. La monitorización se basa en una serie de medidas u observaciones, a una frecuencia adecuada, de acuerdo con procedimientos documentados y acordados, y que se hace para proporcionar información útil. Esta información puede ir desde una simple observación visual hasta datos numéricos precisos.

Capítulo 1

La información puede usarse para varios propósitos distintos, siendo el principal la verificación del cumplimiento con los valores límite de emisión; también puede ser útil para el seguimiento de una correcta operación de los procesos de la planta, además de permitir tomar mejores decisiones sobre operaciones industriales.

Los términos medida y monitorización se usan a menudo como sinónimos. En este documento tienen los siguientes alcances:

- una medida consiste en un conjunto de operaciones para determinar el valor de una cantidad, y por lo tanto implica que se obtiene un resultado cuantitativo individual;
- la monitorización incluye la medida del valor de un parámetro concreto y también el seguimiento de las variaciones del valor (para permitir controlar, dentro del rango requerido, el valor real del parámetro). En ocasiones, la monitorización puede referirse a la simple vigilancia de un parámetro sin valores numéricos, i.e. sin medidas.

2 ASPECTOS DE MONITORIZACIÓN A CONSIDERAR AL ESTABLECER AUTORIZACIONES IPPC

Cuando se establecen valores límite de emisión en las autorizaciones IPPC, los encargados de redactar la autorización deberían considerar cómo se van a realizar los informes medioambientales y la evaluación del cumplimiento con las condiciones de la autorización, y cómo se puede obtener la información más relevante con la necesaria calidad y confianza en los resultados, sin perjuicio de la relación coste-eficiencia.

En este capítulo, se recomienda a los encargados de redactar la autorización que tengan en cuenta las siete consideraciones que se discuten en las Secciones 2.1 a la 2.7, al establecer las condiciones adecuadas de la autorización. Estas consideraciones no deben tomarse de forma aislada, sino que todas son interdependientes y todas juntas forman una cadena de calidad, por lo que la calidad alcanzada en cada paso afecta a la que se puede alcanzar en etapas posteriores. Esto significa que toda debilidad en etapas previas puede tener un gran efecto adverso en la calidad y utilidad de los resultados finales.

La Directiva IPPC espera que las autoridades encargadas de otorgar la autorización establezcan los valores límite de emisiones y vertidos, y otras condiciones para la gestión de residuos, el uso de la energía, ruidos, olores y posiblemente el uso de materias primas. Por simplicidad, en el resto de este capítulo se referirá a todos estos aspectos medioambientales como “emisiones”.

2.1 ¿“Por qué” monitorizar?

[Mon/64]

La Directiva IPPC exige que todos los valores límite de emisión en las autorizaciones estén basados en la aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD). La monitorización de la eficacia de estas técnicas basadas en las MTD puede ser necesaria por dos razones principales:

- para verificar que las emisiones están dentro de los valores límite de emisión, ej: evaluación del cumplimiento;
- para establecer la contribución de una instalación concreta a la contaminación medioambiental en general, ej: elaboración de informes medioambientales periódicos para las autoridades competentes.

A menudo sucede que los datos de monitorización obtenidos para un propósito pueden servir adecuadamente a otros propósitos, aunque en ocasiones estos datos necesitan algún tratamiento previo. Por ejemplo, los datos de monitorización para verificar el cumplimiento pueden usarse para satisfacer los informes obligatorios EPER. Por lo tanto, la monitorización es una valiosa fuente de información, no sólo para evaluar si las instalaciones industriales están cumpliendo con la autorización IPPC sino también para entender y gestionar sus interacciones con el medio ambiente y la sociedad.

Algunos ejemplos de razones y objetivos adicionales para monitorizar son (aparte de las dos razones principales enumeradas arriba):

- elaboración de informes para los inventarios de emisiones (ej: locales, nacionales e internacionales);
- evaluación de las Mejores Técnicas Disponibles (ej: a niveles de compañía, sector y UE);
- evaluación de impactos medioambientales (ej: como datos de entrada de modelos, mapas de cargas contaminantes);
- emprender negociaciones (ej: cuotas de emisiones, programas de mejora);

Capítulo 2

- investigación de posibles parámetros subrogados que ofrezcan ventajas prácticas y/o de coste;
- tomar decisiones sobre la alimentación y combustibles de la planta, vida de la planta y estrategias de inversión;
- establecer o recaudar tasas y/o impuestos medioambientales;
- planear y gestionar incrementos en la eficiencia;
- establecer el alcance y la frecuencia adecuadas de las inspecciones y acciones correctoras en cooperación con las autoridades competentes;
- optimizar el proceso con respecto a las emisiones;
- establecer las tasas del comercio de emisiones.

Los titulares de las instalaciones y las autoridades competentes deberían comprender claramente los objetivos antes de que empiece la monitorización. Los objetivos y el sistema de monitorización deberían también estar claros para cualquier tercero involucrado, incluyendo subcontratas externas y otros posibles usuarios de los datos de monitorización (ej: responsables de planear el uso de los suelos, grupos de interés público y gobierno central).

Es buena práctica documentar los objetivos al principio y mantenerlos mediante una revisión sistemática. Esta información puede incluir consideraciones de los objetivos, obligaciones, usos y usuarios de los datos recogidos durante el programa de monitorización.

Debería hacerse una revisión sistemática para asegurar que los desarrollos técnicos que puedan mejorar la calidad y la efectividad de un programa se toman en cuenta, pero siempre considerando que se mantiene un régimen de monitorización estable y consistente. Los datos obtenidos pueden compararse regularmente con los objetivos para verificar que se están cumpliendo.

La monitorización es por tanto una inversión útil con amplios beneficios prácticos. Sin embargo, estos beneficios sólo pueden alcanzarse plenamente cuando los datos son fiables y comparables, y cuando han sido obtenidos de un programa de monitorización con una calidad adecuada.

2.2 ¿“Quién” realiza la monitorización?

[Mon/64]

La monitorización que se lleva a cabo para determinar el cumplimiento de las condiciones de la autorización puede ser efectuada por las autoridades competentes, los titulares de la instalación o por terceros subcontratados en su nombre. Tanto las autoridades competentes como los titulares de las instalaciones están, cada vez más, haciendo uso de subcontratas externas para realizar la monitorización en su nombre. Sin embargo, incluso cuando se usan subcontratas la responsabilidad última de la monitorización y su calidad recae en la autoridad pertinente o en el titular de la instalación, y no puede ser subcontratada.

En los Estados Miembros de la UE no hay división entre las “responsabilidades de las autoridades” y las “responsabilidades de los titulares”. Algunas tareas son siempre adecuadas para las autoridades (ej: establecer las regulaciones, estudiar las propuestas de los titulares), y otras para los titulares (ej: la auto-monitorización).

La Directiva IPPC dispone que las condiciones para la monitorización por parte de los titulares estén especificadas en la autorización. Normalmente las autoridades confían en gran medida en la “auto monitorización” llevada a cabo por los titulares de las instalaciones. Las autoridades auditan las instalaciones del titular y realizan ellos mismos unos programas de monitorización más limitados para proporcionar verificaciones independientes cuando sea necesario. Estos programas pueden ser subcontratados a terceros, a expensas del titular, y pueden realizarse sin previo aviso.

La auto-monitorización tiene potencialmente grandes ventajas, ya que usa el propio conocimiento del titular de la instalación sobre sus procesos, estimula a los titulares a responsabilizarse de sus emisiones, y puede ser relativamente eficiente en términos económicos. Sin embargo, es de una importancia capital para las autoridades confirmar la calidad de los datos, para aumentar la confianza pública mediante el uso de procedimientos adecuados de control de calidad. Véase la Sección 2.7 punto 8 para más información sobre los requisitos en la autorización de los convenios de auto-monitorización.

La monitorización llevada a cabo por las autoridades competentes puede inspirar una mayor confianza pública, pero sus recursos económicos pueden ser limitados. También es menos eficiente económicamente para las autoridades realizar la monitorización, en particular con respecto al uso de sistemas de monitorización en continuo, ya que es improbable que su conocimiento del proceso sea tan detallado como el conocimiento del titular y, además, el personal involucrado en la monitorización no estará presente en la planta todo el tiempo.

Es muy importante que las responsabilidades de la monitorización estén claramente asignadas a las partes pertinentes (titulares, autoridades, subcontratas) para que todos sepan cómo se va a dividir el trabajo y cuáles son sus propias tareas y responsabilidades. Los detalles de tales asignaciones y de los métodos a usar pueden especificarse en los programas de monitorización, esquemas, autorizaciones, legislaciones u otros documentos pertinentes, tales como las normas aplicables.

Es buena práctica que tales especificaciones incluyan detalles de:

- la monitorización de la que el titular es responsable, incluyendo toda la monitorización que las subcontratas externas puedan realizar en su nombre;
- la monitorización de la que la autoridad competente es responsable, incluyendo toda la monitorización que las subcontratas externas puedan realizar en su nombre;
- la estrategia y el papel de cada participante;
- los métodos y salvaguardias que se requieren en cada caso;
- las condiciones de elaboración de informes.

Capítulo 2

Es esencial que los usuarios de los resultados de monitorización tengan confianza en la calidad de tales resultados. Esto conlleva que quienquiera que realiza el trabajo necesita alcanzar un alto nivel de calidad haciendo el trabajo de una manera objetiva y rigurosa, siguiendo normas adecuadas, y también necesita ser capaz de demostrar esta calidad a los usuarios de los datos.

Es responsabilidad de la autoridad competente el establecer requisitos adecuados de calidad y considerar una serie de salvaguardias. Para la evaluación del cumplimiento de la autorización es buena práctica el uso de:

- métodos estándar de medida, cuando estén disponibles;
- instrumentación certificada;
- personal certificado;
- laboratorios acreditados.

Véase la Sección 2.7 punto 12 para más información sobre consideraciones de calidad en las autorizaciones IPPC.

Para la auto-monitorización, puede ser apropiado el uso de sistemas de gestión de calidad reconocidos y verificación periódica por un laboratorio externo acreditado en vez de acreditación formal propia.

2.3 ¿“Qué” y “Cómo” monitorizar?

En principio para monitorizar un parámetro se pueden tomar varios enfoques, aunque puede que alguno de ellos no sea adecuado para aplicaciones concretas:

- medidas directas;
- parámetros subrogados;
- balances de masa;
- cálculos;
- factores de emisión.

Al elegir uno de estos enfoques para monitorizar debe existir un balance entre la disponibilidad del método, fiabilidad, nivel de confianza, costes y los beneficios medioambientales. Se puede encontrar más información sobre estos enfoques en el Capítulo 5.

La selección de los parámetros a monitorizar depende de los procesos de producción, de las materias primas y de las sustancias químicas utilizadas en la instalación. Es ventajoso que los parámetros elegidos también sirvan a las necesidades de control de operación de la planta. La frecuencia a la que un parámetro es monitorizado puede variar ampliamente conforme a las necesidades, a los riesgos para el medio ambiente y al enfoque de monitorización que se tome (véase la Sección 2.5.).

Dado que la monitorización de emisiones debe proporcionar a las autoridades una información adecuada de las emisiones y sus variaciones en el tiempo, los parámetros a monitorizar exceden usualmente el número de parámetros especificados en la autorización o el programa de monitorización [Mon/39].

Se pueden distinguir varios niveles de riesgo potencial, y pueden asociarse con un régimen de monitorización adecuado. Al determinar el régimen de monitorización o la intensidad, los elementos principales que tienen una influencia en el riesgo de tener unas emisiones más altas que los valores límites de emisión son:

- (a) la probabilidad de exceder el valor límite de emisión;
- (b) las consecuencias de exceder el valor límite de emisión (i.e. daño al medio ambiente).

Los aspectos a considerar al evaluar la probabilidad de exceder el valor límite de emisión incluyen:

- número de focos emisores que contribuyen a la emisión;
- estabilidad de las condiciones del proceso;
- capacidad tampón disponible para el tratamiento del efluente;
- capacidad de tratamiento de la fuente para exceso de emisiones;
- potencial de fallo mecánico causado por corrosión;
- flexibilidad en la producción;
- capacidad del titular para reaccionar cuando ocurre un fallo;
- antigüedad del equipo en servicio;
- régimen de operación;
- inventario de sustancias peligrosas que pueden ser liberadas durante condiciones normales o anormales;
- importancia de la carga contaminante (altas concentraciones, altos caudales);
- fluctuaciones en la composición del efluente.

Los aspectos a considerar al evaluar las consecuencias de exceder el valor límite de emisión incluyen:

- duración de un fallo potencial;

Capítulo 2

- efectos agudos de la sustancia, i.e. las características peligrosas de la sustancia que se maneja;
- emplazamiento de la instalación (proximidad de vecindarios, etc.);
- ratio de dilución en el medio receptor;
- condiciones meteorológicas.

En el resto de esta Sección se muestra un ejemplo de cómo algunos de los aspectos enumerados previamente pueden clasificarse en distintos niveles de riesgo.

En este ejemplo, los principales elementos que tienen una influencia en el riesgo de tener unas emisiones reales mayores que el valor límite de emisión están enumerados en la Tabla 2.3.1 y clasificados en distintos niveles de riesgo, desde un nivel bajo hasta un nivel alto. La evaluación del riesgo debería tener en cuenta las condiciones locales, incluyendo aspectos que pueden no estar contenidos en esta tabla. La evaluación final de la probabilidad o las consecuencias debería estar basada en la combinación de todos los elementos, no en un sólo elemento.

Tabla 2.3.1: Aspectos que tienen una influencia en la probabilidad de exceder el valor límite de emisión y las consecuencias de exceder el valor límite de emisión

Aspectos a considerar y niveles correspondientes de riesgo	NIVEL BAJO 1	NIVEL MEDIO 2 – 3	NIVEL ALTO 4
Aspectos que tienen una influencia en la probabilidad de exceder los valores límites de emisión			
(a) número de fuentes individuales que contribuyen a la emisión	Única	Varias (1 - 5)	Muchas (> 5)
(b) estabilidad de las condiciones operativas del proceso	Estable	Estable	Inestable
(c) capacidad tampón del tratamiento del efluente	Suficiente para hacer frente a las perturbaciones	limitada	ninguna
(d) capacidad de tratamiento de la fuente para el exceso de emisiones	Capaz de hacer frente a los picos (por dilución, reacción estequiométrica, sobredimensionamiento, tratamiento de reserva)	Capacidades limitadas	Sin capacidad
(e) potencial de fallo mecánico causado por corrosión	Corrosión nula o limitada	Corrosión normal, contemplada en el diseño	Condiciones de corrosión todavía presentes
(f) flexibilidad en la producción	Única unidad de producción dedicada	Número limitado de calidades	Muchas calidades, planta multiuso
(g) inventario de sustancias peligrosas	No presentes o dependientes de la producción	Significativo (comparado con los valores límite de emisión)	Gran inventario
(h) máxima carga contaminante posible (concentración x caudal)	Significativamente por debajo del valor límite de emisión	Alrededor del valor límite de emisión	Significativamente por encima del valor límite de emisión
Aspectos para evaluar las consecuencias de exceder el valor límite de emisión			
(i) duración de un fallo potencial	Corto (< 1 hora)	Medio (1 hora a 1 día)	Largo (>1 día)
(j) efectos agudos de la sustancia	No	Potencial	Probable
(k) Emplazamiento de la instalación	Área industrial	A una distancia de seguridad con área residencial	En las cercanías de una área residencial
(l) ratio de dilución en el medio receptor	Alto (Ej. por encima de 1000)	Normal	Bajo (ej. por debajo de 10)

Los resultados de la evaluación de estos aspectos pueden combinarse y representarse en un diagrama simple de la probabilidad de exceder el valor límite de emisión contra las consecuencias de exceder el valor límite de emisión (véase la Figura 2.3.1). La combinación de estos elementos puede decidirse caso por caso y puede hacerse de tal forma, que se le da un mayor peso a los aspectos más relevantes. La localización del resultado en la matriz de riesgo, como se muestra en la figura 2.3.1, determina las condiciones adecuadas del régimen de monitorización para la operación rutinaria del proceso.

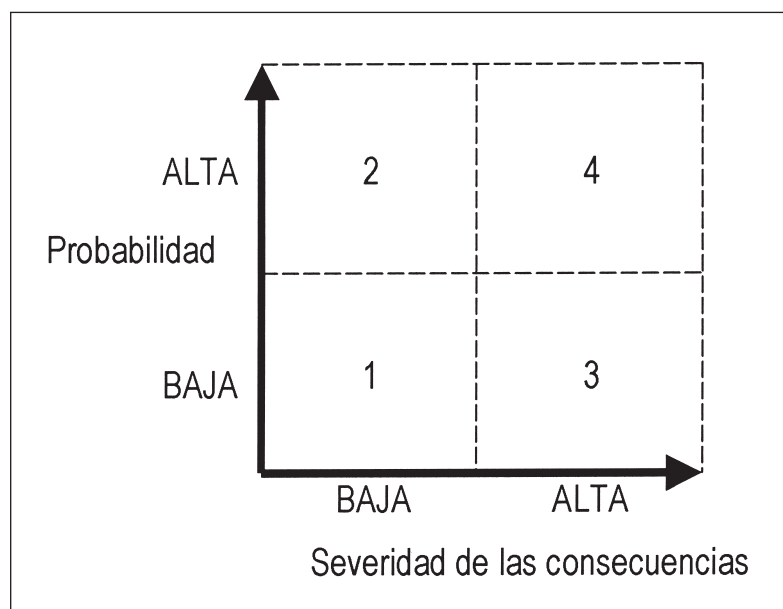


Figura 2.3.1: Régimen de monitorización conforme al riesgo de exceder el valor límite de emisión.

Los regímenes de monitorización correspondientes son:

1. ocasional - (desde una vez al mes hasta una vez al año): el objetivo principal es verificar el nivel de las emisiones con las condiciones previsibles o usuales;

2. de regular a frecuente (de una a tres veces por día hasta una vez por semana): la frecuencia necesita ser alta para detectar condiciones inusuales o una reducción incipiente de la eficiencia, y para iniciar rápidamente acciones correctivas (diagnóstico, reparación, mantenimiento, etc.). Aquí puede ser adecuado un muestreo proporcional al tiempo;

3. de regular a frecuente (de una vez al día hasta una vez por semana): se necesita una alta precisión y que las incertidumbres se minimicen en la cadena de monitorización para asegurar que no se daña el medio receptor. Aquí muestreos proporcionales al caudal pueden ser adecuados;

4. intensivo (es adecuado un muestreo secuencial continuo o de alta frecuencia, de 3 a 24 veces al día): se usa cuando, por ejemplo, es probable que unas condiciones inestables conduzcan a exceder el valor límite de emisión. El objetivo es determinar las emisiones en tiempo real y/o en el período de tiempo exacto y al nivel de emisión alcanzados.

Un ejemplo de un enfoque existente, consistente en la filosofía del enfoque basado en el riesgo para asignar un régimen de monitorización a cualquier fuente de acuerdo con el riesgo de daño medioambiental, puede encontrarse en las Directrices de Emisiones a la Atmósfera de Holanda (Netherlands Emissions Guidelines for Air) [Mon/74].

Capítulo 2

2.4 “Cómo” expresar los valores límite de emisión (ELVs) y los resultados de monitorización

Existe una relación entre la forma en que se expresan los valores límite de emisión y el objetivo de monitorizar esas emisiones.

Los siguientes tipos de unidades pueden usarse tanto de forma individual como en combinación:

- unidades de concentración,
- unidades de carga contaminante en el tiempo,
- unidades específicas y factores de emisión,
- unidades de efectos térmicos,
- otras unidades de valores de emisión,
- unidades normalizadas.

Unidades de concentración

- expresadas como masa por unidad de volumen (ej: mg/m^3 , mg/l) o volumen por unidad de volumen (ej: ppm). Estas unidades frecuentemente indicadas con un tiempo de promedio (ej: valores por hora o diarios, véase la Sección 2.5), se aplican como valores límite de emisión para verificar la adecuada eficacia de un proceso o una tecnología de abatimiento de final de línea como se prescribe en la autorización (ej: la verificación del cumplimiento de una instalación). Nótese que los volúmenes pueden expresarse de distintas formas: volumen como tal, volumen normal, seco, húmedo, referido a una cierta cantidad de oxígeno, etc.
- en algunos permisos los valores límite de emisión se expresan como concentración, y también como unidades de carga contaminante por unidad de tiempo, para evitar que el valor límite de emisión (en mg/m^3) pueda cumplirse diluyendo la emisión.

Unidades de carga contaminante por unidad de tiempo

La elección del período de tiempo para la unidad de carga por tiempo está relacionada con el tipo de impacto medioambiental de la emisión:

- se aplica una base de tiempo corta para expresar la carga a corto plazo al medio ambiente, y se usa a menudo para instalaciones individuales, por ejemplo, para la evaluación del impacto ambiental:
 - kg/s , se usa normalmente en la evaluación de las consecuencias de situaciones con vertidos peligrosos, eventos excepcionales o con efectos en la salud (estudios de seguridad);
 - kg/h , se usa normalmente para las emisiones de procesos con operación en continuo;
 - kg/d o kg/semana , se usan normalmente para la evaluación del impacto de las emisiones que necesitan seguirse de cerca.
- una base de tiempo larga, por ejemplo t/año , se aplica principalmente cuando la carga contaminante al medio ambiente a largo plazo es relevante, por ejemplo para emisiones acidificantes (tales como SO_2 y NO_x), y para la elaboración periódica de los informes medioambientales, ej: EPER.

Unidades específicas y factores de emisión

- basadas en la unidad de producto, por ejemplo kg/t de producto. Pueden usarse para comparar procesos diferentes entre ellos, independientemente de la producción real de cada uno, permitiendo además evaluar las tendencias y actuando el valor como un punto de referencia que puede usarse para seleccionar la mejor técnica. Cuando una instalación produce sólo un producto o un reducido número de productos, se pueden usar unidades específicas como límites en la autorización para permitir variar los niveles de producción;

- basado en la unidad de alimentación de entrada al proceso, por ejemplo g/GJ (energía térmica de entrada), pueden usarse especialmente para los procesos de combustión y suelen ser independientes del tamaño del proceso. También pueden usarse para evaluar la eficiencia de un equipo de abatimiento (ej: balance de masas g (entrada)/g (salida)).

La base de las unidades debe indicarse claramente, evitando ambigüedad, junto con el resultado; por ejemplo, es necesario indicar si se refieren a la producción real o a la capacidad nominal. Las mismas unidades usadas en los valores límite de emisión deben usarse cuando se elaboran los informes de los resultados de la monitorización, que se utilizan para determinar el cumplimiento con la autorización.

Unidades térmicas

- expresadas como temperatura (i.e. °C, K, ej: para evaluar la eficacia de destrucción de un incinerador), o como unidades de calor por unidad de tiempo (ej: W, para evaluar los efectos térmicos en las aguas receptoras).

Otras unidades de valores de emisión

- expresadas como: velocidad en m/s, por ejemplo, para verificar el cumplimiento con la velocidad mínima de salida del gas en la chimenea; o unidades de volumen por unidad de tiempo, ej: m³/s para evaluar el caudal de vertido a las aguas receptoras; tiempo de residencia, ej: s para verificar que la combustión se completa en un incinerador;
- ratio de dilución o mezclado (usado para el control de olores en algunas autorizaciones).

Unidades normalizadas

- estas unidades tienen en cuenta parámetros auxiliares para expresar los datos en condiciones normalizadas. Por ejemplo, en gases es usual dar los resultados en concentración expresados como masa por normal metro cúbico, donde “normal” quiere decir a una temperatura, presión, contenido de humedad (seco/húmedo) y concentración de referencia de oxígeno estándares. Las condiciones de referencia usadas deben indicarse siempre con el resultado. Nótese que hay una diferencia entre las condiciones “normales” y “estándar” (véase la sección 4.3.1).

En todos los casos las unidades que se usen para la monitorización del cumplimiento con la autorización deben estar claramente indicadas, deben ser, preferiblemente, internacionalmente reconocidas (ej: basadas en el Sistema Internacional), y deben adaptarse al parámetro, aplicación y contexto en cuestión.

Capítulo 2

2.5 Consideraciones de tiempo en monitorización

[Mon/64]

Hay varias consideraciones de tiempo que son relevantes cuando se establecen condiciones de monitorización en la autorización, las principales son:

- el momento del tiempo cuando las muestras y/o las medidas se toman;
 - el tiempo de promedio;
 - la frecuencia.
- el **momento del tiempo** cuando las muestras y/o las medidas se toman, se refiere al punto temporal (ej: la hora, el día, semana, etc.) en el que se realizan los muestreos y/o las medidas. El momento puede ser crucial para obtener un resultado relevante para el valor límite de emisión y para la estimación de cargas contaminantes, y puede depender de las condiciones operativas de la planta, tales como:
- cuando se está usando una alimentación y unos combustibles específicos,
 - cuando un proceso está operando a una carga o capacidad específica, o
 - cuando un proceso está operando en condiciones perturbadas o anormales. Puede que entonces se necesite un enfoque de monitorización diferente, ya que las concentraciones del contaminante pueden exceder el rango del método usado en condiciones normales. Las condiciones perturbadas o anormales incluyen los arranques de planta, fugas, disfunciones, paradas momentáneas y cierres terminales. Más información sobre este aspecto puede encontrarse en la Sección 3.2.
- comúnmente en las autorizaciones (y en este documento) el **tiempo de promedio** se refiere al tiempo sobre el cual un resultado de monitorización se considera representativo de la carga o concentración media de la emisión. Este puede ser por ejemplo por hora, por día, por año, etc.

Se puede obtener un valor medio de varias formas distintas:

- en monitorización en continuo, calculando una media de todos los resultados producidos durante el período. Un monitor continuo está ajustado típicamente para calcular un resultado promedio sobre cortos períodos contiguos, por ejemplo cada 10 ó 15 segundos. Se puede referir a este corto período de tiempo como el tiempo de promedio del equipo de monitorización, por ejemplo, si se produce un resultado cada 15 segundos, entonces la media sobre 24 horas es la media matemática de 5760 valores;
- muestrear durante todo el período (muestra continua o compuesta), para producir un único resultado de monitorización;
- tomar un número de muestras puntuales sobre el período y promediar los resultados obtenidos.

Nótese que algunos contaminantes pueden necesitar un período de muestreo mínimo, suficientemente largo para recoger una cantidad medible del contaminante, y el resultado es un valor medio sobre el tiempo de muestreo. Por ejemplo, la medida de dioxinas en emisiones gaseosas puede necesitar típicamente un período de muestreo de 6 a 8 horas.

- La **frecuencia** se refiere al tiempo entre muestras y/o medidas individuales o grupo de medidas de las emisiones de un proceso. Puede variar ampliamente entre situaciones distintas (ej: desde una muestra anual hasta medidas en línea que cubren las 24 horas del día), y se divide generalmente en monitorización en continuo y en discontinuo. En la monitorización en discontinuo, la monitorización llamada de campaña es una aplicación especial (véase la Sección 5.1).

Cuando se determina la frecuencia es muy importante hacer un balance entre los requisitos de las medidas y las características de las emisiones, riesgo para el medio ambiente, practicabilidad de los muestreos y los costes. Por ejemplo, se puede elegir una alta frecuencia para parámetros simples y económicos, ej: parámetros subrogados (véase la Sección 5.2 para información relativa a los subrogados), la emisión para la que el parámetro se ha usado puede entonces monitorizarse a una frecuencia más baja.

Es buena práctica adaptar la frecuencia de monitorización al cuadro temporal sobre los que pueden ocurrir efectos dañinos o tendencias potencialmente dañinas de la emisión. Por ejemplo, si pueden ocurrir efectos dañinos debido a impactos a corto plazo del contaminante, entonces lo mejor es monitorizar frecuentemente (viceversa si son debido a una exposición a largo plazo). La frecuencia de monitorización debería revisarse y, si es necesario, modificarse conforme se va disponiendo de más información (ej: actualizaciones sobre los cuadros temporales o efectos dañinos).

Hay diferentes formas disponibles de abordar la determinación de la frecuencia. Comúnmente se usan enfoques basados en el riesgo, véase la Sección 2.3. para un ejemplo de este tipo de enfoque, aunque hay otros procedimientos posibles para determinar la frecuencia, tales como el Índice de Capacidad.

Otras aplicaciones de la monitorización pueden necesitar diferentes consideraciones para determinar la frecuencia, por ejemplo la monitorización de campaña, que consiste en medidas realizadas para responder a una necesidad o interés de obtener una información más fundamental que la que proporciona la monitorización rutinaria o convencional (véase Sección 5.1).

En general la descripción del valor límite de emisión en la autorización (en términos de ej: cantidad total y picos), es la base para establecer las condiciones de tiempo de monitorización. Estos requisitos y la monitorización de cumplimiento asociada deben estar claramente definidos e indicados en la autorización para evitar ambigüedades.

Los requisitos de tiempo de la monitorización expresados en la autorización dependen principalmente del tipo de proceso, y más específicamente de los patrones de emisión. Cuando la emisión está sujeta a variaciones aleatorias o sistemáticas, los parámetros estadísticos, incluyendo las medias, desviaciones estándar, máximos y mínimos, proporcionan sólo estimaciones de los valores reales. En general, la incertidumbre decrece al incrementarse el número de muestras. La magnitud y duración de los cambios puede determinar los requisitos de tiempo de la monitorización, como se describe más abajo.

La filosofía que subyace tras la determinación de los requisitos de tiempo puede ilustrarse mediante los ejemplos de la figura 2.5 (A, B, C y D). Las figuras muestran cómo las emisiones (eje vertical, i.e. eje Y) pueden variar a lo largo del tiempo (eje horizontal, i.e. eje X).

Capítulo 2

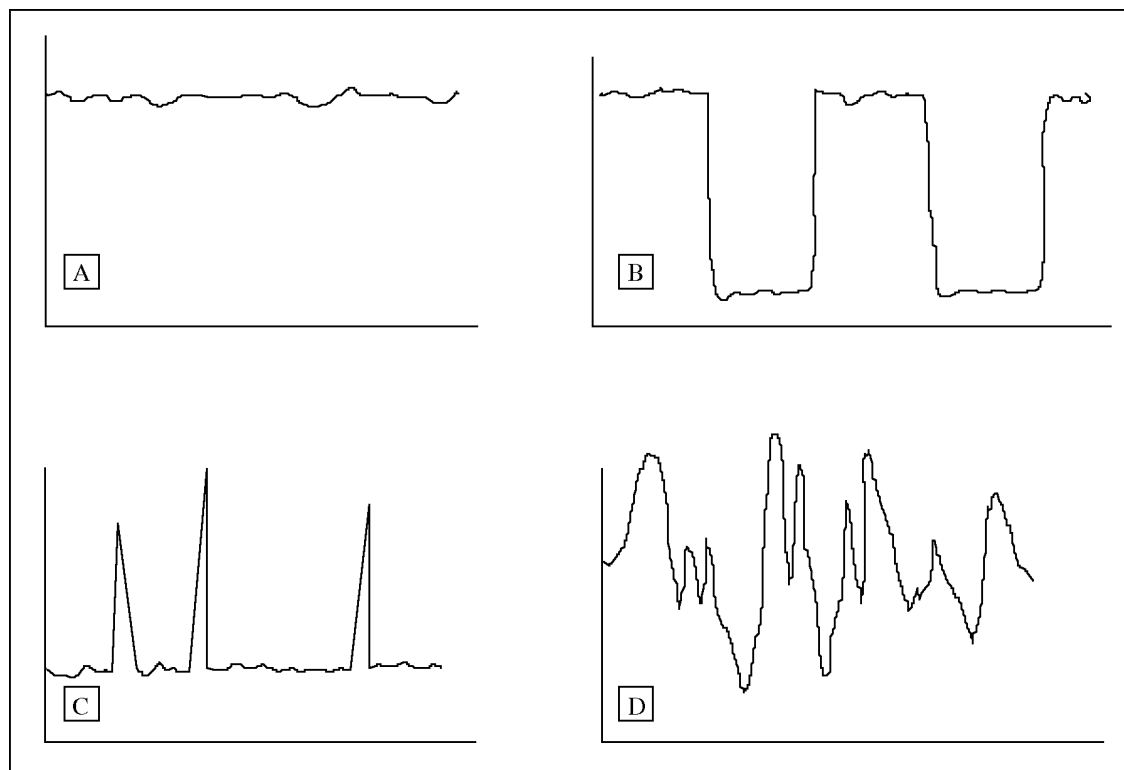


Figura 2.5: Ejemplos de cómo las emisiones pueden variar a lo largo del tiempo y sus implicaciones en la determinación de los requisitos de tiempo de la monitorización.

En los ejemplos de la figura 2.5 la determinación del momento, tiempo de promedio y la frecuencia depende de los patrones de emisión de la siguiente forma:

- **Proceso A** representa un proceso muy estable.

El momento cuando se toman las muestras no es importante ya que los resultados van a ser muy similares, independientemente de cuando se toman las muestras (i.e. por la mañana, los Jueves, etc.).

El tiempo de promedio no es tampoco importante aquí, ya que en cualquier período que escojamos (ej: media hora, 2 horas, etc.) los valores medios van a ser también muy similares.

La frecuencia podría ser por tanto discontinua ya que los resultados van a ser muy similares, independientemente del tiempo entre ellos.
- **Proceso B** representa un ejemplo típico de un proceso cíclico o por lotes.

El momento cuando se toman las muestras y el tiempo de promedio puede restringirse a los períodos cuando el proceso está en operación; aunque las emisiones medias durante el ciclo completo, incluyendo los períodos de parada, pueden ser también de interés, especialmente para la estimación de cargas contaminantes.

La frecuencia puede ser tanto discontinua como continua.
- **Proceso C** representa un proceso relativamente estable pero con algunos picos altos ocasionales de corta duración, que contribuyen muy poco al total de emisiones acumuladas. El que el valor límite de emisión se concentre en los picos o en la cantidad total depende enteramente de la naturaleza y del riesgo potencial de las emisiones. Si pueden ocurrir efectos dañinos debidos a impactos a corto plazo de los contaminantes entonces es importante controlar los picos en vez de la carga acumulada.

Se usa un tiempo de promedio muy corto para controlar los picos y un tiempo de promedio más largo para controlar la cantidad total acumulada.

Es más adecuada una frecuencia alta (ej: continuo) para controlar los picos.

De forma similar el momento cuando se toman las muestras también es importante para controlar los picos, ya que se usan tiempos de promedio cortos. Sin embargo, no es tan importante para controlar la carga acumulada, siempre que se tome un tiempo de promedio suficientemente largo para evitar que el resultado esté influenciado por los picos cortos ocasionales.

- **Proceso D** representa un proceso altamente variable.

Nuevamente, la naturaleza y el riesgo potencial de las emisiones determinarán si el valor límite de emisión se establece para los picos o para la cantidad total de emisiones.

En este caso, el momento en el que se toman las muestras es muy importante ya que, debido a la variabilidad del proceso, muestras tomadas en momentos diferentes pueden producir resultados muy distintos.

Se usa un tiempo de promedio muy corto para controlar los picos, y un tiempo de promedio más largo para controlar la cantidad total.

En cualquier caso es probable que sea necesaria una frecuencia alta (ej: continuo), ya que es probable que una frecuencia menor provoque resultados poco fiables.

La determinación de los requisitos de tiempo (momento, tiempo de promedio, frecuencia, etc.) de los valores límite de emisión y la monitorización asociada necesita también tener en cuenta los siguientes factores:

- el tiempo durante el que puede ocurrir un daño al medio ambiente (Ej.. 15 - 60 minutos para respirar contaminantes atmosféricos, deposición anual para la lluvia ácida, de un minuto a 8 horas para los ruidos, de una hora a 24 horas para los vertidos acuosos);
- las variaciones del proceso, i.e. durante cuánto tiempo se opera en los distintos modos;
- el tiempo necesario para obtener información estadísticamente representativa;
- el tiempo de respuesta de los instrumentos;
- los datos obtenidos deberían ser representativos de lo que se pretende monitorizar y comparables con los datos procedentes de otras plantas;
- objetivos medioambientales.

La duración total de un programa de monitorización suele estar alineada con la vida operativa de un proceso, especialmente cuando el alcance temporal de cualquier efecto dañino es corto comparado con la vida operativa del proceso.

Capítulo 2

2.6 Cómo tratar las incertidumbres

[Mon/64]

Cuando la monitorización se aplica para evaluar el cumplimiento con las condiciones de la autorización, es especialmente importante tener en cuenta las incertidumbres de las medidas durante todo el proceso de la monitorización.

La incertidumbre de una medida es un parámetro asociado con el resultado de la medida, que caracteriza la dispersión de los valores que se le pueden atribuir razonablemente a la magnitud que se mide (i.e. lo que pueden diferir los valores medidos de los valores reales).

En general, la incertidumbre se expresa como un intervalo alrededor del resultado de la medida con una confianza estadística del 95%. Hay dos dispersiones de interés práctico para las incertidumbres:

- la "dispersión externa" - expresa cuán diferentes son ("reproducibles") los resultados de distintos laboratorios que realizan la medida considerada, y
- la "dispersión interna" - expresa cuán "repetibles" son los resultados obtenidos por un laboratorio que realiza la medida conforme a la misma norma, o normas, aplicable.

La "dispersión interna" sólo se usa para comparar diferentes resultados de medida obtenidos por un laboratorio concreto con el mismo procedimiento de medida para la misma magnitud a medir. En todas las otras situaciones al estimar la incertidumbre se debe considerar la "dispersión externa".

Cuando la autorización específica explícitamente (o implícitamente por referencia a la regulación nacional) un método estándar aplicable para el parámetro regulado, la "dispersión externa" corresponde a la incertidumbre de ese método estándar de medida.

Cuando la autorización deja abierta la elección del método estándar para el parámetro regulado, la "dispersión externa" corresponde a la incertidumbre de un resultado de medida. Esto incluye las diferencias sistemáticas (i.e. "sesgo") que puedan existir entre los resultados obtenidos con diferentes métodos de medida estándar aplicables para el mismo parámetro regulado.

Teóricamente, tales diferencias sistemáticas no son significativas, siempre que todos los métodos de medida estándar aplicables sean trazables a unidades del Sistema Internacional de la misma forma. En la práctica esta trazabilidad puede hacerse mediante el uso de Materiales Certificados de Referencia (CRMs). Sin embargo, los CRMs, cuando están disponibles, pueden aplicarse a las etapas analíticas, pero raramente en las etapas de toma de muestra de la cadena de producción de datos.

Las disposiciones previstas para tratar las incertidumbres necesitan indicarse claramente en la autorización para evitar ambigüedades. Para ello, procedimientos concisos acordados (ej: indicados como "el resultado menos la incertidumbre debe estar por debajo del valor límite de emisión", "la media de N medidas debe estar por debajo del valor límite de emisión"), son una mejor opción que indicaciones generales que están abiertas a una amplia interpretación (ej: indicaciones tales como "tan bajo como sea razonablemente practicable").

Las condiciones estadísticas adjuntas a los procedimientos de evaluación del cumplimiento pueden determinar aspectos prácticos de la monitorización, tales como el número de muestras o medidas que se requiere para alcanzar un cierto nivel de confianza. Si la autorización utiliza ejemplos para explicar el procedimiento de evaluación del cumplimiento, entonces es importante que se explique que los ejemplos no están para restringir la aplicación del método, sino sólo para ilustrarlo.

La identificación de las fuentes de incertidumbre puede ser útil para reducir la incertidumbre total; esto puede ser especialmente importante en los casos en que los resultados de las medidas están próximos al valor límite de emisión. Las principales fuentes de incertidumbre son las asociadas con las etapas de medida de la cadena de producción de datos de monitorización, tales como:

- plan de muestreo,
- toma de la muestra,
- pretratamiento de la muestra, (ej: enriquecimiento/extracción en campo),
- transporte/almacenamiento/preservación de la muestra,
- tratamiento de la muestra (ej: extracción/acondicionamiento, etc.),
- análisis/cuantificación.

Sin embargo, también es necesario considerar otras fuentes externas de incertidumbre, tales como:

- incertidumbres en la medida de caudal cuando se calculan cargas contaminantes,
- incertidumbres en el tratamiento de datos, ej: las incertidumbres de los valores que faltan cuando se calculan medias diarias u otras medias,
- incertidumbres debidas a la dispersión de los resultados, asociadas a las diferencias sistemáticas (i.e. “sesgo”) que puedan existir entre los resultados obtenidos con diferentes métodos de medida estándar aplicables para el mismo parámetro regulado,
- incertidumbres debidas al uso de un método secundario o de parámetros subrogados,
- incertidumbres debidas a la variabilidad inherente (ej: de un proceso o de las condiciones del tiempo).

La incertidumbre total para una aplicación en particular es difícil de calcular. Durante la preparación de normas (ej: las normas CEN, véase el anexo 2) la incertidumbre puede haber sido determinada experimentalmente mediante pruebas entre laboratorios, y es entonces indicada en las normas.

Capítulo 2

2.7 Requisitos de Monitorización a incluir con los valores límite de emisión (ELVs) en las autorizaciones

[Mon/64]

Se recomienda que los encargados de redactar las autorizaciones consideren los aspectos abordados en las secciones previas (Secciones 2.1 – 2.6) antes de decidir la formulación del valor límite de emisión en la autorización

Cuando se establecen valores límite de emisión en una autorización hay 3 elementos clave:

- debe ser posible, en la práctica, monitorizar el valor límite de emisión;
- las condiciones de monitorización deben ser especificadas junto con los valores límite de emisión;
- los procedimientos de comprobación del cumplimiento deben especificarse también junto a los valores límite de emisión, para que puedan comprenderse fácilmente.

Los distintos tipos de valores límite de emisión, o parámetros equivalentes que pueden usarse, pueden incluir:

- condiciones de un proceso (ej: la temperatura de la cámara de combustión),
- la eficacia de un equipo en un proceso (ej: la eficiencia de los equipos de abatimiento),
- emisiones de un proceso (ej: caudal o concentración de emisiones contaminantes),
- características de flujo (ej: temperatura de salida, velocidad de salida del flujo),
- uso de recursos (ej: energía usada o contaminación emitida por unidad de producto),
- porcentaje de captura de los datos de monitorización (i.e. el porcentaje mínimo de los datos que se necesitan para hacer promedios).

Es importante que haya claridad en la relación entre el valor límite de emisión y el programa de monitorización. Las condiciones de monitorización especificadas deben cubrir todos los aspectos relevantes del valor límite de emisión. Para ello es buena práctica tener en cuenta los siguientes puntos:

1. establecer de forma clara en la autorización que la monitorización es un requisito inherente y **legalmente obligatorio**, y que es tan necesario cumplir con las obligaciones de monitorización como con el valor límite de emisión o parámetro equivalente;

2. especificar clara e inequívocamente el **contaminante o parámetro que se limita**. Esto puede incluir detalles específicos tales como:

- si se monitoriza una sustancia volátil, debería estar claro si se refiere al componente gaseoso y/o al componente sólido adherido a las partículas
- si se monitoriza la demanda de oxígeno en el agua, debería estar claro que prueba se va a usar, ej: Demanda Biológica de Oxígeno prueba de 5 días (DBO₅)
- si se monitorizan partículas debería especificarse el rango de tamaños, ej: total, <10 µm, etc.

3. indicar claramente el **lugar** donde se van a tomar las muestras y las medidas. Esta localización debería concordar con las localizaciones donde se aplican los valores límite de emisión. Es necesario disponer de unas secciones adecuadas para los muestreos y medidas, y/o de unos lugares de medida. Para ello, debería también indicarse en la autorización las condiciones pertinentes de espacio e instalaciones técnicas, tales como plataformas de seguridad y trampillas de muestreo;

4. especificar los **requisitos de tiempo** de la monitorización (momento, tiempo de promedio, frecuencia, etc.) de muestreos y medidas, como se explica en la Sección 2.5;

5. considerar la **factibilidad de los límites** con respecto a los métodos de medida disponibles. Los límites deben establecerse de forma que la monitorización necesaria para verificar el cumplimiento esté dentro de las posibilidades de los métodos de medida disponibles; por ejemplo, para obtener una cantidad detectable de dioxinas de las emisiones de una chimenea es necesario muestrear normalmente durante varias horas. En este caso el tiempo de promedio debería corresponder a esta duración práctica del muestreo. Al establecer los límites se debe, por tanto, tener en cuenta las limitaciones técnicas de los métodos de monitorización pertinentes que incluirán consideraciones de los límites de detección, tiempos de respuesta, tiempos de muestreo, posibles interferencias, disponibilidad general de los métodos y un posible uso de parámetros subrogados;

6. considerar el **tipo de monitorización**, en general, disponible para las necesidades pertinentes (ej: la escala). Es útil que el programa de monitorización para un límite describa primero el tipo general de monitorización que se requiere antes de dar detalles de métodos específicos. Éste cumplirá las consideraciones de localización, tiempo, escalas de tiempo, y factibilidad, y tendrá en cuenta las opciones de medidas directas, parámetros subrogados, balances de masa, otros cálculos y el uso de factores de emisión. Estos enfoques generales están descritos en el Capítulo 5;

7. especificar los **detalles técnicos del método de medida en particular**, i.e. el método de medida estándar asociado (o alternativo), y las unidades de medida. Una elección del método de medida, de acuerdo con las siguientes prioridades, llevará a una mejor fiabilidad y comparabilidad, siempre que sean razonablemente practicables:

- métodos estándar requeridos por las Directivas pertinentes de la UE (normalmente normas CEN)
- norma CEN para el contaminante o parámetro pertinente
- normas ISO
- otras normas internacionales
- normas nacionales
- métodos alternativos, con aprobación previa por la autoridad competente, que puede imponer también más requisitos.

El método de medida debería validarse, i.e. los criterios de eficiencia deben ser conocidos y estar documentados. Cuando sea apropiado, la autorización puede especificar criterios de eficiencia para el método (incertidumbre, límite de detección, especificidad, etc.)

8. en los casos de **auto-monitorización**, tanto la realizada por el titular como la realizada por una subcontrata, indicar claramente el procedimiento para verificar periódicamente la trazabilidad de la auto-monitorización. Para esta verificación debería usarse un laboratorio externo acreditado;

9. indicar las condiciones operacionales (ej: carga de producción) bajo las que se va a realizar la monitorización. Si se requiere una producción normal o máxima de la instalación se debería definir cuantitativamente;

10. indicar claramente los **procedimientos para evaluar el cumplimiento** con las condiciones de la autorización, i.e. cómo se van a interpretar los datos de monitorización para evaluar el cumplimiento con el límite correspondiente (como se muestra en el Capítulo 6), teniendo también en cuenta la incertidumbre de los resultados, como se explica en la Sección 2.6;

11. especificar los **requisitos para la elaboración de informes**, ej: qué resultados y otras informaciones van a presentarse; cuando, cómo y a quién. Los aspectos de la elaboración de informes de monitorización de cumplimiento se consideran en el Capítulo 7;

Capítulo 2

12. incluir requisitos adecuados de **control y garantía de la calidad** para que las medidas sean fiables, comparables, consistentes y auditables. Las principales consideraciones de calidad pueden incluir:

- *trazabilidad* de los resultados de las medidas a una referencia especificada por las autoridades competentes, esto incluye, cuando sea necesario, la calibración del sistema de monitorización;
- *mantenimiento* del sistema de monitorización;
- para auto-monitorización, el uso de *Sistemas de Gestión de la Calidad* reconocidos y verificaciones periódicas por parte de un laboratorio externo acreditado;
- *certificación* de la instrumentación y del personal, bajo esquemas de certificación reconocidos;
- actualización de los requisitos de monitorización para buscar regularmente oportunidades de simplificaciones o mejoras, teniendo en cuenta:
 - cambios en los límites,
 - la última situación de cumplimiento del proceso,
 - nuevas técnicas de monitorización.

Las circunstancias locales pueden requerir unas condiciones específicas que complementen los requisitos de calidad de los esquemas nacionales de aprobación que existen en varios Estados Miembros. Tales procedimientos de “aprobación” dependen para las cuestiones técnicas de una acreditación válida de las medidas reguladoras que se efectúan.

13. acordar procedimientos para evaluar y preparar informes de las emisiones excepcionales, tanto para las previsibles (ej: cierres, paradas, mantenimiento), como para las imprevisibles (ej: perturbaciones en la alimentación de entrada al proceso o en una técnica de abatimiento). Estas emisiones se discuten en la Sección 3.2.

Este “procedimiento completo” para definir los requisitos de monitorización asociados a los valores límites de emisión puede, sin embargo, resultar algunas veces una simple obligación expresada.

3 CONSIDERACIÓN DE LAS EMISIONES TOTALES

[Mon/67]

La información sobre las emisiones totales de una instalación industrial puede necesitarse para:

- verificar el cumplimiento de la autorización medioambiental,
- elaborar informes de emisiones (ej: el registro EPER), o
- comparar la eficiencia medioambiental con el documento BAT de referencia (BREF) o con otra instalación (tanto en el mismo sector como en otro sector industrial).

Las emisiones totales vienen dadas no sólo por las emisiones normales que salen de las chimeneas y conductos, sino también por las emisiones difusas y fugitivas, y las emisiones excepcionales (descritas en las Secciones 3.1. y 3.2.). Los sistemas de monitorización pueden diseñarse, cuando sea necesario, para que consideren la carga total al medio ambiente. La siguiente ecuación resume este párrafo:

$$\text{EMISIONES TOTALES} = \text{EMISIONES DE FINAL DE LÍNEA (operación normal)} + \text{EMISIONES DIFUSAS Y FUGITIVAS (operación normal)} + \text{EMISIONES EXCEPCIONALES}$$

Para facilitar la gestión de las emisiones totales de una planta, se puede minimizar el número de puntos de vertido, ej: cerrando puntos de vertido menores y llevando el efluente a los conductos principales. Esto ayuda a limitar y minimizar fuentes de emisiones difusas y fugitivas. Sin embargo, en muchos casos (ej: vapores inflamables, polvos) no se puede coleccionar y agrupar los puntos de emisión por razones de seguridad (ej: riesgos de explosión e incendio).

Este capítulo también discute los valores bajo el límite de detección (Sección 3.3) y los valores atípicos (Sección 3.4).

Capítulo 3

3.1 Monitorización de Emisiones Fugitivas y Difusas (DFE)

[Mon/50],[Mon/65],[Mon/66]

Conforme se ha progresado en la reducción de las emisiones canalizadas, la importancia relativa de las otras emisiones ha ido creciendo, por ejemplo, ahora se le presta una mayor atención a la importancia relativa de las **emisiones difusas y fugitivas**. Se ha reconocido que estas emisiones pueden provocar potencialmente daños a la salud o al medio ambiente, y que estas pérdidas de material pueden, a veces, tener una importancia económica significativa para la planta. Se recomienda por lo tanto que las autorizaciones IPPC, donde sea apropiado y razonable, incluyan disposiciones para monitorizar adecuadamente estas emisiones.

La cuantificación de las DFE es muy laboriosa y costosa. Hay técnicas de medida disponibles, pero el nivel de confianza de los resultados es bajo y, debido al alto número de fuentes potenciales, la evaluación de la cantidad total de DFE puede ser más costosa que las medidas de emisiones de fuentes puntuales. Sin embargo, se cree que los desarrollos futuros mejorarán el conocimiento y el seguimiento de las DFE.

Antes de cualquier discusión sobre las DFE es importante tener claro las siguientes definiciones:

- *emisiones canalizadas* - emisión de contaminantes al medio ambiente mediante cualquier tipo de conducto, independientemente de la forma de su sección transversal. La practicabilidad de medir caudales y concentraciones es importante para decidir si la emisión es canalizada;
- *emisiones fugitivas* – emisiones al medio ambiente como resultado de pérdida gradual de estanqueidad de una pieza de un equipo diseñada para contener un fluido (gaseoso o líquido); esto puede originarse por una diferencia de presiones y una fuga. Algunos ejemplos de emisiones fugitivas son fugas en una brida, una bomba o una pieza de un equipo, y pérdidas en las instalaciones de almacenamiento de productos gaseosos o líquidos;
- *emisiones difusas* – emisiones originadas por el contacto directo de sustancias volátiles o sustancias ligeras polvorrientas con el medio ambiente bajo condiciones normales de operación. Estas emisiones pueden resultar de:
 - el diseño inherente del equipo (ej: filtros, secadores),
 - condiciones de operación (ej: durante la transferencia de material entre contenedores),
 - tipo de operación (ej: actividades de mantenimiento),
 - transferencia gradual a otro medio (ej: a aguas de refrigeración o a aguas residuales).

Las fuentes de emisiones difusas pueden ser puntuales, lineales, superficiales o volumétricas. Las múltiples emisiones dentro de una nave son consideradas normalmente como emisiones difusas, mientras que la salida del sistema general de ventilación es una emisión canalizada.

Ejemplos de emisiones difusas son los venteos de las instalaciones de almacenamiento durante la carga y descarga, almacenamiento de materiales sólidos al aire libre, balsas de separación en refinerías, venteos, puertas de los hornos de coque, emisiones de mercurio de las células electrolíticas, procesos con solventes, etc.

Nótese que las emisiones fugitivas son un subgrupo de las emisiones difusas

Cuantificación de DFE

Algunos ejemplos de técnicas para la cuantificación de las DFE se muestran en la siguiente lista y están descritos más abajo:

- analogía con las emisiones canalizadas,
- evaluación de fugas en los equipos,
- emisiones de tanques de almacenamiento, carga y descarga, y servicios generales,
- monitores ópticos de largo alcance,
- balances de masa,
- rastreadores,
- evaluación de similitud,
- evaluación de deposiciones secas y húmedas aguas abajo de la planta.

Analogía con emisiones canalizadas

Este método consiste en definir una “superficie de referencia” a través de la cual se mide el flujo de material. Para una emisión canalizada esta superficie de referencia es la sección transversal del conducto; para las DFE sin embargo, la superficie de referencia es algunas veces difícil de definir; por ejemplo, esa superficie podría ser una campana, una superficie teórica más o menos perpendicular a la pluma de contaminantes aguas abajo de la fuente, la superficie de un líquido, etc.

Evaluación de fugas en equipos

El Protocolo para la Estimación de Emisiones de Fugas en Equipos, publicado por la USEPA, proporciona detalles de varios enfoques diferentes presentados en la siguiente lista, que pueden usarse para estimar estas emisiones:

- factores de emisión medios,
- factores estratificados o rangos selectivos,
- correlación de la EPA,
- correlación específica para la unidad.

Todos los métodos necesitan datos selectivos excepto el método de los factores de emisión. Un valor selectivo es una medida de la concentración de la sustancia que se fuga en el aire ambiente en las cercanías del equipo. Proporciona una indicación de la velocidad de fuga de una pieza de equipo. Se pueden obtener medidas usando un instrumento portátil de monitorización, muestreando aire alrededor de los puntos potenciales de fuga de piezas individuales de equipo.

El método de correlación específica para una unidad también utiliza medidas de velocidades de fuga asociadas a valores selectivos. En este método, la velocidad de fuga se mide envolviendo la pieza del equipo en una bolsa para determinar la emisión real de la fuga. Los valores selectivos y las velocidades medidas de fuga de varias piezas se usan para desarrollar una correlación específica para la unidad en cuestión. La correlación resultante velocidad de fuga/valor selectivo predice la emisión como función del valor selectivo.

El principal objetivo de los métodos de estimación de emisiones fugitivas de la USEPA es ayudar al programa de detección y reparación de fugas (LDAR). Un programa LDAR consiste en comprobar todos los componentes buscando fugas para repararlos. La comprobación de fugas se realiza de acuerdo con el método de referencia EPA 21 de la USEPA, a una frecuencia de muestreo predefinida. En la práctica los componentes inaccesibles no se monitorizan (ej: por que estén aislados, o muy altos, etc.).

Los programas LDAR pueden mejorarse con la ayuda del olfato de perros entrenados, ya que sólo se monitorizan aquellos elementos que los perros asocian con fugas. Se han desarrollado otras posibilidades para mejorar la detección de fugas, tales como tubos y cintas sensibles.

Capítulo 3

Emisiones de tanques de almacenamiento, carga y descarga, y servicios generales

Las emisiones procedentes de tanques de almacenamiento, operaciones de carga y descarga, tratamientos de aguas residuales y sistemas de refrigeración por agua, son normalmente calculadas en base a factores generales de emisión. Las metodologías de cálculo han sido publicadas por API (Instituto Americano del Petróleo), USEPA y CEFIC/EVCM (Consejo Europeo de Fabricantes de Vinilos).

Monitores ópticos de largo alcance

Este método detecta y cuantifica las concentraciones aguas abajo de la planta usando radiaciones electromagnéticas. Una forma sencilla de usar la radiación electromagnética es a través de las propiedades de la luz (i.e. ultravioleta, visible o infrarrojo). La trayectoria de un rayo de luz de una cierta longitud de onda puede modificarse por contacto con sustancias de la emisión, ej: por partículas o moléculas gaseosas.

Los siguientes ejemplos son técnicas operativas existentes:

- técnica activa: un pulso de luz (ej: uno cada microsegundo) con una longitud de onda bien definida es difundida y absorbida por moléculas y polvo. El análisis de tiempo del “eco” observado con un dispositivo óptico hace posible localizar el contaminante en la atmósfera y medir su concentración. Adicionalmente, usando técnicas de modelado de la difusión se puede alcanzar una estimación aproximada del área de origen de la emisión.

Un ejemplo de una técnica activa es el DIAL (Láser de Absorción Diferencial de Infrarrojos), que se usa de forma regular en algunos países (ej: Suecia) en la práctica común para campañas de monitorización de emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles de refinerías y puertos petroleros;

- técnica pasiva: la intensidad de un rayo de luz continuo es parcialmente absorbida por los contaminantes, y el resto del rayo de luz se mide con un detector colocado detrás. Un ejemplo de una técnica pasiva es la DOAS (Espectrometría de Absorción Óptica Diferencial).

Balances de masas

Estos procedimientos normalmente consisten en tener en cuenta las entradas, acumulaciones, salidas y la generación o destrucción de la sustancia de interés, y contar la diferencia como la emisión al medio ambiente. Si hay materiales que se transforman en el proceso, por ejemplo por incineración, es en principio posible hacer un balance, no en términos de masa de un producto, sino en términos de un elemento (por ejemplo carbono en los procesos de combustión).

El resultado de un balance de masa es normalmente una pequeña diferencia entre una gran cantidad de entrada y una gran cantidad de salida, teniendo en cuenta también las incertidumbres involucradas. Por lo tanto, los balances de masa son sólo aplicables en la práctica cuando se pueden determinar con precisión las entradas, las salidas y las incertidumbres.

Rastreadores

Este método consiste en liberar un gas de rastreo en distintos puntos o áreas identificadas de la instalación industrial y a varias alturas por encima de la superficie de la instalación. Después se miden las concentraciones de contaminante y de gas de rastreo aguas abajo de la planta mediante muestreadores portátiles o cromatógrafos de gas portátiles. Las emisiones pueden estimarse mediante simples suposiciones del flujo con condiciones casi-estacionarias y asumiendo que las reacciones en la atmósfera, o la deposición de los gases entre los puntos de fuga y los puntos de muestreo, son insignificantes.

Evaluación de similitud

Con la ayuda de un modelo inverso de dispersión atmosférica es posible estimar las emisiones con los datos medidos de la calidad del aire aguas abajo y los datos meteorológicos.

Es común monitorizar en distintos puntos para cubrir todas las fuentes potenciales de emisión. Sin embargo, con este método es difícil indicar la localización (exacta) de una fuga. Es posible que las emisiones con pluma muy alta no estén cubiertas con este método.

Evaluación de deposiciones secas y húmedas aguas abajo de la planta

Se puede realizar una monitorización cualitativa de las DFE analizando las deposiciones secas y húmedas aguas abajo de la planta, lo que permite una estimación de las DFE en el tiempo (en base mensual o anual). Pueden usarse otros métodos de medida en las cercanías de la planta (ej: biomonitorización, etc.). Este método se usa para compuestos estables propensos a acumularse (ej: dioxinas y metales pesados) siempre que la fuente de emisión pueda distinguirse inequívocamente de las concentraciones de fondo del ambiente.

Capítulo 3

3.2 Emisiones excepcionales

[Mon/39],[Mon/66],[Mon/67]

Las emisiones excepcionales pueden definirse como aquellas emisiones que ocurren cuando hay una desviación de la operación regular. Algunos ejemplos son: variaciones de la alimentación al proceso, cambio en las condiciones del proceso, arranques o cierres de planta por paradas temporales, bypass de las unidades de tratamiento debido a una disfunción de la instalación, incidentes, etc.

Las emisiones excepcionales pueden ocurrir bajo condiciones tanto previsibles como imprevisibles. Por el momento, no hay reglas formales genéricas para identificar, manejar y elaborar los informes de las emisiones excepcionales en los Estados Miembros de la Unión Europea.

La importancia relativa de las emisiones excepcionales se ha visto incrementada conforme las emisiones normales de los procesos se han ido reduciendo a niveles más bajos. Las emisiones excepcionales forman una parte integral de los requisitos de monitorización de las autorizaciones IPPC.

Los permisos pueden incluir condiciones particulares para controlar estas emisiones, incluyendo un plan de monitorización para momentos de perturbaciones, preparado y propuesto por el titular de la instalación y aprobado por la autoridad competente. En el informe de emisiones puede requerirse que se incluya información de datos y estimaciones de las cantidades, composición, duración y caudal de las emisiones excepcionales.

Las autorizaciones normalmente requieren que todas las situaciones que afecten significativamente las emisiones normales se comuniquen inmediatamente a las autoridades, incluyendo datos cuantitativos y detalles sobre las acciones correctivas tomadas o que se estén tomando.

3.2.1 Emisiones excepcionales bajo condiciones previsibles

En general, estas emisiones deberían prevenirse o minimizarse mediante el control del proceso y la operación de la instalación en cuestión. Estas emisiones pueden incluir los siguientes tipos:

1. emisiones durante arranques y cierres debido a paradas temporales, trabajos de reparación, inspecciones generales de la instalación o situaciones similares, realizadas a menudo de acuerdo con un programa planeado.

Para aire, normalmente las emisiones pueden estimarse o calcularse mediante factores de emisión o balances de masas (véase las Secciones 5.3 y 5.5). En otros casos tienen que estimarse con la ayuda de campañas de medidas. Algunos contaminantes sólo pueden estimarse si hay datos de medida disponibles de situaciones similares previas en la planta.

Para las aguas residuales la estimación de las emisiones puede resultar difícil; por ejemplo, la operación y control de una planta de tratamiento biológico de aguas residuales durante arranques y paradas requiere unas cuidadosas precauciones, y esto puede llevar en mayor o menor medida a unas emisiones impredecibles. Sin embargo, en la mayoría de los casos, incluso durante tales períodos, las medidas permanentes proporcionales al flujo de los parámetros relevantes se siguen realizando, por lo que no se pierde información y las emisiones correspondientes pueden todavía determinarse.

2. emisiones debidas a trabajos de mantenimiento que pueden depender del procedimiento usado para esos trabajos. Para procesos por lotes se pueden planear a intervalos regulares, resultando en picos de emisiones periódicas. Para procesos continuos, los trabajos de mantenimiento requerirán, en la mayoría de los casos, un cierre de la instalación;

3. condiciones discontinuas en el proceso. Éstas ocurren, por ejemplo, cuando se cambia el tipo o calidad del producto, o cuando plantas integradas no pueden operar simultáneamente (ej: un gas de proceso, normalmente usado como fuente de energía en otra unidad que está fuera de servicio, puede llevarse a la antorcha o ventearse con o sin tratamiento);
4. la composición de las materias primas de algunos procesos puede variar ampliamente si las especificaciones no están adecuadamente definidas o monitorizadas y, por tanto, las emisiones también pueden variar considerablemente (ej: fundición de chatarra);
5. los sistemas biológicos de tratamientos de aguas (con fangos activados) puede que no trabajen satisfactoriamente debido a un vertido repentino excepcional del proceso, ej: sustancias tóxicas o concentraciones excepcionalmente altas de sustancias en las aguas residuales de entrada. Esto activa una reacción en cadena que puede conducir a un rendimiento más bajo del tratamiento durante un largo período, hasta que la actividad de los fangos crece hasta alcanzar el nivel normal de tratamiento.

3.2.2 Emisiones excepcionales bajo condiciones imprevisibles

Condiciones imprevisibles son aquéllas que no están previstas que ocurran durante la operación, arranques o cierres de la instalación. Están causadas por perturbaciones, ej: variaciones inesperadas o aleatorias en la alimentación del proceso, en el mismo proceso, o en las técnicas de abatimiento.

Estas condiciones conducen a situaciones donde la concentración o el volumen de las emisiones no tienen el rango, o el patrón, o el período de tiempo previsto. Las perturbaciones no se consideran accidentes, siempre que la desviación respecto a las emisiones normales no sea notable, y que la emisión real pueda estimarse con una incertidumbre adecuada. Las emisiones accidentales tienden a tener consecuencias para los seres humanos, medioambientales y económicas.

Ejemplos de estas condiciones imprevisibles incluyen:

- mal funcionamiento de un equipo,
- perturbaciones del proceso causadas por circunstancias anormales, como obturaciones, temperaturas excesivas, fallos en los equipos, anomalías,
- cambios imprevistos en la alimentación de instalaciones para las que la calidad de la alimentación no puede controlarse (ej: tratamiento de residuos),
- errores humanos.

La monitorización de emisiones excepcionales bajo condiciones imprevisibles es posible cuando se usan medidas en continuo y la concentración de la emisión permanece en el rango de medida del equipo usado. Es buena práctica, cuando sea factible y esté justificado en base al riesgo, tener un procedimiento para obtener una muestra durante las condiciones de emisiones excepcionales para compararla con los resultados de la monitorización en continuo tomada al mismo tiempo.

Sin embargo, las concentraciones de las emisiones excepcionales exceden frecuentemente el rango de medida del equipo, o puede que no se hayan medido si la fuente está monitorizada en discontinuo. En estos casos, las emisiones excepcionales necesitan calcularse o estimarse para que puedan tenerse en cuenta al sumar las emisiones totales.

Cuando se asuma que las emisiones excepcionales puedan ser de una importancia significativa, el sistema de monitorización debería establecerse para que sea capaz de recoger suficientes datos para permitir una estimación de estas emisiones. Los titulares de la instalación

Capítulo 3

pueden establecer procedimientos de cálculo sustitutivos, con la aprobación previa de las autoridades, para estimar estas emisiones.

El control de la operación en estas situaciones juega un papel importante proporcionando información antes, durante y después del suceso. Examinando cuidadosamente el proceso y las condiciones de abatimiento es posible limitar los efectos indeseables del suceso.

Si el control del proceso o los métodos de estimación no proporcionan suficiente información, se puede aumentar la frecuencia de monitorización durante las circunstancias imprevisibles. Sin embargo en muchos casos estas circunstancias imprevisibles se corresponden con eventos poco comunes, y las emisiones no pueden monitorizarse. Estas emisiones entonces tendrán que ser determinadas después del suceso, mediante cálculos o estimaciones basadas en un juicio sensato de los ingenieros. Las bases usadas al evaluar las emisiones deberían ser revisadas y aprobadas por las autoridades.

Los siguientes párrafos presentan métodos que pueden usarse cuando sea apropiado y que pueden considerarse buena práctica en la monitorización de emisiones excepcionales. En todas las situaciones se necesita evaluar el riesgo y la relación coste/beneficio con respecto al impacto potencial de la emisión. Se consideran 4 situaciones:

1. monitorización de emisiones durante perturbaciones en las condiciones del proceso o el control del proceso

Se usan los siguientes métodos, por sí solos o en combinación:

- uso de medidas de emisiones en continuo que pueden incluir sistemas de alarma y reserva. En casos críticos se pueden instalar dos sistemas de medida en el mismo punto trabajando a distintos rangos de medida calibrados de acuerdo con los rangos de concentración predecibles bajo condiciones normales y circunstancias excepcionales,
- medida de emisiones periódicas o individuales,
- estimaciones con la ayuda de parámetros de control operacional, tales como diferencias de temperatura, conductividad, pH, presión, posición de las válvulas, etc. Estos parámetros pueden proporcionar específicamente una indicación temprana de condiciones anormales del proceso. Los cálculos basados en estos parámetros necesitan ser revisados y aprobados por las autoridades,
- se pueden usar datos de referencia de otras plantas cuando no se dispone de medidas o datos para cálculos específicos de la planta,
- factores de emisión disponibles en bases de datos o literaturas nacionales o internacionales.

Algunos ejemplos de situaciones donde se aplican estos métodos incluyen:

- en muchos procesos donde ocurren oxidaciones químicas y/o térmicas (hornos, incineradores, calderas, etc.), la concentración de monóxido de carbono (CO) es un parámetro muy útil de monitorizar durante las perturbaciones por su correlación con la concentración de otros contaminantes. Por ejemplo, en la industria del papel y la pulpa se sabe que el CO se correlaciona (bajo ciertas condiciones) con la concentración de azufre total reducido (TRS);
- el flujo acumulado de una fuga (que puede evaluarse mediante varios métodos, como registros de nivel, cálculos del tamaño de orificio, revoluciones de la bomba, movimientos de la bomba, consumo eléctrico de la bomba en el tiempo, etc.), se correlaciona bien con la cantidad total de la fuga o con el flujo total de la fuga;
- las medidas de conductividad se pueden usar en las aguas residuales como alarma para otros parámetros (sales disueltas, metales,...) durante un incidente;
- para procesos de combustión, bajo condiciones conocidas y estables, se puede usar el contenido de azufre del combustible y los datos de alimentación de combustible para calcular emisiones de SO₂;

- los factores de emisión relativos a la alimentación y al tipo de combustible (ej: gas, carbón, fuel-oil) pueden usarse para calcular las emisiones de CO₂.

2. monitorización de emisiones durante perturbaciones en las técnicas de abatimiento

Se pueden aplicar los siguientes métodos:

- medidas de la emisión en continuo antes de la técnica de abatimiento. Se pueden instalar sistemas de medida calibrados al nivel de concentración del vertido sin tratar, ej: en plantas de eliminación de azufre o en plantas de tratamiento de aguas residuales, para monitorizar las emisiones durante situaciones de bypass del sistema de abatimiento o situaciones cuando sólo una parte de la técnica de abatimiento esté funcionando. Durante un bypass del tratamiento se usan los datos registrados antes del equipo de abatimiento como emisión real. En plantas donde se monitoriza la eficacia de la técnica de abatimiento para optimizar el rendimiento son normales sistemas de medida rutinarios para los caudales y concentraciones de entrada y salida. En plantas de tratamiento de aguas residuales puede que se necesite intensificar la monitorización de las corrientes de entrada y salida cuando ocurren emisiones excepcionales;
- campañas de medida y/o medidas periódicas;
- parámetros de control de la operación, como se ha explicado previamente;
- estimaciones mediante balances de masas o cálculos ingenieriles;
- también se pueden usar datos de medidas previas de emisiones excepcionales en casos donde el volumen y la concentración de las emisiones se hayan medido en una situación similar. Se pueden establecer valores por defecto para el volumen y la concentración para casos de bypass de cada pieza del equipo de abatimiento usado, de tal manera que las emisiones puedan estimarse en los casos donde una o más partes del equipo estén inoperativas;
- pueden usarse para los cálculos datos de referencia de otras plantas cuando no haya medidas específicas disponibles,
- cálculo de las emisiones con factores de emisión disponibles de las bases de datos o la literatura nacional e internacional. Normalmente no se necesita información de las corrientes para la estimación ya que estos factores de emisión suelen estar referidos al nivel de producción.

3. monitorización de emisiones durante perturbaciones o averías del sistema de medida

En los casos donde el proceso y las técnicas de abatimiento están funcionando en condiciones normales, pero las emisiones no pueden medirse debido a una perturbación o avería del sistema de medida, pueden usarse los resultados promedio de medida como factores de emisión por defecto para calcular las emisiones. Si el rendimiento de la técnica de abatimiento depende del tiempo entonces puede usarse el resultado más reciente para calcular las emisiones.

En estos casos también pueden aplicarse parámetros de control de proceso, parámetros subrogados, balances de masas y otras técnicas de estimación.

4. monitorización de emisiones durante perturbaciones o averías en los sistemas de medida, en el proceso y en las técnicas de abatimiento

Las perturbaciones en el proceso y/o en las técnicas de abatimiento también pueden afectar, aunque no necesariamente, la técnica de medida, si ésta está calibrada de acuerdo a un rango de medidas en condiciones normales. En estos casos, pueden usarse valoraciones de expertos basadas en balances de masas, datos de referencia de la planta o factores de emisión relevantes. Las valoraciones de expertos pueden ayudarse de información previa, en situaciones similares, de la planta o de otras plantas de referencia.

Capítulo 3

3.3 Valores bajo el límite de detección

[Mon/66]

Los métodos de medida normalmente tienen limitaciones con respecto a la concentración más baja que pueden detectar; es importante tener claro el manejo y la manera de reflejar en los informes estas situaciones. En muchos casos el problema se puede minimizar usando un método de medida más sensible. Por lo tanto, una adecuada estrategia de monitorización debería intentar evitar resultados por debajo del límite de detección, y que éstos sólo ocurran para concentraciones más bajas, menos interesantes.

En general, es buena práctica usar un método de medida con un límite de detección de no más del 10% del valor límite de emisión establecido para el proceso. Por lo tanto, al establecer los valores límite de emisión se han de tener en cuenta los límites de detección de los métodos de medida disponibles.

Es importante distinguir entre el límite de detección (LOD - la cantidad más baja detectable de un compuesto) y el límite de cuantificación (LOQ - la cantidad más baja cuantificable de un compuesto). Normalmente el LOQ es significativamente mayor que el LOD (2 – 4 veces). A veces el LOQ se usa para asignar un valor numérico cuando se manejan valores bajo el límite de detección, sin embargo el uso del LOD como valor de referencia está ampliamente extendido.

Los problemas con los valores bajo el LOD están primordialmente relacionados con el cálculo de medias, especialmente cuando el LOD está próximo al valor límite de emisión; el manejo de estos valores tiene una importancia significativa. Sólo hay unas pocas reglas escritas a este respecto y como consecuencia, el manejo de estos valores varía entre los diferentes sectores e incluso dentro del mismo sector.

Principalmente, existen cinco posibilidades diferentes para manejar los valores bajo el límite de detección:

1. usar en los cálculos el valor medido, incluso si no es fiable. Esta posibilidad sólo está disponible para ciertos métodos de medida,
2. usar en los cálculos el límite de detección. En este caso el valor medio resultante es normalmente indicado como <(menos que). Este método tiende a sobrestimar el resultado,
3. usar en los cálculos la mitad del límite de detección (u otra fracción predefinida). Este método puede tanto sobrestimar como subestimar el resultado.
4. usar la siguiente estimación en los cálculos:

Estimación = $(100 \% - A) \cdot \text{LOD}$,
donde A = porcentaje de muestras por debajo del LOD

Por lo tanto si, por ejemplo, 6 muestras de 20 están por debajo del límite de detección el valor que se usaría para los cálculos sería $(100-30) \cdot \text{LOD}$, que es el 70% del LOD.

5. usar en los cálculos el valor cero. Este método tiende a subestimar el resultado.

Algunas veces se indica que el valor está entre dos valores. El primer valor se obtiene usando cero para todas las medidas que están por debajo del LOD, y el segundo usando el LOD para todas las medidas por debajo del LOD.

Es buena práctica indicar siempre en los informes el método seguido junto con los resultados.

Capítulo 3

Es útil que la autorización indique claramente las disposiciones adecuadas para tratar estos valores bajo el límite de detección. Cuando sea posible, la elección debe ser consecuente con la que se aplica en el sector en cuestión, o dentro del mismo país, para permitir una comparación justa de los datos.

El Anexo 4 contiene varios ejemplos que muestran las diferencias en los resultados cuando se usan métodos distintos para tratar los valores bajo el LOD.

Capítulo 3

3.4 Valores Atípicos

[Mon/66]

Un valor atípico puede definirse como un resultado que se desvía significativamente de los otros en una serie de medidas (típicamente una serie de datos de monitorización), y que no puede atribuirse directamente a la operación de la unidad o el proceso. Los valores atípicos se identifican generalmente mediante el juicio de expertos en base a pruebas estadísticas (ej: el test de Dixon) junto con otras consideraciones, tales como patrones de emisión anormales en la instalación.

La única diferencia entre un valor atípico y una emisión excepcional es que se ha identificado una razón en las condiciones operativas de la planta. Un análisis minucioso de estas condiciones operativas de la planta es siempre una condición importante para la identificación de un valor atípico.

Otras acciones para identificar un valor atípico potencial pueden incluir:

- comprobar todas las concentraciones contra las observaciones anteriores y posteriores y las autorizaciones,
- comprobar todas las observaciones que excedan un determinado nivel en base a un análisis estadístico,
- comprobar las observaciones extremas con las unidades de producción,
- comprobar valores atípicos pasados en períodos de monitorización previos.

Esta comprobación es generalmente realizada por personal cualificado, aunque puede haber también procedimientos automatizados. Sin embargo, cuando hay fuertes variaciones en las observaciones necesitan ser examinadas por un operario cualificado de bases de datos.

Los errores en el muestreo o en la realización del análisis son causas comunes de desviación de los resultados cuando no ha podido encontrarse una causa operacional de un valor atípico. En estos casos, puede instarse al laboratorio que ha realizado las medidas a que haga una revisión crítica de su rendimiento y datos de monitorización. Si se ha realizado auto-monitorización con instrumentos de lectura en continuo, debería investigarse el rendimiento.

Si no se puede identificar ninguna causa, y un examen crítico de las medidas no conduce a una corrección de los resultados, el valor atípico puede ser eliminado de los cálculos de concentraciones medias, etc., y debería indicarse en los informes.

La base para la identificación de un valor atípico, así como todos los datos, debería incluirse siempre en los informes para la autoridad competente.

Puede encontrarse más información en el manejo de valores atípicos en la norma ISO 5725.

4 CADENA DE PRODUCCIÓN DE DATOS

4.1 Comparabilidad y fiabilidad de los datos en la cadena de producción de datos

[Mon/62],[Mon/39],[Mon/64],[Mon/78]

El valor práctico de las medidas y de los datos de monitorización depende de dos características principales:

- su fiabilidad, i.e. el grado de confianza que se le puede atribuir a los resultados, y
- su comparabilidad, i.e. su validez para ser comparados con resultados procedentes de otras plantas, sectores, regiones o países.

La producción de medidas y datos de monitorización comparables y fiables requiere seguir varios pasos consecutivos que forman una cadena de producción de datos. Cada paso necesita ejecutarse de acuerdo con normas o con instrucciones específicas del método para asegurar una buena calidad en los resultados y una armonización entre los diferentes laboratorios y personal técnico. Los pasos de la cadena de producción de datos se explican en la sección 4.2.

Es fundamental tener un buen conocimiento del proceso que va a monitorizarse para obtener resultados fiables y comparables. Dada la complejidad, el coste y las decisiones subsecuentes basadas en los datos de monitorización, debería hacerse un esfuerzo para asegurar que los datos obtenidos son adecuadamente fiables y comparables.

La **fiabilidad** de los datos puede definirse como la corrección o cercanía de los datos respecto al valor real, y debería ser adecuada para el uso esperado de los datos. Ciertas aplicaciones necesitan datos extremadamente precisos, i.e. muy cercanos al valor real; sin embargo, en otras situaciones pueden ser suficiente datos aproximados o estimados.

Para asegurar la calidad en toda la cadena de producción de datos debería prestarse atención en cada paso a todos los aspectos de calidad. Junto con los datos debería estar disponible información sobre la incertidumbre asociada, la precisión de los sistemas, los errores, la validación de los datos, etc..

La etapa del muestreo es muy importante, y debería asegurar que las sustancias que están siendo analizadas sean completamente representativas de la sustancia de interés. Se piensa que la mayor parte de las incertidumbres de una medida se deben a esta etapa.

En situaciones donde la fiabilidad es baja y los resultados están lejos del valor real se puede llegar a decisiones erróneas, tales como sanciones, multas, acusaciones o acciones legales. Por lo tanto, es importante que los resultados tengan el nivel adecuado de fiabilidad.

La **comparabilidad** es una medida de la confianza con la que un grupo de datos puede compararse con otro. Cuando los resultados van a compararse con otros resultados de plantas distintas y/o sectores diferentes, necesitan haberse obtenido de forma que les permita compararse, para evitar decisiones erróneas.

Los datos que se han obtenido de diferentes condiciones no deberían compararse directamente; en estos casos puede que sea necesaria una consideración más elaborada. Para asegurar la comparabilidad de los datos se pueden tomar las siguientes medidas:

- usar procedimientos escritos estándar para los muestreos y los análisis, preferiblemente las normas europeas de CEN, si están disponibles;
- usar procedimientos estándar para manejar y enviar todas las muestras recogidas;

Capítulo 4

- usar personal cualificado durante todo el programa;
- usar unidades consistentes en los informes de los resultados.

Es importante disponer de la información relevante de la producción de los datos de monitorización para permitir una comparación justa de los mismos. Por esta razón la siguiente información debería adjuntarse, cuando sea relevante, con los datos:

- método de medida, incluyendo el muestreo,
- incertidumbre,
- trazabilidad a la referencia especificada para métodos secundarios o parámetros subrogados,
- tiempo de promedio,
- frecuencia,
- cálculo de las medias,
- unidades (ej: mg/ m³),
- fuente que se ha medido,
- condiciones predominantes del proceso durante la adquisición de los datos,
- medidas auxiliares.

Para que los datos puedan compararse mejor, la monitorización de emisiones debería armonizarse a largo plazo en los Estados Miembros de la Unión Europea. En la práctica, los datos de emisiones de fuentes distintas, tanto a nivel nacional como internacional, son a menudo difíciles de comparar, ya que hay diferencias en la forma en que se han obtenido los datos e incluso en la forma en que son procesados y convertidos en datos de informes. Además, frecuentemente el formato de los informes, las medidas auxiliares y los tiempos de promedio son demasiado diferentes para proporcionar una buena base para una adecuada comparación.

4.2 Pasos de la cadena de producción de datos

[Mon/39],[Mon/78]

Generalmente, para la mayoría de las situaciones, la cadena de producción de datos puede dividirse en siete pasos consecutivos. Algunos aspectos generales de cada paso están descritos más abajo, en las secciones 4.2.1 – 4.2.7. Nótese, sin embargo, que algunas determinaciones pueden necesitar sólo algunos de los pasos.

Los resultados son tan imprecisos como el paso más impreciso de la cadena de producción de datos, por ello el conocimiento de la incertidumbre de cada paso conduce al conocimiento de la incertidumbre de la cadena completa. Esto significa que debe cuidarse cada paso de la cadena, ya que es inútil tener un análisis de la muestra extremadamente preciso si la muestra misma no es representativa de lo que se quiere monitorizar o no ha sido correctamente preservada.

Para mejorar la comparabilidad y la fiabilidad de los datos de monitorización, toda la información de un paso de la cadena que pudiera ser relevante para los otros pasos (ej: información de las consideraciones de tiempo, planes de muestreo, tratamiento de los datos, etc.) debería indicarse claramente al pasar la muestra a los pasos siguientes.

La Sección 4.3. presenta algunos factores específicos que afectan la cadena de producción de datos en aire, agua y residuos sólidos.

4.2.1 Medida del caudal / cantidad

La precisión en la medida del caudal tiene un gran impacto en los resultados de la carga total de contaminante. La determinación de las concentraciones en una muestra puede ser muy precisa, sin embargo la precisión en la determinación del caudal en el momento del muestreo puede variar ampliamente. Unas pequeñas fluctuaciones en la medida del caudal pueden conducir potencialmente a grandes diferencias en el cálculo de las cargas.

En algunas situaciones el caudal puede, de forma más fácil y precisa, calcularse en vez de medirse.

Se puede alcanzar una mejor precisión y repetibilidad de las medidas de caudal incluyendo en el informe detallado del programa de monitorización una descripción de cómo van a llevarse a cabo las medidas, verificaciones, calibración, y mantenimiento.

4.2.2 Muestreo

El muestreo es una operación compleja consistente en dos pasos principales: establecer un plan de muestreo y tomar la muestra. Éste último puede influenciar (ej: por falta de limpieza) los resultados analíticos. Ambos pasos afectan ampliamente los resultados de las medidas y las conclusiones que se obtienen de ellas. Por lo tanto, es necesario que el muestreo se realice adecuadamente; esto quiere decir que ambos pasos del muestreo se lleven a cabo de acuerdo con normas pertinentes o procedimientos acordados. En general, el muestreo debería cumplir con dos requisitos:

1. La muestra debe ser representativa en el tiempo y en el espacio. Esto significa que cuando se monitorizan las emisiones de una industria, la muestra llevada al laboratorio debería representar todo lo que se descarga durante el período de interés, por ejemplo, un día de trabajo (representatividad en el tiempo). De la misma forma, cuando se monitoriza una sustancia la muestra debería representar la cantidad total que se descarga de la planta (representatividad en el espacio). Si el material es homogéneo puede ser suficiente muestrear en un solo punto, sin embargo, para materiales heterogéneos suelen ser necesarias varias muestras de distintos puntos para tener una muestra representativa en el espacio.

Capítulo 4

2. El muestreo debería realizarse sin que cambie la composición de la muestra, o en su caso que cambie intencionadamente a una forma más estable. De hecho, hay parámetros en una muestra que deberían determinarse in situ o preservarse de alguna forma, ya que su valor puede cambiar con el tiempo; por ejemplo, el pH o el contenido de oxígeno de una muestra de agua residual.

Generalmente las muestras están etiquetadas e identificadas con un código de muestra. Este código debería ser un número de identificación único de la muestra asignado a partir de un registro numérico secuencial. Para definir el plan de muestreo y la consecuente interpretación de los resultados se deberían considerar además los siguientes aspectos (que pueden ser indicados en una etiqueta pegada a la muestra):

- el lugar de donde se toman las muestras. El sitio debería ser tal que el material esté bien mezclado y suficientemente lejos de los puntos de mezcla para que sea representativo de la emisión total. Es importante elegir un punto de muestreo que se pueda alcanzar en la práctica y donde el flujo también pueda medirse o sea conocido. Las muestras deberían tomarse siempre de los mismos lugares definidos. Se deberían considerar salvaguardias adecuadas con respecto al punto de muestreo para asegurar que se minimizan los riesgos para el personal y el medio ambiente (ej: buen acceso, procedimientos e instrucciones claras, autorizaciones de trabajo, bucles de muestreo, seguros de bloqueo, equipos de protección);
- la frecuencia a la que se toman las muestras, y otras consideraciones de tiempo tales como el tiempo de promedio y la duración del muestreo. La frecuencia se decide normalmente en base al riesgo teniendo en cuenta la variabilidad del caudal, su composición, y la magnitud de la variaciones con respecto a valores límite inaceptables. Véase la Sección 2.3. para más información sobre las consideraciones de tiempo en monitorización;
- el método de muestreo y/o los equipos;
- el tipo de muestreo, ej: automático (proporcional al tiempo ó al caudal), muestras puntuales por medios manuales, etc.;
- el tamaño de las muestras individuales y planes de mezclas para dar muestras compuestas;
- el tipo de muestra, ej: si se trata de una muestra para el análisis de un único parámetro o para múltiples parámetros;
- el personal encargado de tomar las muestras; deberían tener las aptitudes adecuadas.

Para mejorar la fiabilidad y la trazabilidad del muestreo, se pueden incluir en la etiqueta con el código de la muestra una serie de parámetros, por ejemplo:

- fecha y hora del muestreo,
- detalles de la preservación de la muestra (si procede),
- detalles relevantes del proceso,
- referencias de medidas hechas al mismo tiempo que se tomaron las muestras.

La mayoría de estos detalles están ya considerados en los métodos estándar o en las normas.

4.2.3 Almacenaje, transporte y preservación de la muestra

Para preservar los parámetros que se van a medir durante el almacenaje y transporte de la muestra, será necesario generalmente un pretratamiento que lo proteja del paso del tiempo. Cualquier pretratamiento de la muestra debería realizarse de acuerdo con el programa de medida.

Para aguas residuales, este pretratamiento consiste generalmente en guardar la muestra en la oscuridad a una temperatura adecuada, normalmente 4 °C, añadiendo ciertas sustancias químicas para fijar la composición de los parámetros de interés, y no exceder un tiempo máximo antes de realizar el análisis.

Cualquier plan para preservar químicamente, almacenar y transportar las muestras debería estar claramente documentado, e indicado, cuando sea posible, en la etiqueta de la muestra.

4.2.4 Tratamiento de la muestra

Antes de analizar la muestra en el laboratorio puede que sea necesario algún tratamiento específico. Este tratamiento depende mucho del método de análisis que se usa y los componentes que se están analizando. Cualquier tratamiento de la muestra debería llevarse a cabo de acuerdo con el programa de análisis.

Algunas razones para aplicar un tratamiento específico a la muestra pueden ser:

- concentración de la muestra. Cuando el nivel del compuesto de interés es demasiado bajo para ser detectado con el método de análisis, se puede realizar una concentración de la muestra;
- eliminación de impurezas que se han añadido a la muestra durante el procedimiento de muestreo. Por ejemplo, una muestra no metálica puede haberse contaminado con componentes metálicos de las herramientas de extracción, o una muestra metálica puede contaminarse con aceites del equipo de extracción;
- eliminación de agua, tanto de humedad como combinada químicamente. A este respecto es muy importante indicar si el dato resultante se refiere a base seca o húmeda;
- homogeneización. Cuando se analiza agua residual la muestra debe ser totalmente homogénea, ya que los resultados de una muestra no sedimentada son totalmente diferentes de los resultados de una muestra sedimentada. Las muestras compuestas deberían también mezclarse bien para el análisis;
- dilución de muestras. Esto se lleva a cabo ocasionalmente para mejorar la efectividad del método analítico;
- eliminación de las interferencias. A veces es necesario la eliminación de las interferencias, ya que puede haber presente elementos que aumenten o disminuyan la lectura del compuesto de interés.

Cualquier tratamiento específico aplicado a las muestras debería documentarse claramente en los informes e indicarse, cuando sea posible, en la etiqueta de la muestra.

4.2.5 Análisis de la muestra

Existen muchos métodos de análisis disponibles para muchas determinaciones. La complejidad de los métodos puede ir desde los que sólo requieren aparatos básicos de laboratorio o instrumentos analíticos comúnmente encontrados en los laboratorios, hasta aquellos métodos que requieren instrumentos analíticos muy avanzados.

Normalmente hay varios métodos analíticos disponibles para determinar un parámetro. La selección del método adecuado se hace de acuerdo con las necesidades específicas del muestreo (i.e. los criterios especificados de eficiencia) y depende de un número de factores, incluyendo la idoneidad, disponibilidad y el coste.

Capítulo 4

Es importante indicar con los resultados el método empleado ya que diferentes métodos pueden dar resultados distintos de la misma muestra. Además, la precisión de los métodos y cuestiones que afectan a los resultados, tales como interferencias, deberían ser conocidas e indicadas junto a los resultados.

Cuando se usa un laboratorio externo para el análisis de las muestras es muy importante que la selección de los métodos de muestreo y analíticos se lleven a cabo en estrecha cooperación con el laboratorio externo. Esto asegura que todos los aspectos relevantes, tales como la especificidad del método y otras limitaciones, se consideren antes de realizar el muestreo.

Es muy importante también una estrecha colaboración entre el personal responsable del muestreo y el personal responsable del análisis de laboratorio. Cuando las muestras se transfieren al laboratorio se necesita suficiente información para efectuar un correcto análisis (i.e. parámetros y concentraciones esperadas, posibles interferencias, necesidades específicas, etc.). Cuando los resultados salen del laboratorio es muy importante que haya suficiente información para tratar los resultados de una manera adecuada, disponible junto con los resultados (i.e. incertidumbres analíticas, limitaciones, etc.).

4.2.6 Procesamiento de los datos

Una vez que se producen los resultados, los datos generados necesitan ser procesados y evaluados. Todos los procedimientos de procesamiento y elaboración de informes de los datos deberían determinarse y acordarse por los titulares de la instalación y las autoridades competentes antes de que empiece el muestreo.

Una parte del procesamiento de los datos requiere la validación de los datos de emisión. Esto se hace habitualmente por personal cualificado en el laboratorio, que comprueban que todos los procedimientos se han seguido apropiadamente.

La validación puede implicar un profundo conocimiento de los métodos de monitorización y procedimientos de estandarización nacionales e internacionales (CEN, ISO), así como métodos y procedimientos de garantías y certificación. Un requisito estándar en el proceso de validación puede ser también un sistema efectivo de control y supervisión, con calibraciones de los equipos y verificaciones dentro del mismo laboratorio, y entre distintos laboratorios.

Cuando se realiza una monitorización pueden generarse una cantidad considerable de datos, especialmente cuando se aplican monitores en continuo. A menudo es necesaria una **reducción de los datos** para producir la información en un formato adecuado para el informe. Hay disponibles sistemas de tratamiento de datos, en su mayoría dispositivos electrónicos, que pueden configurarse para proporcionar la información en una variedad de formas y para admitir una variedad de datos de entrada.

Las reducciones estadísticas pueden incluir cálculos con los datos de medias, máximas, mínimas y desviaciones estándar en los intervalos de tiempo apropiados. Cuando los datos son de monitorización en continuo, pueden reducirse para períodos de 10 segundos, 3 minutos, cada hora, u otros intervalos relevantes como medias, máximas, mínimas, desviaciones estándar o varianzas.

Para registrar datos en continuo se usan los registradores de datos, los grabadores de diagramas, o ambos a la vez. Algunas veces se usa un integrador para hacer la media de los datos conforme se van colectando, y se registra la media ponderada con el tiempo (ej: cada hora). Los requisitos mínimos del tratamiento de datos pueden incluir la recogida de un valor cada minuto, registrando el valor medido o actualizando la media rodada (ej: la media horaria rodada de cada minuto). El sistema de registro también puede guardar otros valores que puedan ser de interés, tales como la máxima y la mínima.

4.2.7 Elaboración de informes

De la gran cantidad de datos generados cuando se monitoriza un parámetro, se genera normalmente un resumen de los resultados sobre un cierto período de tiempo, y se presenta a las partes afectadas (autoridades, titulares, público en general, etc.). La estandarización de los formatos de los informes facilita la transferencia electrónica y el uso subsecuente de los datos e informes.

Dependiendo del medio y del método de monitorización, el informe puede incluir medias (ej: horarias, de cada día del calendario, mensuales, o anuales), picos o valores en los momentos específicos cuando se han rebasado los valores límite de emisión.

Debido a la importancia de este paso, la información sobre la elaboración de informes se da con más detalle en el Capítulo 7. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la elaboración de informes no es un aspecto de un capítulo separado sino un paso esencial e inamovible de la Cadena de Producción de Datos.

Capítulo 4

4.3 La cadena de producción de datos para los diferentes medios

Las secciones siguientes discuten, para las emisiones atmosféricas, aguas residuales y residuos sólidos, algunos aspectos relevantes tales como medida del caudal, aspectos del muestreo, tratamiento y procesamiento de los datos, etc.

4.3.1 Emisiones atmosféricas

[Mon/53],[Mon/02],[Mon/78]

Los valores límite de emisión para aire se establecen generalmente como concentraciones de masa (ej: mg/m^3) o, junto con el caudal volumétrico emitido, como flujo másico (ej: kg/h), aunque a veces también se usan límites específicos de emisión (ej: kg/t de producto). La concentración de una emisión es la concentración del componente medido promediado, si es necesario, sobre la sección transversal del conducto de salida de los gases o de la fuente de emisión sobre un tiempo de promedio definido.

Para una comprobación puntual, o para una verificación del cumplimiento por parte de personal externo, en instalaciones cuyas condiciones operativas permanecen constantes con el tiempo, se toman un número de medidas individuales (ej: tres) durante la operación continua sin perturbar en períodos de un nivel de emisiones representativo. En instalaciones cuyas condiciones operativas varían con el tiempo las medidas se hacen en un número suficiente (ej: un mínimo de seis), en períodos de un nivel de emisiones representativo.

La duración de las medidas individuales depende de varios factores, ej: recoger suficiente material para poder pesarlo, si se trata de un proceso por lotes, etc. Los resultados de las medidas individuales son evaluados e indicados como valores medios. Normalmente es necesario determinar un número mínimo de valores individuales (ej: 3 valores de media hora), para calcular una media diaria.

El muestreo de partículas en el caudal de gases de salida debe hacerse isocinéticamente (i.e. a la misma velocidad que el gas) para evitar segregaciones o perturbaciones de la distribución del tamaño de partícula debido a la inercia de las partículas, que pueden conducir a un análisis erróneo del contenido sólido medido. Si la velocidad de muestreo es muy alta, el contenido de partículas será subestimado y viceversa. Este mecanismo depende de la distribución del tamaño de partícula. Para partículas de un diámetro aerodinámico menor que $5\text{-}10\text{ }\mu\text{m}$, el efecto de la inercia es prácticamente despreciable. Las normas aplicables requieren muestreos isocinéticos de partículas.

La monitorización en continuo es un requisito legal en varios Estados Miembros para procesos cuyas emisiones excedan un cierto valor umbral. La determinación paralela en continuo de parámetros operativos, ej: temperatura del gas de salida, caudal volumétrico del gas de salida, contenido de humedad, presión, o contenido de oxígeno, permite la evaluación de las medidas en continuo. La medida en continuo de estos parámetros puede, a veces, eximirse si éstos, por experiencia, muestran sólo pequeñas desviaciones despreciables para la evaluación de las emisiones, o si pueden determinarse por otros métodos con suficiente certeza.

Conversión a condiciones de referencia estándar

Los datos de monitorización de emisiones atmosféricas se presentan típicamente en términos de flujo real o de flujo “normalizado”.

Las condiciones reales, que se refieren a la temperatura y presión real de la fuente, son ambiguas y deberían evitarse en las autorizaciones.

Los datos normalizados están estandarizados a una temperatura y presión particular, normalmente $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 1 atm respectivamente, aunque a veces pueden referirse a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 1 atm .

Se pueden usar las siguientes condiciones cuando se presentan los datos:

- m³ - metro cúbico real (a temperatura y presión real),
- Nm³ - normal metro cúbico (típicamente a 0 °C y 1 atm). Nótese que esta nomenclatura es ampliamente usada, aunque bastante incorrecta,
- scm - metro cúbico estándar (normalmente a 25 °C y 1 atm, aunque a veces puede ser a 20 °C). Esta unidad se usa principalmente en USA.

Es esencial conocer bajo qué condiciones se presentan los datos antes de determinar estimaciones anuales de las emisiones.

En el Anexo 4 se presentan dos ejemplos del uso de los datos de muestreo para caracterizar las emisiones anuales.

Conversión a una concentración de oxígeno de referencia

En procesos de combustión, los datos de emisión se expresan generalmente a un porcentaje dado de oxígeno. El contenido de oxígeno es un valor de referencia importante del que pueden calcularse las concentraciones medidas de acuerdo con la ecuación:

$$E_B = \frac{21-O_B}{21-O_M} * E_M$$

Donde:

E_B = emisión expresada en un contenido de oxígeno de referencia

E_M = emisión medida

O_B = contenido de referencia de oxígeno (expresado en porcentaje)

O_M = contenido medido de oxígeno (expresado en porcentaje)

Cálculo de medias

Las medias diarias se calculan generalmente en base a medias de media hora. Por ejemplo, las nuevas regulaciones holandesas (NeR, [Mon/74]) usan el valor medio de 3 medias de media hora.

4.3.2 Agua residual

Métodos de muestreo para agua residual [Mon/56]

Básicamente, hay dos métodos de muestreo para aguas residuales:

- muestra compuesta, y
 - muestra puntual.
- (a) muestra Compuesta: hay dos tipos de muestras compuestas: proporcionales al caudal y proporcionales al tiempo. En las muestras proporcionales al caudal se toma una cantidad fija de muestra por cada volumen predefinido (ej: cada 10 m³). En las muestras proporcionales al tiempo se toma una cantidad fija de muestra por cada unidad de tiempo predefinida (ej: cada 5 minutos). En general se prefiere, para una mejor representatividad, las muestras proporcionales al caudal. El análisis de una muestra compuesta proporciona un valor medio del parámetro durante el período sobre el que la muestra ha sido recogida. Es normal recoger muestras compuestas durante 24 horas para dar un valor medio diario. También se usan períodos más cortos, por ejemplo 2 horas, o media hora. Una muestra compuesta es recogida

Capítulo 4

normalmente de forma automática; los instrumentos extraen automáticamente una porción de muestra por cada volumen descargado o tiempo.

Se pueden guardar duplicados congelados de las muestras compuestas y mezclarlos para calcular la concentración media semanal, mensual o anual, aunque esto puede causar un cambio en la composición y puede llevar al almacenaje de un gran número de muestras.

Para el cálculo de cargas anuales, se prefiere generalmente muestras compuestas.

(b) muestra puntual: se toman en momentos aleatorios y no guardan relación con el volumen vertido. Las muestras puntuales se usan, por ejemplo, en las siguientes situaciones:

- cuando la composición del efluente de agua residual es constante;
- cuando no es adecuada una muestra diaria (por ejemplo, cuando el agua contiene aceites minerales o sustancias volátiles, o cuando, debido a la descomposición, evaporación o coagulación, se miden unos porcentajes más bajos de lo que se descarga realmente);
- para comprobar la calidad del agua residual vertida en un momento particular, normalmente para verificar el cumplimiento con las condiciones de vertido;
- para inspecciones;
- cuando hay diferentes fases presentes (por ejemplo, una capa de aceite flotando sobre el agua).

Si hay suficientes muestras compuestas se pueden usar para determinar la carga anual representativa. Las muestras puntuales pueden usarse para apoyar y/o verificar los resultados. Si no se han determinado suficientes muestras compuestas, se pueden incluir los resultados de las muestras puntuales.

En principio, se calculan cargas anuales por separado con las muestras compuestas y con las muestras puntuales. Entonces las cargas anuales resultantes se comparan entre ellas y, si es necesario, se corrigen.

Cálculo de concentraciones y cargas medias para aguas residuales

[Mon/56]

La concentración media anual puede determinarse de la siguiente manera:

$$C = \sum (C_{\text{muestra}} \text{ o } C_{\text{día}}) / \text{número de muestras}$$

Donde:

C_{muestra} = concentración medida en un periodo inferior a 24 horas (normalmente una muestra puntual)

$C_{\text{día}}$ = concentración diaria medida en una muestra compuesta de 24 horas.

Dependiendo de la información disponible la carga puede calcularse de distintas formas:

- las concentraciones medidas por día se multiplican por la cantidad vertida de agua residual en el mismo período. Se determina la media de las cargas diarias y se multiplica por el número de días de vertido en el año en cuestión, i.e.:

Paso 1: carga diaria = concentración x caudal diario

Paso 2: carga anual = carga diaria media x número de días de descarga

- si no hay medidas o vertidos diarios se puede definir un día en particular o un número de días como representativos de un período particular. Este sería el caso de, por ejemplo, las compañías estacionales que producen la mayor cantidad de sus vertidos durante un corto período del año (ej: el período de recogida de la cosecha);

Este método puede aplicarse a cargas diarias, pero también, cuando sea oportuno, para concentraciones diarias y/o caudales diarios, i.e:

Paso 1: carga diaria = concentración diaria representativa x caudal diario representativo

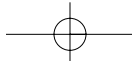
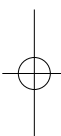
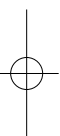
Paso 2: carga anual = suma de las cargas diarias (suma de las cargas semanales cuando sea oportuno)

- puede hacerse una media de la concentración con todas las medidas del año en cuestión y multiplicarlo por el caudal anual, que puede determinarse como la media de un número de medidas de caudal diario, o puede determinarse de otra forma (por ejemplo, por la capacidad de bombeo y las horas de operación o de acuerdo con la autorización);
- cuando el vertido fluctúa ampliamente, se debería usar entonces el caudal anual real multiplicado por la concentración anual media;
- en algunos casos, una compañía o la autoridad competente puede determinar la carga anual de forma fiable mediante cálculos. Esto podría usarse para sustancias que se añaden en cantidades conocidas y cuyo análisis no es posible o es demasiado costoso;
- para vertidos relativamente pequeños en sectores particulares la carga de sustancias vinculadas al oxígeno (ej: DBO, DQO, nitrógeno Kjeldahl, ...) y metales (a menudo la base para calcular las tasas), se determina usando coeficientes basados en datos de producción o de la cantidad de agua vertida o consumida.

4.3.3 Residuos

Para los residuos recibidos o producidos en la instalación autorizada los titulares deberían registrar y retener los siguientes datos durante un período de tiempo adecuado:

- a) su composición;
- b) una buena estimación de la cantidad producida;
- c) sus rutas de eliminación;
- d) una buena estimación de la cantidad enviada a recuperación;
- e) registros o licencias de los transportistas e instalaciones de eliminación de residuos.



5 ENFOQUES DIFERENTES A LA MONITORIZACIÓN

[Mon/15] [Mon/64]

Para monitorizar un parámetro se pueden tomar varios enfoques:

- medidas directas
- parámetros subrogados
- balances de masa
- cálculos
- factores de emisión

Sin embargo, puede que algunos de ellos no estén disponibles para el parámetro de interés. La elección depende de varios factores, incluyendo la probabilidad de exceder al valor límite de emisión, las consecuencias de exceder el valor límite de emisión (como se explica en la Sección 2.3), la precisión requerida, costes, simplicidad, rapidez, fiabilidad, etc., y debería también ser adecuado a la forma en que los componentes son emitidos.

En principio, es más directo, pero no necesariamente mas preciso, usar un método de medida directa (determinación cuantitativa específica de los compuestos emitidos en el foco emisor); sin embargo, en los casos en que este método es complejo, costoso y/o impráctico, deberían evaluarse otros métodos para encontrar la mejor opción. Por ejemplo, en los casos en los que el uso de parámetros subrogados proporcione una descripción de la emisión tan buena como con medidas directas, estos parámetros pueden preferirse por su simplicidad y economía. En cada situación, la necesidad y el valor añadido de las medidas directas debe evaluarse con la posibilidad de una verificación más simple usando parámetros subrogados.

Siempre que no se usen medidas directas, la relación entre el método usado y el parámetro de interés debería estar demostrada y bien documentada.

Las regulaciones nacionales e internacionales imponen a menudo requisitos sobre el enfoque que puede tomarse para una aplicación en particular, ej: la Directiva 94/67/EC de incineración de residuos peligrosos requiere el uso de las normas estándar CEN pertinentes. La elección puede estar también indicada o recomendada por guías técnicas publicadas, ej: los documentos de referencia sobre Mejores Técnicas Disponibles.

El enfoque de monitorización a adoptar en un programa de monitorización de cumplimiento puede ser elegido, propuesto o especificado por:

- la autoridad competente – el procedimiento normal;
- los titulares – normalmente es una propuesta que necesita la aprobación de las autoridades;
- un experto – normalmente un consultor independiente que puede hacer una propuesta en nombre de los titulares; esta propuesta todavía necesita la aprobación de las autoridades.

Cuando se decide aprobar el uso de un enfoque en una situación reguladora, la autoridad competente es, en general, responsable de decidir si el método es aceptable, basándose en las siguientes consideraciones:

- idoneidad para el propósito, i.e. ¿se adapta el método a la razón original de la monitorización como muestran, por ejemplo, los límites y criterios de eficiencia para una instalación?
- requisitos legales, i.e. ¿está el método en línea con la ley Europea o nacional?
- las instalaciones y los conocimientos técnicos disponibles, i.e. ¿las instalaciones y los conocimientos técnicos disponibles para la monitorización son adecuados para el método propuesto (ej: equipo técnico, experiencia del personal)?

El uso de parámetros subrogados, balances de masa y factores de emisión transfieren la carga de la incertidumbre y la trazabilidad (a la referencia especificada) a la medida de otros parámetros y a la validación de un modelo. Este modelo puede ser una simple relación lineal similar a la que se usa con los balances de masa o los factores de emisión.

Capítulo 5

5.1 Medidas directas

[Mon/02], [Mon/15], [Mon/14], [Mon/64]

Las técnicas de monitorización de medida directa (determinación cuantitativa específica de los compuestos emitidos en la fuente) varían con las aplicaciones y pueden dividirse principalmente en dos tipos:

- (a) monitorización en continuo,
 - (b) monitorización en discontinuo.
- (a) Se pueden considerar dos tipos de técnicas de monitorización en continuo:
- instrumentos de lectura continua fijos in-situ (ó dentro de la línea). Aquí la célula de medida está colocada en el conducto, la tubería o en la misma corriente. Estos instrumentos no necesitan extraer ninguna muestra para analizarla y están basados normalmente en propiedades ópticas. Es importante un mantenimiento y calibración regular de estos instrumentos
 - instrumentos de lectura continua en línea (o extractivos). Este tipo de instrumentación extrae de forma continua muestras de la emisión por la línea de muestreo y las transporta a una estación de medida en línea, donde las muestras se analizan de forma continua. La estación de medida puede estar lejos del conducto, y por lo tanto debe cuidarse la integridad de la muestra a lo largo de la línea. Este tipo de equipos suelen requerir un cierto pretratamiento de la muestra.
- (b) Se pueden considerar los siguientes tipos de técnicas de monitorización en discontinuo:
- instrumentos para campañas periódicas. Estos instrumentos son portátiles y se llevan y ajustan en el lugar de la medición. Normalmente se introduce una sonda por un orificio de medida adecuado, se muestrea la corriente y se analiza in-situ. Estos aparatos son apropiados para verificaciones y también para calibraciones. Puede encontrarse más información sobre la monitorización de campaña en esta misma sección
 - análisis de laboratorio de muestras tomadas por muestreadores fijos, in-situ, ó en línea. Estos muestreadores extraen la muestra de forma continua y la recogen en un contenedor. Después se analiza una porción de muestra de este contenedor, proporcionando una concentración media sobre el volumen total recogido en el contenedor. La cantidad de muestra extraída puede ser proporcional al tiempo o al caudal
 - análisis de laboratorio de muestras puntuales. Una muestra puntual es una muestra instantánea tomada del punto de muestreo, la cantidad de muestra tomada debe ser suficiente para detectar el parámetro de emisión. La muestra se analiza en el laboratorio proporcionando un resultado puntual, que sólo es representativo del momento en que la muestra fue tomada.

Las técnicas de monitorización en continuo tienen la ventaja sobre las técnicas de medida en discontinuo de que proporcionan un mayor número de datos. Por lo tanto, pueden proporcionar resultados que son estadísticamente más fiables y que pueden resaltar períodos de condiciones operativas adversas, tanto para control como para evaluación.

Las técnicas de monitorización en continuo pueden tener también algunas desventajas:

- costes;
- puede que no sean muy útiles para procesos muy estables;

- la precisión de los analizadores de proceso en línea puede que sea más baja que los análisis de laboratorio discontinuos;
- la actualización de un equipo de monitorización en continuo puede ser difícil o incluso impracticable.

Al considerar el uso de monitorización en continuo para un caso en particular es buena práctica tener en cuenta los siguientes aspectos, aunque esta lista puede que no sea exhaustiva:

- la monitorización en continuo puede ser un requisito legal para el sector;
- la monitorización en continuo puede venir indicada como parte de una Mejor Técnica Disponible para el sector;
- el nivel requerido de incertidumbre;
- los aspectos locales pueden instar el uso de la monitorización en continuo (ej: esta planta es la fuente de niveles de emisión más altos? Contribuye de forma importante a reducir la calidad del aire local?);
- la confianza pública tiende a ser más alta cuando se usa monitorización en continuo;
- algunas veces la monitorización en continuo es la opción más económica (ej: cuando se necesita monitorización en continuo para controlar el proceso);
- magnitud del riesgo medioambiental asociado a la emisión;
- probabilidad de perturbaciones periódicas;
- habilidad para controlar o mitigar emisiones excesivas;
- disponibilidad de equipos de monitorización en continuo;
- requisitos para la determinación de cargas contaminantes;
- la aplicación del artículo 10 de la Directiva IPPC (monitorización para evaluar la calidad del aire) puede ser un criterio para el uso de monitorización en continuo;
- fiabilidad de los equipos de monitorización en continuo;
- las necesidades para el comercio de emisiones;
- disponibilidad de un sistema para actuar de forma rápida de acuerdo con los datos en continuo.

Las medidas directas deberían realizarse de acuerdo con las normas indicadas para medidas continuas o discontinuas, ya que el valor límite de emisión y las condiciones de evaluación de cumplimiento asociadas estarán normalmente basados en el método estándar.

Con respecto a aquellos componentes para los que todavía no existen métodos de medida estandarizados para la determinación de emisiones, las medidas pueden realizarse, cuando sea posible, de acuerdo con borradores de estándares y directrices que se utilizan en la práctica, o de acuerdo con las prácticas de medida generalmente aceptadas.

Si se considera necesaria la medida en continuo de la emisión de una sustancia específica, pero las técnicas adecuadas de monitorización en continuo no están disponibles o no pueden usarse por razones técnicas, entonces debería considerarse la monitorización en continuo de la clase o categoría de sustancia.

Un tipo especial de monitorización es la monitorización de campaña, que se realiza por una necesidad, o interés, de obtener una información más fundamental que la que proporciona la monitorización rutinaria, del día a día. La monitorización de campaña consiste normalmente en medidas relativamente detalladas, algunas veces extensas y costosas, que no se justificarían normalmente en una base regular.

Algunas de las situaciones en las que la monitorización de campaña puede realizarse son:

- introducción y validación de una nueva técnica de medida;
- investigación de un parámetro que fluctúa para identificar las causas de la fluctuación y buscar oportunidades para reducir el rango de fluctuaciones;

Capítulo 5

- determinación o evaluación de los compuestos o sustancias de una emisión;
- determinación o evaluación del impacto ecológico de una emisión mediante análisis ecotoxicológico;
- determinación de compuestos orgánicos volátiles;
- evaluación de incertidumbres;
- verificación de medidas más convencionales;
- inicio de un nuevo proceso sin experiencia previa sobre los patrones de emisión;
- estudio preliminar para diseñar o mejorar un esquema de tratamiento;
- investigación de una relación causa-efecto.

5.2 Parámetros subrogados

[Mon/64], [Mon/71]

Los parámetros subrogados son cantidades medibles o calculables que pueden relacionarse estrechamente, directa o indirectamente, con medidas convencionales directas de contaminantes, y que pueden por lo tanto monitorizarse y usarse en vez de las medidas directas en algunas situaciones prácticas. El uso de parámetros subrogados, tanto individualmente como en combinación con otros parámetros subrogados, puede proporcionar una imagen suficientemente fiable de la naturaleza y proporciones de la emisión.

Los parámetros subrogados son parámetros que se miden o calculan de forma fácil y fiable, y que indican varios aspectos de la operación tales como capacidad de proceso, producción de energía, temperaturas, volúmenes de residuos o datos en continuo de la concentración del gas. El parámetro subrogado puede proporcionar una indicación de que el valor límite de emisión se está cumpliendo si el parámetro subrogado se mantiene dentro de un cierto rango.

Siempre que un parámetro subrogado se propone para determinar el valor de otro parámetro de interés, la relación entre el parámetro subrogado y el parámetro de interés debe demostrarse, identificarse y documentarse claramente. Además, es necesaria la trazabilidad de la evaluación del parámetro en base al parámetro subrogado.

Un parámetro subrogado sólo será útil para monitorización de cumplimiento si:

- está relacionado de forma estrecha y consistente con el valor directo requerido (se muestran varios ejemplos más abajo);
- es más económico o fácil de monitorizar que el valor directo, o puede proporcionar una información más frecuente;
- es posible relacionarlo con límites específicos;
- las condiciones de proceso cuando los parámetros subrogados están disponibles concuerdan con las condiciones cuando se requieren las medidas directas;
- la autorización permite el uso de parámetros subrogados para monitorización y prescribe el tipo o forma del parámetro subrogado;
- está aprobado para ser usado (ej: en la autorización o por una autoridad competente). Esto implica que cualquier incertidumbre extra debida al parámetro subrogado debe ser insignificante para decisiones reguladoras;
- está apropiadamente descrito, incluyendo evaluación periódica y seguimiento.

Las ventajas clave del uso de parámetros subrogados pueden incluir:

- ahorro en costes, por tanto mayor coste-efectividad;
- es posible más información continua que con medidas directas;
- pueden monitorizarse más puntos de vertido con los mismos, o menos, recursos;
- algunas veces son más precisos que los valores directos;
- proporcionan un aviso anticipado de posibles condiciones de perturbación o emisiones anormales, ej: los cambios en la temperatura de combustión advierten de un posible incremento en las emisiones de dioxinas;
- menos trastornos en la operación del proceso que con medidas directas;
- se puede combinar la información procedente de varias medidas directas, proporcionando por lo tanto una imagen más completa y útil de la efectividad del proceso, ej: una medida de la temperatura puede ser útil para la eficiencia energética, emisiones de contaminantes, control de procesos y mezclas de alimentación;
- recuperación de datos de monitorización corruptos.

Las desventajas clave del uso de parámetros subrogados pueden incluir:

Capítulo 5

- se necesitan recursos para calibrarlos con las medidas directas;
- puede que proporcionen sólo una medida relativa en vez de un valor absoluto;
- puede que sean válidos sólo para un rango restringido de las condiciones del proceso;
- puede que no inspiren tanta confianza pública como las medidas directas;
- algunas veces son menos precisos que las medidas directas;
- algunas veces no pueden usarse con propósitos legales.

Algunas regulaciones nacionales incluyen disposiciones para el uso de parámetros subrogados. Por ejemplo, cuando las sustancias contaminantes en los gases de salida están en una relación constante entre ellas entonces se puede usar la monitorización en continuo del componente principal como parámetro subrogado para el resto de sustancias contaminantes.

De forma similar, las medidas en continuo de las emisiones de un compuesto pueden obviarse si el cumplimiento con los estándares de emisión puede probarse suficientemente al aplicar otras pruebas como parámetros subrogados, ej: la medida en continuo de la eficiencia de las instalaciones de abatimiento de emisiones, composición de los combustibles o las materias primas, o condiciones de operación.

Hay una serie de prácticas que ayudan el buen uso de los parámetros subrogados, éstas pueden incluir:

- un sistema de mantenimiento bien operado,
- un sistema de gestión medioambiental,
- una buen historial de medidas,
- limitación de la producción o de la carga.

Diferentes categorías de parámetros subrogados

Pueden distinguirse tres categorías de parámetros subrogados en base a la fortaleza de la relación entre las emisiones y el parámetro subrogado, estas tres categorías están descritas más abajo y se proporcionan algunos ejemplos. Las combinaciones de parámetros subrogados pueden resultar en una relaciones más fuertes y en un parámetro subrogado más fuerte.

- cuantitativos
- cualitativos
- indicativos

- Parámetros subrogados cuantitativos – proporcionan una imagen cuantitativa fiable de la emisión y pueden sustituir a las medidas directas. Algunos ejemplos de su uso pueden ser:

- evaluación de los COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles) totales en vez de los componentes individuales cuando la composición del gas de salida es constante;
- cálculo de las concentraciones del gas de salida mediante la composición, volumen de entrada y caudales de combustibles, materias primas y aditivos;
- las medidas en continuo de partículas son un buen indicador de las emisiones de metales pesados;
- la evaluación del COT/DQO total (contenido orgánico total / demanda química de oxígeno), en vez de los componentes orgánicos individuales;
- la evaluación de los compuestos AOX totales (halógenos adsorbibles en carbón activado), en vez de los componentes orgánicos halógenos individuales.

- Parámetros subrogados cualitativos – proporcionan una imagen fiable cualitativa de la composición de las emisiones. Algunos ejemplos de su uso pueden ser:

- la temperatura de la cámara de combustión de un incinerador térmico y el tiempo de residencia (o caudal);

- la temperatura del catalizador en un incinerador catalítico;
 - la medida de la concentración de CO o de los COVs totales del gas de salida de un incinerador;
 - la temperatura del gas procedente de una unidad de refrigeración;
 - la conductividad en vez de las medidas de componentes metálicos individuales en procesos de precipitación y sedimentación;
 - la turbiedad en vez de la medida de componentes metálicos individuales o sólidos suspendidos, o no suspendidos, en procesos de precipitación, sedimentación y flotación.
- (c) Parámetros subrogados indicativos – proporcionan información sobre la operación de una instalación o proceso, y por lo tanto dan una impresión indicativa de la emisión. Algunos ejemplos de su uso pueden ser:
- la temperatura del caudal de gas procedente de un condensador;
 - caída de presión, caudal, pH y humedad de una unidad de filtración de compost;
 - caída de presión e inspección visual de un filtro de tejido;
 - pH en procesos de precipitación y sedimentación.

Ejemplos de instalaciones que usan parámetros subrogados para monitorizar.

Los siguientes párrafos dan una serie de ejemplos de instalaciones que usan diferentes parámetros subrogados y proporcionan una indicación del tipo de subrogado:

Hornos

1. Cálculo del contenido de SO₂ (cuantitativo).

Incineradores térmicos

1. Temperatura de la cámara de combustión (cualitativo).
2. Tiempo de residencia (o caudal) (indicativo).

Incinerador catalítico

1. Tiempo de residencia (o caudal) (indicativo).
2. Temperatura del catalizador (indicativo).

Precipitadores electrostáticos

1. Caudal (indicativo).
2. Voltaje (indicativo).
3. Eliminación de polvos (indicativo).

Separadores de polvos húmedos

1. Flujo de aire (indicativo).
2. Presión en el sistema de tuberías del líquido de lavado (indicativo).
3. Funcionamiento de la bomba y caudal del líquido de lavado (indicativo).
4. Temperatura del gas tratado (indicativo).
5. Caída de presión en la torre de lavado (indicativo).
6. Inspección visual del gas tratado (indicativo).

Reactores de precipitación y sedimentación

1. pH (indicativo).
2. Conductividad (cualitativo).
3. Turbiedad (cualitativo).

Tratamiento biológico anaeróbico/aeróbico

1. COT/DQO/DBO (cuantitativo).

Capítulo 5

Parámetros de toxicidad – un grupo especial de parámetros subrogados

Durante los últimos años los métodos o sistemas de pruebas biológicas han cobrado un mayor interés. Los tests sobre peces y huevos de peces, el test de la daphnia, el test sobre algas y el test sobre las bacterias luminiscentes son métodos comunes de evaluación de la toxicidad en corrientes complejas de agua residual. Se utilizan normalmente para obtener información adicional a la información que se puede obtener con las medidas de los parámetros suma (DQO, DBO, AOX, EOX...).

Con los tests de toxicidad es posible evaluar el posible carácter peligroso del agua residual de una manera integrada y evaluar todos los efectos sinérgicos que pueden ocurrir debido a la presencia de muchos contaminantes individuales. Aparte de la posibilidad de usar los tests de toxicidad para estimar efectos peligrosos potenciales en el ecosistema o en las aguas superficiales, estos tests pueden ayudar a proteger u optimizar las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los tests de toxicidad, cuando se usan en combinación con medidas directas de sustancias específicas y con las medidas de parámetros suma, se están convirtiendo en una parte esencial de cualquier estrategia de Evaluación Total de Vertido (WEA).

5.3 Balances de Masa

[Mon/53]

Los balances de masa pueden usarse para estimar las emisiones al medio ambiente de una instalación, proceso, o pieza de equipo. El procedimiento normalmente consiste en tener en cuenta las entradas, acumulaciones, salidas y la generación o destrucción de la sustancia de interés y contar la diferencia como la emisión al medio ambiente. Son particularmente útiles cuando las corrientes de entrada y salida pueden ser fácilmente caracterizadas, como es a menudo el caso para pequeños procesos y operaciones.

Por ejemplo, en procesos de combustión las emisiones de SO_2 están directamente relacionadas con la cantidad de azufre en el combustible, y en algunos casos puede ser más sencillo monitorizar el azufre del combustible en vez de la emisión de SO_2 .

Cuando una parte de la alimentación de entrada se transforma (ej: la alimentación de un proceso químico), es más difícil aplicar el método de balance de masas; en estos casos se necesita un balance por elemento químico en vez de por sustancia.

La siguiente ecuación sencilla puede aplicarse cuando se estiman emisiones mediante balances de masa:

$$\text{Masa total en el proceso} = \text{acumulaciones} + \text{masa total que sale del proceso} + \text{incertidumbres}$$

Aplicando esta ecuación al contexto de una instalación, proceso o pieza de equipo, puede describirse como:

$$\text{Entradas} = \text{productos} + \text{transferencias} + \text{acumulaciones} + \text{emisiones} + \text{incertidumbres}$$

Donde:

- Entradas = Todo el material entrante usado en el proceso
- Productos = Productos y materiales (ej: subproductos) exportados desde la instalación
- Transferencias = Incluye las sustancias vertidas al alcantarillado, sustancias depositadas en vertederos y sustancias eliminadas de la instalación para su destrucción, tratamiento, reciclaje, reprocesado, recuperación o purificación
- Acumulaciones = Material acumulado en el proceso
- Emisiones = Emisiones a la atmósfera, al agua, y al suelo. Las emisiones incluyen tanto las rutinarias como las accidentales, así como filtraciones.

Debe tenerse cuidado cuando se usan los balances de masa, ya que aunque parece un método directo de estimación de emisiones, representa normalmente una pequeña diferencia entre una gran cantidad de entrada y una gran cantidad de salida, teniendo en cuenta también las incertidumbres involucradas. Por lo tanto, los balances de masa son sólo aplicables en la práctica cuando se pueden determinar con precisión las entradas, las salidas y las incertidumbres. Las incertidumbres asociadas con el seguimiento individual de materiales, u otras actividades inherentes a cada etapa del manejo del material, pueden resultar en grandes desviaciones en el

Capítulo 5

cálculo de las emisiones totales de la instalación. Un ligero error en cualquier etapa de la operación puede afectar significativamente las estimaciones de la emisión.

Por ejemplo, pequeños errores en los datos o en los parámetros de cálculo, incluyendo los que se usan para calcular los elementos de la ecuación del balance de masa (ej: presión, temperatura, concentración de vapor de agua, caudal, y efectividad de los equipos de abatimiento), pueden derivar potencialmente en grandes errores en las estimaciones finales.

Además, cuando se realiza un muestreo de los materiales de entrada o salida, la representatividad de la muestra contribuirá a la incertidumbre. En algunos casos, la incertidumbre combinada es cuantificable, siendo útil para determinar la idoneidad de los valores para el uso que se les pretende dar.

Balance de masa de la instalación completa

Los balances de masa pueden usarse para estimar las emisiones de una instalación, siempre que estén disponibles datos suficientes del proceso y de las corrientes de entrada y salida. Para ello, se deben considerar las entradas de material a la instalación (i.e. compras) y las salidas de materiales de la instalación en forma de productos y residuos. El resto se considera una “pérdida” (o una emisión al medio ambiente).

Como ejemplo, aplicando el balance de masas a una sustancia individual (sustancia ‘i’) acción puede escribirse como:

$$\begin{aligned} \text{Entrada de sustancia 'i'} = & \text{cantidad de sustancia 'i' en el producto} + \\ & \text{cantidad de sustancia 'i' en el residuo} + \\ & \text{cantidad de sustancia 'i' transformada o consumida en el proceso} - \\ & \text{cantidad de sustancia 'i' generada en el proceso} + \\ & \text{acumulación de la sustancia 'i'} + \\ & \text{emisiones de la sustancia 'i'} \end{aligned}$$

Los balances de masa tienen un gran potencial para su uso cuando:

- las emisiones son del mismo orden de magnitud que las entradas y las salidas
- las cantidades de la sustancia (entradas, salidas, transferencias, acumulaciones) pueden cuantificarse fácilmente sobre un período de tiempo definido.

Un ejemplo simple de la aplicación de un balance de masa puede encontrarse en el Anexo 6.

5.4 Cálculos

[Mon/53]

Pueden usarse ecuaciones teóricas y complejas, o modelos, para estimar emisiones de los procesos industriales. Las estimaciones pueden hacerse mediante cálculos basados en las propiedades físicas y químicas de la sustancia (ej: presión de vapor) y en relaciones matemáticas (ej: leyes de los gases ideales).

El uso de modelos, y los cálculos que los acompañan, requiere una disponibilidad de los datos de entrada correspondientes. Normalmente proporcionan una estimación razonable si el modelo se basa en asunciones válidas y demostradas por validaciones previas, si el ámbito de aplicación del modelo corresponde al caso estudiado y si los datos de entrada son fiables y específicos a las condiciones de la instalación.

El análisis del combustible es un ejemplo de un cálculo ingenieril. Puede usarse para predecir SO_2 , metales y otras emisiones basadas en la aplicación de las leyes de conservación, si está disponible el caudal másico de combustible. Por ejemplo, la ecuación básica que se usa en los cálculos de emisiones mediante el análisis de combustible es la siguiente:

$$E = Q \times C / 100 \times (PM/PA) \times T$$

Donde:

- E = Carga anual de la especie química emitida (kg/año)
- Q = Caudal másico de combustible (kg/h)
- C = Concentración del contaminante elemental en el combustible (% en peso)
- PM = Peso molecular de la especie química emitida (kg/kg-mol)
- PA = Peso atómico del contaminante en el combustible (kg/kg-mol)
- T = horas de operación (h/año)

Un ejemplo de la aplicación de este método de estimación puede encontrarse en el Anexo 6, donde las emisiones de SO_2 de la combustión de fuel-oil se calculan en base a la concentración de azufre en el fuel-oil.

Capítulo 5

5.5 Factores de Emisión

[Mon/53]

Los factores de emisión son números que pueden multiplicarse por datos de actividad o de consumo de una instalación (tales como producción, consumo de agua, etc.) para estimar las emisiones de la instalación. Se aplican asumiendo que todas las unidades industriales de la misma línea de producto tienen patrones de emisión similares. Estos factores se usan ampliamente para la determinación de tasas o impuestos en instalaciones pequeñas.

Los factores de emisión se obtienen generalmente tras probar una población de elementos de equipos de proceso (ej: calderas que usan un tipo particular de combustible). Esta información puede usarse para relacionar la cantidad de contaminante emitido con alguna medida general de la actividad (ej: para calderas, los factores de emisión se basan generalmente en la cantidad de combustible consumido o en la producción de calor de la caldera). En ausencia de otra información, los factores de emisión por defecto (por ejemplo valores de la literatura) pueden usarse para proporcionar una estimación de las emisiones.

Los factores de emisión requieren “datos de actividad”, que se combinan con el factor de emisión para generar la estimación de las emisiones. La fórmula genérica es:

Emisión (masa por unidad de tiempo)	=	Factor de Emisión (masa por unidad de actividad)	x	Dato de Actividad (actividad por unidad de tiempo)
---	---	--	---	--

Puede que sea necesario aplicar factores de corrección adecuados a las unidades. Por ejemplo, si el factor de emisión tiene unidades de '*kg contaminante/m³ de combustible quemado*', entonces el dato de actividad que se requiere sería en términos de '*m³ de combustible quemado/h*', generando por lo tanto una estimación de la emisión en términos de '*kg de contaminante/h*'.

Los factores de emisión necesitan ser revisados y aprobados por las autoridades cuando se usan para estimar emisiones.

Los factores de emisión se obtienen de fuentes Europeas y Americanas (ej: EPA 42, CORINAIR, UNICE, OECD) y son expresados normalmente como el peso de una sustancia emitida dividido por la unidad de peso, volumen, distancia, o duración de la actividad que emite la sustancia (ej: kilogramos de dióxido de azufre emitidos por tonelada de combustible quemado).

El principal criterio para seleccionar un factor de emisión es el grado de similitud entre el equipo o proceso sobre el que se va a aplicar el factor, y el equipo o proceso para el que se obtuvo el factor.

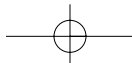
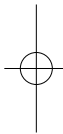
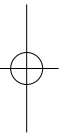
Algunos factores de emisión publicados llevan asociados un código de clasificación del factor de emisión (EFR), que va desde la "A" hasta la "E". Un código "A" o "B" indica un mayor grado de certeza que un código "D" o "E". Es más probable que un factor de emisión dado no sea representativo del tipo de fuente cuando tiene un código que indica una menor certeza.

A veces, los factores de emisión desarrollados con las medidas de un proceso específico pueden ser utilizados para estimar emisiones en otras instalaciones. Si una compañía tiene varios procesos similares y las emisiones se miden de la fuente de uno de los procesos, se puede desarrollar un factor de emisión y aplicarlo a las fuentes similares en la misma situación.

Algunos ejemplos del uso de los factores de emisión para aguas residuales pueden encontrarse en la industria de los textiles y del papel y pulpa de papel. En estas industrias las medidas de algunas sustancias orgánicas específicas (ej: agentes complejos tales como EDTA,

DPTA en procesos de lechada, abrillantadores ópticos como los derivados del estileno usado en procesos de acondicionamiento), son costosas y necesitan equipos analíticos especiales.

En estos ejemplos, se pueden calcular buenas estimaciones de las emisiones de los factores de emisión dados en la literatura u obtenidos de programas específicos de medida. Naturalmente la selección y uso de estos factores de emisión depende de las tecnologías de tratamiento aplicadas.



6 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO

[Mon/64]

La evaluación del cumplimiento conlleva generalmente una comparación estadística entre los siguientes elementos, que se describen más abajo:

- (a) las medidas, o un valor estadístico estimado de las medidas,
- (b) la incertidumbre de las medidas, y
- (c) el valor límite de emisión pertinente, o parámetro equivalente.

Es posible que algunas evaluaciones no conlleven una comparación estadística, por ejemplo pueden consistir simplemente en chequear si se está cumpliendo una condición.

La validez de las decisiones reguladoras basadas en la interpretación de los resultados de cumplimiento, depende de la fiabilidad de la información de todas las etapas precedentes en la cadena de calidad. Antes de comenzar la interpretación, es por lo tanto buena práctica para la autoridad competente revisar las etapas previas, y en particular comprobar que la organización que realiza la monitorización ha proporcionado toda la información relevante y que ésta es de suficiente calidad.

- (a) Las medidas, o un valor estadístico (ej: un percentil tal como el percentil 95 de las medidas) estimado de las medidas – éste debe estar basado en las mismas condiciones y unidades que el valor límite de emisión, y es típicamente una cantidad absoluta (ej: mg/m^3) o un valor estadístico, tal como la media anual.
- (b) La incertidumbre de las medidas – ésta es típicamente una estimación estadística (ej: el error estándar), y puede expresarse como un porcentaje del valor medido o como un valor absoluto. La Sección 2.6. explica brevemente las incertidumbres que ocurren en la monitorización y su naturaleza.
- (c) El valor límite de emisión pertinente, o parámetro equivalente – éste es normalmente un valor de emisión de un contaminante (ej: emisión másica o concentración del vertido). También puede ser el valor de un parámetro subrogado (ej: la opacidad en lugar de la concentración de partículas), o un valor de eficiencia (ej: eficiencia del tratamiento del vertido), otros parámetros equivalentes, reglas generales vinculantes, etc. Pueden encontrarse ejemplos de los diferentes tipos de valores límites de emisión y parámetros equivalentes en la Sección 2.7.

Antes de evaluar el cumplimiento, los tres elementos pueden necesitar una conversión. Por ejemplo, si la incertidumbre en un valor medido de $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ viene dada como 20%, entonces esta incertidumbre se expresa de nuevo como $\pm 2 \text{ mg}/\text{m}^3$.

El valor medido puede compararse ahora con el valor límite de emisión, teniendo en cuenta la incertidumbre asociada. El resultado de esta comparación puede asignarse a una de las siguientes tres categorías:

1. cumplimiento
2. frontera ó
3. no cumplimiento.

Como ejemplo, consideremos la siguiente situación: se ha establecido un valor límite de emisión de $10 \text{ mg}/\text{m}^3$, y las medidas son hechas con una incertidumbre de $\pm 2 \text{ mg}/\text{m}^3$. Al comparar los resultados hay tres situaciones posibles que ilustran las tres zonas de cumplimiento:

Capítulo 6

1. **cumplimiento**: el valor medido es menor que el valor límite de emisión, incluso cuando al valor medido se le suma la incertidumbre (ej: si el valor medido es 7, entonces incluso añadiendo la incertidumbre todavía resulta en una cifra inferior al valor límite de emisión, i.e. $7+2=9$, que todavía es menor que 10, el valor límite de emisión);
2. **frontera**: el valor medido está entre el valor límite de emisión menos la incertidumbre y el valor límite de emisión más la incertidumbre, (ej: en este caso cuando el valor medido está entre 8 (valor límite-2) y 12 (valor límite+2));
3. **no cumplimiento**: el valor medido es mayor que el límite, incluso cuando se le resta la incertidumbre (ej: si el valor medido es 13, entonces incluso al restarle la incertidumbre todavía resulta en una cifra mayor que el valor límite de emisión, i.e. $13-2=11$, que todavía es mayor que 10, el valor límite de emisión).

Estas zonas se muestran esquemáticamente en la Figura 6.1. Los valores medidos pueden estar por debajo (i.e. cumplimiento), cerca (i.e. frontera) o por encima del límite (i.e. no cumplimiento). El rango de incertidumbre de las medidas define el tamaño de la zona de frontera.

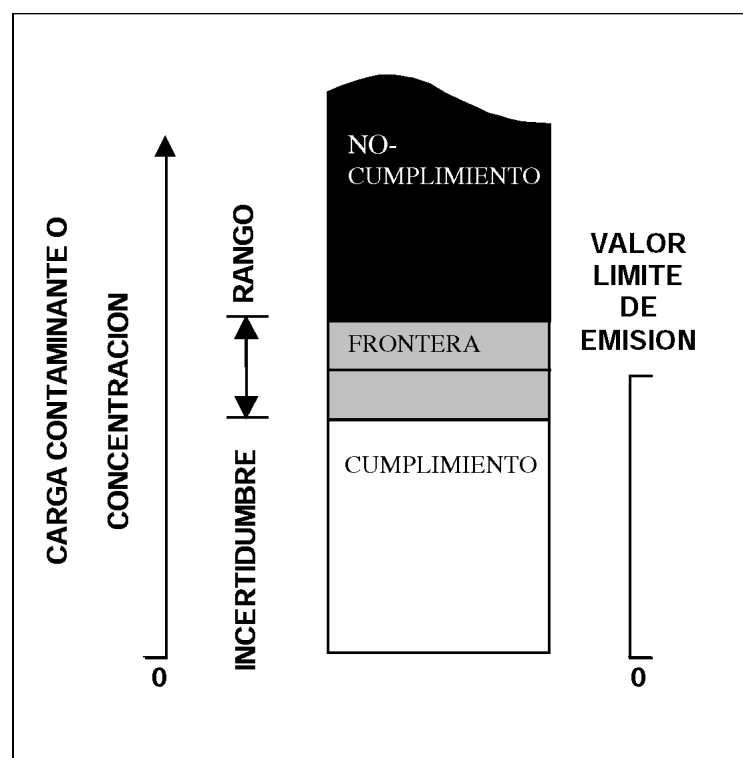


Figura 6.1: diagrama esquemático de las tres posibles situaciones de evaluación del cumplimiento.

Un enfoque alternativo es tener en cuenta la incertidumbre de la medida cuando se establece el valor límite de emisión, i.e. incrementando el valor límite de emisión con una cierta incertidumbre “normal” para el método que se pretende usar. En este caso, el cumplimiento con el valor límite de emisión se alcanza cuando el valor medido es más bajo o igual que el valor límite.

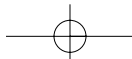
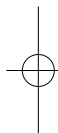
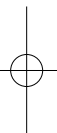
La incertidumbre de una medida se ha resumido más arriba usando un rango (ej: $\pm 2 \text{ mg/m}^3$). Sin embargo, este valor es en realidad un resumen de una distribución estadística de acuerdo con la cual existe una probabilidad definida de que el valor verdadero esté dentro del rango (ej: 95%

si el rango es dos desviaciones estándar). La forma en que el rango es definido (ej: número de desviaciones estándar) puede variar para aumentar o reducir la rigurosidad del procedimiento de evaluación. Para este propósito se pueden utilizar métodos estadísticos tales como el estándar ISO 4259.

Las autoridades pueden especificar con el valor límite de emisión un criterio de eficiencia de la incertidumbre, por ejemplo pueden especificar que la incertidumbre no puede ser mayor que un 10% del valor límite de emisión. Tal especificación evitaría que los métodos con grandes incertidumbres se beneficien del enfoque que se ha descrito arriba. Si no fuera de esta forma, teóricamente para un laboratorio o método que tuviera una incertidumbre del 50% del valor límite de emisión le sería más fácil cumplir con el valor límite de emisión, comparado con un laboratorio o método con una incertidumbre menor. Esto podría incitar una preferencia por los laboratorios o métodos con un rendimiento pobre sobre laboratorios o métodos con buen rendimiento.

Con respecto a la calidad, es buena práctica comprobar que:

- la información se interpreta en el contexto de las condiciones reinantes del proceso y no se extrapola a condiciones diferentes;
- las interpretaciones sean ampliamente consistentes cuando se han basado en resultados similares de cumplimiento y se han obtenido bajo condiciones de proceso similares;
- las autoridades y los titulares conocen la calidad que se necesita de la evidencia para llevar a cabo demandas y apelaciones con éxito, usando datos de monitorización de cumplimiento;
- el personal que realiza la interpretación es competente en estadística, análisis de incertidumbres y leyes medioambientales; y tiene un buen conocimiento de los métodos prácticos de monitorización.



7 ELABORACIÓN DE INFORMES DE LOS RESULTADOS DE MONITORIZACIÓN

[Mon/64]

La elaboración de informes de los resultados de monitorización conlleva resumir y presentar los resultados de monitorización, la información relacionada y los resultados de la evaluación del cumplimiento de una forma efectiva. La buena práctica se basa en la consideración de los siguientes elementos:

- los requisitos y audiencias de los informes,
- responsabilidades para elaborar el informe,
- el ámbito de aplicación de los informes,
- las categorías de informes,
- buenas prácticas de elaboración de informes,
- consideraciones de calidad.

Capítulo 7

7.1 Requisitos y audiencias del informe

[Mon/64]

Los informes de monitorización pueden requerirse para una serie de aplicaciones, incluyendo:

- legislación – para cumplir con las leyes nacionales y europeas; también con las condiciones del permiso legalmente obligatorias y con la legislación pertinente;
- eficacia medioambiental – para demostrar que los procesos están aplicando las técnicas requeridas para minimizar el impacto medioambiental, tales como las Mejores Técnicas Disponibles, utilizando los recursos de una manera eficiente y contribuyendo al desarrollo sostenible;
- evidencias – para proporcionar datos que las autoridades y los titulares pueden utilizar como evidencia de cumplimiento o no-cumplimiento en situaciones judiciales (ej: demandas y apelaciones);
- inventarios – para proporcionar información básica para utilizarla en los inventarios de emisiones;
- comercio de emisiones – para proporcionar datos sobre las emisiones de contaminantes para negociaciones y comercio de cuotas de emisión permitidas (ej: entre instalaciones, sectores industriales, Estados Miembros);
- impuestos – para proporcionar datos para establecer impuestos regulatorios y tasas medioambientales;
- interés público – para informar a los residentes y grupos públicos (ej: bajo la convención de Aarhus “libertad de información”).

La lista de arriba muestra que hay una serie de usuarios potenciales o “audiencias” de los informes de monitorización, ej:

- legisladores
- demandantes
- reguladores
- titulares de las instalaciones
- especialistas de inventarios
- cuerpos de certificación y acreditación
- autoridades de impuestos y tasas
- comerciantes de permisos
- el público en general.

Es buena práctica para las organizaciones encargadas de preparar los informes conocer cómo y por quién será usada la información, para que puedan diseñar los informes de forma que sea utilizable para estas aplicaciones y usuarios.

7.2 Responsabilidades en la elaboración del informe

La responsabilidad de elaborar los informes de los resultados de monitorización se asigna a organizaciones diferentes dependiendo de si los resultados se aplican a un proceso individual, a un grupo de procesos o a una revisión estratégica más amplia. Es buena práctica asignar las responsabilidades para la elaboración del informe al nivel y organización adecuados. Hay una tendencia general en los Estados Miembro de la UE de asignar más responsabilidad en este aspecto a los titulares de las instalaciones.

En general, existen tres niveles principales de información y, por tanto, de responsabilidad:

- (a) **informes para instalaciones individuales** – éste es el nivel más básico de los informes. El titular es, en general, responsable de elaborar los informes de la monitorización de cumplimiento de su instalación para las autoridades competentes. Ocasionalmente se le requiere a las autoridades elaborar un informe de instalaciones individuales (ej: informe de los resultados de la monitorización de verificación independiente). Estos informes pueden ser del interés del titular, de la misma autoridad competente, de departamentos del gobierno, de grupos de presión y del público en general. La Directiva IPPC requiere que se indique claramente la obligación de los titulares de elaborar informes de los resultados de sus propios procesos en la autorización o en la legislación, especificando el ámbito de aplicación y todas las consideraciones de tiempo en los informes.
- (b) **informes de grupos de instalaciones** – éste es un nivel intermedio de elaboración de informes que cubre varios grupos de resultados (ej: para procesos en una área o un sector industrial en particular). En ciertos casos, los titulares de las instalaciones pueden ser responsables de recoger los datos y elaborar el informe (ej: a través de comités industriales locales). Sin embargo, más frecuentemente es la autoridad la responsable de recoger los datos y preparar los informes de los resultados de los titulares, y de cualquier otro resultado producido por la autoridad, cuando los requisitos trasciendan los sectores industriales o áreas geográficas. Es buena práctica asegurar que las responsabilidades relativas y los requisitos en términos de tiempos, alcance y formato, estén bien comprendidos y, donde sea adecuado, definidos en las autorizaciones o legislaciones.
- (c) **informes regionales o nacionales** – éste es el nivel más alto de información y cubre datos relevantes de políticas medioambientales más amplias (ej: políticas nacionales). La información es normalmente recogida y preparada por la autoridad competente o un departamento relevante del gobierno. Los titulares tienen la obligación de suministrar los resultados en un formato que pueda usarse para los informes estratégicos, y es buena práctica hacer referencia a esta obligación, cuando sea adecuado, en las autorizaciones o legislaciones pertinentes.

Capítulo 7

7.3 Alcance del informe

Hay que considerar tres aspectos principales cuando se planea el alcance de un informe de monitorización:

(a) **tipo de situación** – es buena práctica definir y discutir las situaciones que implicaron los requisitos de monitorización. Algunos ejemplos son:

- pruebas de nuevos procesos,
- cambios en un proceso existente, ej: cambio de combustible, alimentación o técnica de abatimiento,
- superación de valores límite de emisión o impactos medioambientales,
- quejas o evidencias de efectos dañinos o molestos,
- condición en la autorización que requiere elaborar informes regulares de emisiones,
- requisitos internacionales de elaboración de informes (ej: Directivas de la UE, protocolo de cambio climático),
- condición de un esquema de certificación medioambiental,
- auditoría para comprobar la precisión de la monitorización rutinaria,
- parte del análisis general del rendimiento de la planta (ej: análisis del ciclo de vida o del coste-beneficio).

(b) **requisitos de tiempo** – es buena práctica definir y discutir los requisitos de tiempo que se especifican en las autorizaciones o en la legislación pertinente, y los que se necesitan para evaluar el cumplimiento y/o los impactos medioambientales. Esto incluye aspectos tales como:

- el período total cubierto y una indicación de su representatividad,
- la frecuencia de las muestras o lecturas tomadas durante el período,
- los tiempos de respuesta de los instrumentos usados,
- el tiempo de promedio, y
- el tipo de percentil y el método de evaluación.

(c) **emplazamiento** – los informes deberían cubrir todas las ubicaciones de interés para el objetivo de la monitorización. Éstas pueden variar ampliamente (ej: desde un punto de muestreo en un proceso simple hasta toda la instalación). En algunos casos es importante elaborar informes de las emisiones totales de una instalación, por ejemplo cuando se compara la eficiencia medioambiental con un documento de referencia de Mejores Técnicas Disponibles.

Es buena práctica incluir en los informes detalles de:

- lugares de monitorización - descripción, y explicación, de porqué/cómo fueron elegidos,
- fuentes puntuales y de área - tipo, altura y/o área de la emisión,
- referencia de cuadrícula - definición de la localización de cada emisión,
- medios receptores - detalles de medios locales receptores,
- grupos - cómo están definidos los grupos de emplazamientos.

7.4 Tipo de informe

Los informes de monitorización se pueden clasificar de la siguiente manera:

(a) **informes locales o básicos** – éstos son normalmente preparados por los titulares (ej: como parte de su auto-monitorización), y deberían tener una calidad adecuada para ser utilizados en los informes estratégicos y nacionales. Cuando sea apropiado, deberían cumplir con los requisitos de la autorización. Los informes locales o básicos son relativamente simples, concisos y pueden prepararse en un corto período de tiempo como respuesta a un requerimiento o a una necesidad. Normalmente se refieren por ejemplo a:

- una planta individual, instalación o fuente discreta, o una ubicación particular en el medio ambiente;
- una campaña reciente o una incidencia que cubre un corto período de tiempo y que necesita ser comunicada rápidamente (ej: un informe de superación de valores límite, o un informe mensual de emisiones);
- resultados básicos o parciales que todavía no están totalmente cotejados o analizados (ej: para un subperíodo);
- cumplimiento con un límite cuantitativo específico, más que con un objetivo estratégico o político;
- información para usarla en respuestas a corto plazo, o en gestión de procesos;
- audiencias locales (ej: el regulador de la planta o residentes locales).

(b) **informes nacionales o estratégicos** – estos informes son preparados normalmente por la autoridad competente o por departamentos del gobierno, aunque los titulares pueden preparar también este tipo de informe, por ejemplo, para un sector industrial. Son normalmente informes de resumen y son preparados menos frecuentemente. Normalmente se refieren por ejemplo a:

- varias plantas o instalaciones, o un sector amplio de actividad (ej: el sector de la energía);
- períodos más largos para mostrar tendencias (ej: varios años);
- análisis más completos y sofisticados (ej: análisis estadísticos completos de datos anuales);
- una serie de medios receptores que cubren una amplia área geográfica;
- una categoría particular, o grupo, de contaminantes (ej: compuestos orgánicos volátiles);
- cumplimiento con una serie de límites o con un objetivo estratégico (ej: eficiencia energética);
- información para la gestión del proceso a más largo plazo (ej: para planear inversiones de capital);
- audiencias nacionales o internacionales (ej: departamentos de política, organismos de toma de decisiones nacionales e internacionales).

(c) **informes especializados** – son informes sobre técnicas relativamente complejas o nuevas que se usan ocasionalmente para complementar métodos de monitorización más rutinarios. Algunos ejemplos típicos son:

- telemetría – la transferencia electrónica de datos de monitorización a los usuarios en tiempo real (ej: a los ordenadores de las autoridades, a los residentes mediante pantallas electrónicas a la entrada de compañías);
- redes neuronales – consisten en usar un ordenador para desarrollar correlaciones entre las condiciones de proceso y las emisiones medidas, que pueden usarse para el control de emisiones;
- estudio de deposiciones – consisten en muestrear las deposiciones en una instalación y los alrededores (ej: dioxinas en el suelo alrededor de un incinerador, metales en los sedimentos de un río cerca de las estaciones depuradoras de aguas residuales).

Capítulo 7

7.5 Buenas prácticas de elaboración de informes

Hay tres etapas en la elaboración de informes de monitorización:

- (a) recogida de los datos,
- (b) gestión de los datos, y
- (c) presentación de los resultados.

(a) **recogida de los datos** – consiste en adquirir las medidas y hechos básicos. Es buena práctica en la colección de datos considerar los siguientes elementos:

- programa de eventos – las autorizaciones pueden contener programas que indican cómo, cuando, por quién y para quién se va a preparar el informe de los datos, y que tipo de datos son aceptables (ej: calculados, medidos, estimados).

El programa puede cubrir las escalas de tiempo y las ubicaciones de interés, y el formato de los datos. También puede dar detalles de los límites pertinentes, las unidades a usar y cualquier normalización requerida (ej: condiciones estándar de presión y temperatura);

- formularios – pueden usarse formularios estándar para recoger los datos de tal forma que sea fácil comparar los valores e identificar lagunas y anomalías. Estos formularios pueden estar basados en papel o en archivos electrónicos;
- detalles de los datos – se pueden usar los formularios estándar para registrar si los datos están basados en medidas, cálculos o estimaciones, y también podrían usarse para identificar los métodos usados para la monitorización, el muestreo y los análisis. Los formularios también pueden incluir otra información pertinente relativa a la cadena de producción de datos, como se describe en el Capítulo 4, tales como las consideraciones de tiempo;
- datos de la incertidumbre y de las limitaciones – estos detalles pueden recogerse e incluirse en el informe junto con los datos de monitorización (ej: detalles de los límites de detección, número de muestras disponibles);
- detalles del contexto operacional – los datos recogidos pueden incluir detalles de las condiciones reinantes en la operación del proceso y/o en el medio ambiente (ej: tipo de combustible, alimentación, utilización, temperatura de proceso, carga de producción, equipo de abatimiento, condiciones atmosféricas, nivel del río).

(b) **Gestión de los datos** – consiste en organizar los datos y convertirlos en información. Es buena práctica en la gestión de los datos considerar los siguientes elementos:

- transferencias y bases de datos – las autorizaciones pueden especificar cómo y cuando se van a transferir los datos. No es necesariamente lo más deseable que los titulares envíen todos los datos a las autoridades, o que todos los datos necesarios sean enviados inmediatamente, ya que esto podría crear problemas de manejo y almacenamiento a las autoridades. En vez de esto, los datos pueden enviarse conforme a criterios acordados y programas de eventos, o en respuesta a solicitudes;
- procesado de los datos – la autorización puede especificar un plan para cotejar, analizar y condensar los datos. El procesado normalmente se lleva a cabo en etapas, de tal forma que los datos más recientes están disponibles de forma detallada y los datos más antiguos en una forma más resumida. Cada titular es primordialmente responsable de condensar los datos de su instalación;

- los resultados bajo el límite de detección – el método para estimar estos valores debería explicarse cuando se elabora el informe de los datos. Más información sobre este aspecto puede encontrarse en la Sección 3.3;
 - software y estadísticas – el informe puede proporcionar detalles de paquetes de software y métodos estadísticos usados para analizar o resumir los datos;
 - creación y mantenimiento de archivos – los datos pueden guardarse sistemáticamente en un lugar seguro, para que los registros de rendimientos pasados estén fácilmente disponibles. Normalmente, es más práctico para el titular mantener estos archivos que para las autoridades.
- (c) **Presentación de resultados** - consiste en entregar la información a los usuarios en una forma clara y utilizable. La consideración de los siguientes elementos es buena práctica en la presentación de los resultados de monitorización, dependiendo del tipo de informe:
- alcance del informe – es útil un claro recordatorio de los objetivos de la monitorización cubiertos por el informe para apreciar el impacto de los resultados;
 - programa – las autorizaciones pueden identificar los usuarios de los informes y definir un programa de presentaciones usando diferentes eventos y medios como sea más adecuado (ej: registros públicos, publicaciones, reuniones, Internet). Cada presentación incluye normalmente oportunidades para reacciones y opiniones;
 - tendencias y comparaciones – las presentaciones pueden situar los resultados en el contexto mostrando tendencias en el tiempo y comparaciones con otras plantas y estándares. Unos gráficos y otras formas de representación visual pueden ser herramientas útiles para ayudar en la presentación de los resultados;
 - significado estadístico – los informes pueden indicar si los excesos o cambios son significativos cuando se comparan con las incertidumbres, en medidas y parámetros del proceso;
 - eficiencia interna – los informes internos pueden proporcionar estadísticas de la eficiencia para el año en curso;
 - resultados estratégicos – los informes nacionales y estratégicos pueden detallar los niveles de cumplimiento para distintas políticas, actividades, tecnologías, medios receptores y áreas geográficas;
 - resúmenes no estadísticos – los informes pueden prepararse para el público usando un lenguaje que no sea técnico para que pueda ser fácilmente entendido por personas no especialistas;
 - distribución – las autorizaciones u otros documentos pertinentes pueden indicar quien es responsable de distribuir los informes, quien debería recibirlos y cuando, y el número de copias que se necesitan.

La legislación de la UE en general, y la convención de Aarhus en particular, promueven el acceso público a la información medioambiental. La Directiva IPPC requiere información para los procedimientos de evaluación del cumplimiento. En los casos en que se permite la confidencialidad, es buena práctica para la evaluación del cumplimiento y para el titular indicar claramente la razón por la que la información no se pone a disposición pública.

Capítulo 7

7.6 Consideraciones de calidad

Para que los informes puedan usarse en procesos de toma de decisiones necesitan estar fácilmente disponibles y ser precisos (dentro de una incertidumbre indicada).

Es buena práctica para aquellos que proporcionan los datos, y los autores de los informes, en la accesibilidad y la calidad de sus informes, la consideración de los siguientes elementos:

- objetivos de calidad y comprobaciones – deberían establecerse los objetivos de calidad para las normas técnicas y la disponibilidad de los informes. Deberían llevarse a cabo verificaciones para evaluar si se están cumpliendo adecuadamente. Estas verificaciones pueden involucrar comprobaciones por expertos tanto internos como externos, e incluso certificación bajo un sistema formal de gestión de la calidad;
- competencia – los informes deberían ser preparados por grupos competentes y experimentados, que pueden mantener sus capacidades participando en grupos técnicos e iniciativas de calidad, ej: en seminarios y esquemas de certificación;
- disposiciones de contingencia – deberían establecerse disposiciones especiales de contingencia para comunicar rápidamente eventos anormales o perturbaciones, incluyendo condiciones de salida de escala y averías de los equipos de monitorización;
- sistemas de firmas de salida – es deseable que una persona nominada sea responsable de la autenticidad y calidad de la información en cada informe utilizando un sistema de “firmas de salida”, que puede ser manual o electrónica;
- retención de datos – el operador debería retener los datos básicos de monitorización y los informes para períodos de acuerdo con la autoridad y hacerlos disponibles a las autoridades bajo petición por parte de éstas;
- falsificación de los datos – los reguladores deberían definir los procedimientos para tratar falsificaciones de informes de los resultados de monitorización. Éstos pueden incluir auditorías no anunciadas y sanciones legales efectivas.

8 COSTE DE LA MONITORIZACIÓN DE EMISIONES

Siempre que sea posible deberían optimizarse los costes de la monitorización de emisiones, pero sin perder nunca de vista los objetivos globales de la monitorización. Para mejorar la relación coste-efectividad de la monitorización de emisiones pueden aplicarse las siguientes acciones:

- seleccionar los requisitos adecuados de calidad,
- optimizar la frecuencia de monitorización y adecuarla a la precisión deseada en los resultados,
- optimizar el número de parámetros a monitorizar considerando sólo aquellos que son estrictamente necesarios,
- considerar el uso de monitorización en continuo, cuando proporciona la información requerida, a un coste total menor que la monitorización discontinua,
- considerar, cuando sea posible, reemplazar los parámetros costosos por parámetros subrogados que son más económicos y simples de monitorizar,
- considerar complementar la monitorización rutinaria con estudios especiales (tales como la monitorización de campaña). Esto puede proporcionar un mejor conocimiento del vertido y puede reducir el régimen de monitorización y por lo tanto el coste,
- limitar la medida de corrientes secundarias, y el número de parámetros y determinar la situación total del vertido en base a la corriente final.

El coste de la monitorización de emisiones puede desglosarse en varios elementos. Algunos de estos elementos de coste se refieren sólo a requisitos individuales de la monitorización de emisiones, mientras que otros pueden servir al titular para propósitos adicionales, por ejemplo alguna monitorización de control de proceso puede ser útil también al titular para la monitorización de emisiones. Los costes de estos elementos multi-propósito pueden compartirse de alguna manera entre los distintos propósitos. Por esta razón es importante dejar claro qué elementos se incluyen en la evaluación de costes de la monitorización de emisiones.

Los siguientes elementos de coste capital forman parte de los costes totales de monitorización del titular, y puede que se tenga en cuenta una proporción de éstos al evaluar el coste de la monitorización de emisiones:

- hardware y software de las salas de control – están relacionados principalmente con el control del proceso, pero también pueden usarse para la monitorización directa o indirecta de emisiones;
- laboratorios analíticos – están normalmente situados en la planta, cerca de los equipos y las líneas de proceso, o en recintos aislados especialmente dedicados para ello (ej: para evitar problemas de atmósferas inflamables y otros riesgos). Incluyen las líneas de muestreo y de servicios que pueden usarse para monitorización de emisiones;
- equipos de proceso existentes – algunas piezas de equipo operan con parámetros que también pueden proporcionar información para la monitorización de emisiones.

De forma similar, cuando los datos de monitorización se usan para más de un propósito o programa, los gastos corrientes atribuibles a cada uno pueden ser difíciles de desglosar. Cuando se evalúan los costes de la monitorización de emisiones puede que sea necesario considerar las siguientes superposiciones:

Capítulo 8

- inspecciones de seguridad de materiales, condiciones de proceso, incidentes – esto podría incluir información sobre emisiones accidentales o fugas (normalmente estimadas o calculadas mediante parámetros indirectos) que podrían ser útiles también para la monitorización de emisiones,
- monitorización de salud – esto podría incluir información sobre, ej: niveles de concentración dentro del recinto de trabajo (típicamente dentro de los edificios) o caudales de ventilación. En muchos casos los mismos equipos, métodos y parámetros, o similares, usados en la monitorización de salud pueden también usarse para monitorización de emisiones;
- otros programas de inspección y monitorización – otros programas de trabajo, tales como los de mantenimiento preventivo o los de verificación de la operación (rondas visuales y de comprobación, exámenes mecánicos, etc.), pueden también usarse para la monitorización de emisiones.

Algunos elementos de coste en la monitorización de emisiones puede que ocurran sólo una vez, ej: en la etapa de ingeniería de diseño de una nueva unidad, o en la renovación de una autorización, o durante una modificación de una unidad (cambio de proceso o extensión de la capacidad). El Anexo 7 muestra ejemplos y valores típicos de estos costes. En estas ocasiones, puede que sea necesaria alguna actividad especial de monitorización de emisiones, por ejemplo para evaluar la carga medioambiental o las características de las emisiones.

Cuando se evalúa el coste total de la monitorización de emisiones, es necesario tener en cuenta los siguientes elementos adicionales:

- el diseño, y la construcción, de líneas dedicadas, bucles de control, pozos, escotillas de acceso, portezuelas de muestreo, etc.
- el muestreo, incluyendo el personal, los contenedores (frascos y botellas desechables o reutilizables, etc.), los registradores de datos, las grabadoras, etc.
- el transporte de las muestras (por ejemplo en grandes instalaciones, se necesita un vehículo especialmente dedicado para recoger muestras y transportarlas)
- el tratamiento de las muestras, incluyendo pretratamientos, divisiones, etiquetados, almacenajes (bajo condiciones refrigeradas), eliminación de muestras, etc.
- los costes de laboratorio y los costes analíticos, incluyendo: personal, edificios y dependencias, almacenaje separado de gases y reactivos, calibración, mantenimiento, piezas de repuesto, educación del personal, etc.
- el procesado de los datos, incluyendo el software y el almacenaje de los datos (ej: LIMS: sistema de gestión de información de laboratorio), evaluación, revisión, manejo de datos, etc.
- la distribución de los datos, incluyendo informes regulares a las autoridades, a los servicios nacionales o corporativos, a grupos externos, la publicación de informes medioambientales, respuestas a preguntas y pesquisas, etc.
- la contratación de organizaciones externas para realizar partes de la monitorización, como se pide a menudo en la autorización.

El Anexo 7 proporciona ejemplos de costes individuales de monitorización y costes agregados.

9 COMENTARIOS FINALES

9.1 Cronología del trabajo

El trabajo de este documento de referencia de “Los principios generales de monitorización” comenzaron el 25-26 de Junio de 1998 con la primera reunión del Grupo Técnico de Trabajo (TWG). En esta reunión se acordó elaborar un documento sobre los principios generales de monitorización, además de explorar las prácticas corrientes de monitorización para extender el conocimiento de aspectos concretos de la monitorización, tales como el manejo de los valores bajo el límite de detección, el uso de parámetros subrogados, etc.

El primer borrador del documento de los principios generales fue enviado para ser consultado en Enero de 1999. El segundo borrador, completamente diferente del primero, fue lanzado en Octubre de 2000, antes de la segunda reunión del TWG que tuvo lugar en Noviembre de 2000.

El tercer borrador fue enviado al TWG en Abril de 2002, antes de la reunión final del TWG en Mayo de 2002, donde se discutieron muchos aspectos específicos. El cuarto borrador fue enviado para una comprobación final al TWG en Julio de 2002, y la redacción final tuvo lugar en Septiembre de 2002.

9.2 Cuestionario de prácticas comunes de monitorización

Como parte del intercambio de información se decidió durante la reunión de inicio del TWG llevar a cabo una investigación mediante un cuestionario para explorar las prácticas corrientes en los Estados Miembro de la UE en aspectos concretos de la monitorización. Los siguientes aspectos fueron identificados como potencialmente importantes:

- cómo decidir la frecuencia de monitorización,
- generación de los datos,
- manejo y procesado de los datos,
- garantía y control de la calidad,
- parámetros subrogados,
- emisiones fugitivas,
- eficiencia del consumo de materias primas, energía y agua,
- monitorización de ruidos,
- monitorización de olores,
- monitorización de emergencias.

Se desarrolló entonces un cuestionario, en paralelo con el documento de los principios generales y, después de varias rondas de consulta para llegar a un acuerdo sobre las preguntas y el formato del cuestionario, se envió a los miembros del TWG para completar la investigación. Se prepararon dos versiones del cuestionario, una para las autoridades y otra versión ligeramente diferente para la industria.

La respuesta de los cuestionarios proporcionó información valiosa para el documento de los principios generales y sirvió el propósito de extender el conocimiento de aspectos concretos de la monitorización. Los resultados de la investigación evidenciaron el amplio abanico de enfoques tomados en muchos aspectos de la monitorización por los miembros del TWG y por lo tanto en los Estados Miembro. Se decidió no producir un documento separado sobre los resultados del cuestionario, sino más bien usarlos como información para el documento de principios generales.

Capítulo 9

9.3 Fuentes de información

La información disponible sobre los principios generales de monitorización es limitada. La mayor parte de la literatura disponible sobre monitorización es demasiado específica para un enfoque general a través de diferentes sectores industriales y Estados Miembros, como se aborda en este documento de principios generales.

Se han usado varias fuentes de información en la preparación de este documento, todas ellas incluidas en la lista de referencias. Algunas de estas referencias forman los cimientos de este documento, incluyendo:

- auto-monitorización del titular [Mon/15];
- cadena de producción de datos en la monitorización de emisiones [Mon/39];
- notas de Holanda sobre la monitorización de emisiones en aguas residuales [Mon/56];
- mejores prácticas en la monitorización de cumplimiento [Mon/64];
- monitorización de las emisiones totales incluyendo emisiones excepcionales [Mon/67].

9.4 Nivel de consenso

Hubo un alto grado de consenso en los aspectos discutidos en la reunión final y en el contenido y la estructura de este borrador final. Para alcanzar esta situación se tuvieron que resolver muchos aspectos y opiniones divergentes durante el proceso de intercambio de información. Se alcanzaron soluciones de compromiso y acuerdos sobre todos los aspectos fundamentales, aunque tras largos períodos de tiempo.

Sin embargo, el TWG no pudo llegar a un acuerdo en varios aspectos, en especial con respecto a la armonización de los procedimientos de monitorización. Este punto se revisa en el Capítulo 9.5.

9.5 Recomendaciones para futuras revisiones

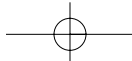
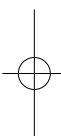
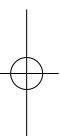
Se sugiere para la futura revisión de este documento que el alcance se establezca claramente desde el principio, y que el TWG se comprometa a proporcionar la información necesaria para cubrir el alcance. En el contexto de este documento, se hicieron al principio muchas sugerencias para el alcance del mismo, pero la información que se intercambió por el TWG condujo a un recorte del alcance.

Algunos de los aspectos señalados por los miembros del TWG durante el intercambio de información no se han cubierto, generalmente debido a la falta de información o contribuciones para apoyarlos. Para la futura revisión de este documento es importante considerar los siguientes elementos:

- promover la **armonización** de los procedimientos de monitorización a través de Europa – esto fue identificado por el TWG como deseable, ya que sería útil para la comparabilidad de los datos a través de la UE y diferentes sectores industriales. Sin embargo, se ha intercambiado poca información y sólo unas pocas propuestas que pudieran conducir los Estados Miembro en esta dirección; simplemente no hubo suficiente apoyo del TWG. Para mejorar la armonización se necesitan considerar los siguientes aspectos:
 - cómo decidir la frecuencia de monitorización – en este documento se ha presentado un enfoque basado en el riesgo, sin embargo las consideraciones para elegir la frecuencia siguen siendo muy diferentes de un país a otro y de un sector industrial a otro;

- metodologías de manejo de datos – el cómo la reducción de datos y el cálculo de medias son tratados en las metodologías de manejo de datos merece más consideración para futuras revisiones. Es importante para la armonización que las medias se calculen de una forma similar;
 - procedimientos de evaluación del cumplimiento – en el presente éstos varían ampliamente entre diferentes Estados Miembro;
 - valores bajo el límite de detección – se han presentado distintos métodos en la Sección 3.3, sin embargo no ha sido posible hacer ninguna recomendación definitiva;
 - comparabilidad de los datos – la comparabilidad de los datos de monitorización de emisiones es un elemento esencial cuando se evalúa el cumplimiento con las condiciones de la autorización medioambiental, cuando se evalúa el rendimiento medioambiental en inventarios y registros de emisiones (tales como el inventario EPER) y en el comercio de emisiones.
- la cadena de producción de datos para **diferentes medios/aspectos** – este documento sólo ha considerado información limitada con respecto a la cadena de producción de datos en aire, aguas residuales, y residuos (véase la Sección 4.3.). Se ha recibido muy poca información sobre los otros medios/aspectos. Se recomienda un análisis más completo para la futura revisión de este documento, incluyendo ampliar el número de medios/aspectos considerados, como suelos, energía, ruidos, olores, etc.;
 - **coste** de la monitorización de emisiones – se ha proporcionado información sobre los costes en el Capítulo 8 y en el Anexo 7, pero para un análisis más completo se necesitan más datos de costes. Esto es fundamental para permitir una comparación válida de los costes a través de diferentes sectores industriales;
 - **ejemplos prácticos** – se deberían desarrollar más ejemplos de casos prácticos de la vida real para ilustrar los resultados de los distintos enfoques en los muestreos, tratamiento y reducción de datos, influencia de las incertidumbres, evaluación del cumplimiento, balances de masa, y otros elementos mencionados en este documento.

La CE lanza y apoya, a través de sus programas de investigación y desarrollo tecnológico, una serie de proyectos sobre tecnologías limpias, tecnologías incipientes de tratamiento de efluentes y reciclaje, y estrategias de gestión. Estos proyectos podrían proporcionar potencialmente una contribución útil a las futuras revisiones de los BREF. Se invita por tanto a los lectores a informar al EIPPCB de cualquier resultado de investigación relevante al ámbito de aplicación de este documento (véase también el prefacio de este documento).



REFERENCIAS

- Mon/1** Sampling Facility Requirements for the Monitoring of Particulates in Gaseous Releases to Atmosphere (Technical Guidance Note M1)
Her Majesty's Inspectorate of Pollution
Inglés
1993
- Mon/2** Monitoring emissions of pollutants at source (Technical Guidance Note M2)
Her Majesty's Inspectorate of Pollution
Inglés
1993
- Mon/3** Sampling and Analysis of Line (Downstream) and Furnace Emissions to Air for Mineral Wool Processes (Draft version)
EURIMA (European Insulation Manufacturers Association)
Inglés
1998
- Mon/6** Standards for IPC Monitoring: Part 1 - Standards organisations and the Measurement Infrastructure (Technical Guidance Note M3)
Her Majesty's Inspectorate of Pollution
Inglés
1995
- Mon/7** Standards for IPC Monitoring: Part 2 - Standards in support of IPC monitoring (Technical Guidance Note M4)
Her Majesty's Inspectorate of Pollution
Inglés
1995
- Mon/8** Monitoring Industrial Emissions and Wastes
UNEP/UNIDO
S.C. Wallin, M.J.Stiff
Inglés
1996
- Mon/9** Estimation Methods of Industrial Wastewater Pollution in the Meuse Basin
International Office for Water
J. Leonard et al.
Inglés
1998
- Mon/10** Monitoring Water Quality in the Future
Ministry of Housing, the Netherlands
M.T. Villars
Inglés
1995
- Mon/11** Monitoring and Control practices of Emissions in Pulp and Paper Industry in Finland
Finish Environmental Institute, Finland
K. Saarinen et al.
Inglés
1998

Referencias

- Mon/12** Determination Of Uncertainty Of Automated Emission Measurement System Under Field Conditions Using A Second Method As A Reference
VTT Chemical Technology
H.Puustinen et al.
Inglés
1998
- Mon/13** A review of the Industrial Uses of Continuous Monitoring Systems: Metal Industry Processes
Environment Agency, UK.
T.G. Robson and J.Coleman
Inglés
1998
- Mon/14** Dutch Proposal on the scope of a Reference Document on Monitoring
Ministry of Environment, the Netherlands
Lex de Jonge
Inglés
1998
- Mon/15** Operator Self-Monitoring
IMPEL network
Varios autores
Inglés
1999
- Mon/16** German Proposal on a Reference Document on Monitoring
UBA
H. J. Hummel
Inglés
1998
- Mon/17** Finish proposal for the starting point of the work on Monitoring
Env. Finish Institute
K. Saarinen et al.
Inglés
1998
- Mon/18** The Finnish (Nordic) Self-monitoring System
Env. Finish Institute
K. Saarinen et al.
Inglés
1998
- Mon/19** Examples On Monitoring At An Integrated Pulp And Paper Plant And A Power Plant
Env. Finish Institute
K. Saarinen et al.
Inglés
1998
- Mon/20** Standards And Method Specific Instructions (Inhouse Methods) Used In Emission Monitoring In Finland
Env. Finish Institute
K. Saarinen et al.
Inglés
1998

Referencias

- Mon/21** Comments by CEFIC/BAT TWG about Scope and Main Issues of the TWG
CEFIC
P. Depret et al.
Inglés
1998
- Mon/22** UNE-EN ISO 1400. Sistemas de Gestión Medioambiental Especificaciones y Directrices para su Utilización.
AENOR
Spanish
1996
- Mon/23** ISO 5667 Water quality- Sampling (1, 2, 3, 10)
ISO
Inglés
1980-1994
- Mon/24** ISO 9096 Stationary Source Emissions – Determination of Concentration and mass flow rate of particulate material in gas-carrying ducts - Manual Gravimetric Method.
ISO
Inglés
1992
- Mon/25** ISO 4226 Air Quality – General Aspects – Units of Measurement
ISO
Inglés
1993
- Mon/26** ISO 4225 Air Quality – General Aspects – Vocabulary
ISO
Inglés
1994
- Mon/27** Article BL: Industrial Chemical Exposure: Guidelines For Biological Monitoring
Scandinavian Journal Of Work Environment And Health
Inglés
1994
- Mon/28** Article BL: Airport Noise Monitoring - The Benefits Applied To Industrial And Community Noise Measurement
Internoise
Stollery, P.
Inglés
1997
- Mon/29** Article BL: Acoustic Emission For Industrial Monitoring And Control
Sensor And Transducer Conference
Holroyd, T. J. Randall, N. Lin, D.
Inglés
1997

Referencias

- Mon/30** Article BL: Long Distance Industrial Noise Impact, Automated Monitoring And Analysis Process
Canadian Acoustics
Migneron, J.-G.
Inglés
1996
- Mon/31** Article BL: Energy Monitoring System Saves Electricity
Metallurgia -Manchester Then Redhill
Inglés
1998
- Mon/32** Article BL: Sampling And Analysis Of Water - Meeting The Objectives Of The Australian Water Quality Guidelines
Water -Melbourne Then Artarmon-
Maher, W. Legras, C. Wade, A.
Inglés
1997
- Mon/33** Article BL: Summary Of The Niosh Guidelines For Air Sampling And Analytical Method Development And Evaluation
Analyst -London- Society Of Public Analysts Then Royal Society Of Chemistry-
Kennedy, E. R. Fischbach, T. J. Song, R. Eller, P. M. Shulman, S. A.
Inglés
1996
- Mon/34** Article BL: National And International Standards And Guidelines
Iea Coal Research -Publications
Inglés
1995
- Mon/35** Article BL: Sampling Strategy Guidelines For Contaminated Land
Soil And Environment
Ferguson, C. C.
Inglés
1993
- Mon/36** Article BL: Cem Data Acquisition And Handling Systems: Updated Experience Of The Utility Industry
Air And Waste Management Association -Publications-Vip
Haberland, J. E.
Inglés
1995
- Mon/37** Estimation and Control of Fugitive Emissions from Process Equipment
DOW Chemical
J. Van Mil
Inglés
1992
- Mon/38** Technical Guidance Note (Monitoring) - Routine measurement of gamma ray air kerma rate in the environment
HMIP (UK)
HMIP (UK)
Inglés
1995

Referencias

- Mon/39** Data production chain in monitoring of emissions
Finnish Environment Institute (SF)
Saarinen, K.
Inglés
1999
- Mon/40** Continuous Emission Monitoring Systems for Non-Criteria Pollutants
EPA/625/R-97/001. August 1997.
Inglés
1997
- Mon/41** Performance Standards for Continuous Emission Monitoring Systems.
UK Environment Agency
Inglés
1998
- Mon/42** Proposals to extend MCERTS to Manual Stack Emissions Monitoring
UK Environment Agency
Inglés
- Mon/43** Manual Measurement of Particulate Emissions. Technical Guidance Note
(Monitoring) M10.
UK Environment Agency
Inglés
- Mon/44** IPPC BAT Reference Document. Monitoring Chemical Industry Contribution Paper.
Monitoring/Control of Emissions Uncertainties and Tolerances.
CEFIC. Issue nº2-16/7/99
Inglés
1999
- Mon/45** IPPC BAT Reference Document. Monitoring Chemical Industry Contribution Paper.
Monitoring/Control of Emissions Uncertainties and Tolerances.
CEFIC. Issue nº3 - 5/11/99
Inglés
1999
- Mon/46** IPPC BAT Reference Document. Monitoring Chemical Industry Contribution Paper.
Monitoring/Control of Emissions. The case of Non-Channelled Emissions.
CEFIC. Issue nº2 - 16/7/99
Inglés
1999
- Mon/47** Tracer Gas Method for Measuring VOC.
Uusimaa Regional Environment Centre
Inglés
1999
- Mon/48** A DIAL Method to estimate VOC Emissions
TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation.
TNO-MEP - R 98/199
Baas, J.; Gardiner, H.; Weststrate, H.
Inglés
1998

Referencias

- Mon/49** CEN: Programme of Work. Water Analysis.
CEN. European Committee for Standardisation.
1998
- Mon/50** Diffuse and Fugitive Emissions in the Atmosphere. Definitions and Quantification Techniques.
CITEPA
Bouscaren, R.
Inglés
1999
- Mon/52** Emission Estimation Technique Manual for Fugitive Emissions
Australian EPA
Australian EPA
Inglés
1999
- Mon/53** Emission Estimation Technique Manual for Iron & Steel Production
Australian EPA
Australian EPA
Inglés
1999
- Mon/55** Review of Emission and Performance Monitoring of Municipal Solid Waste Incinerators
A.J. Chandler & Associates Ltd. (Canada)
A.J. Chandler & Associates Ltd. (Canada)
Inglés
1992
- Mon/56** Dutch Notes on Monitoring of Emissions into Water
RIZA (NL)
Dekker, G.P.C.M. (RIZA NL)
Inglés
2000
- Mon/57** Cost of Monitoring (draft)
CEFIC
CEFIC
Inglés
2000
- Mon/58** Odour Regulations in Germany - A New Directive on Odor in Ambient Air
Westphalia State Environment Agency (D)
Both, R.
Inglés
2000
- Mon/59** Draft EUREACHEM/CITAC Guide - Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement – Second Edition
EURACHEM
EURACHEM
Inglés
2000

Referencias

- Mon/60** Monitoring VOC Emissions: Choosing the best option
ETSU
ETSU
Inglés
2000
- Mon/61** Odour measurement and control - An update
AEA Technology (UK)
Hall, D.; Woodfield, M.
Inglés
1994
- Mon/62** International Guide to Quality in Analytical Chemistry
CITAC
CITAC
Inglés
1995
- Mon/63** Sampling Systems for Process Analysers
VAM "Valid Analytical Measurement"
Carr-Brion, K.G.; Clarke, J.R.P.
Inglés
1996
- Mon/64** Best Practice in Compliance Monitoring
IMPEL Network
Varios autores
Inglés
2001
- Mon/65** Guidelines on Diffuse VOC Emissions
IMPEL Network
Varios autores
Inglés
2000
- Mon/66** Outliers, Exceptional Emissions and Values Under the limit of Detection
DK
Egmose, K. /HLA
Inglés
2001
- Mon/67** Monitoring of Total Emissions Including Exceptional Emissions
Finnish Environment Institute
Saarinen, K.
Inglés
2001
- Mon/68** Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry
Ullman's
Inglés
2000
- Mon/69** Monitoring of noise
DCMR, the Netherlands
Inglés
1999

Referencias

- Mon/70** Monitoring of odour
Project research Amsterdam BV
Inglés
1999
- Mon/71** Netherlands Emission Regulations
Dutch Emissions to Air Board
Inglés
2001
- Mon/72** Definitions of Monitoring (draft)
CEFIC
CEFIC
Inglés
2002
- Mon/73** Water Sampling for Pollution Regulation
Harsham, Keith
HMIP
Inglés
1995
- Mon/74** Netherlands Emission Guidelines for Air
InfoMil
Inglés
2001
- Mon/75** Uniform Practice in monitoring emissions in the Federal Republic of Germany
Circular of the Federal Ministry of June 8, 1998 - IG I3-51134/3 - Joint Ministerial
Gazzete (GMBI)
Inglés
1998
- Mon/77** Swedish background report for the IPPC information exchange on BAT for the
refining industry
Swedish Environment Protection Agency
Inglés
1999
- Mon/78** Tables of standards and definitions
CEN/SABE - IPPC Monitoring Team
CEN. European Committee for Standardisation
Inglés, (definiciones también en Francés y Alemán)
2002

ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS

[Mon/72], [Mon/50],[Mon/78]

Acreditación (de un laboratorio de pruebas): reconocimiento formal de que un laboratorio es competente para realizar unas pruebas, o unos tipos de pruebas específicas.

Precisión: está asociada a los valores medidos. Es una evaluación de lo cerca que está una medida del valor aceptado o verdadero. Para evaluar la precisión se usan preparados químicos de pureza y/o concentraciones conocidas; estos preparados, conocidos como “estándares”, se analizan usando el mismo método con el que se miden las muestras. La precisión no debe confundirse con la repetibilidad: la repetibilidad mide cómo de bien pueden duplicarse los resultados analíticos.

Ajuste (de un sistema de monitorización): operación mediante la cual se adecua el sistema de medida a un estado de rendimiento óptimo para su uso.

Análisis: caracterización de la naturaleza de una muestra. Análisis comparado con evaluación: es una determinación formal, a veces cuantitativa, de los efectos de una acción (como en el análisis de riesgos o de impactos).

Aprobación (de un laboratorio de pruebas): autorización dada por la autoridad competente a un laboratorio de pruebas para efectuar medidas, controles o inspecciones reguladoras en un campo específico.

Aprobación (de un producto, proceso o servicio): permiso para un producto, proceso o servicio, para ser comercializado o usado para los propósitos indicados o bajo las condiciones indicadas.

Evaluación: examen del nivel de idoneidad entre una serie de observaciones y una serie de criterios correspondientes suficientes para los objetivos fijados, para tomar una decisión. También la combinación de análisis con actividades relacionadas con políticas, tales como la identificación de aspectos y comparación de riesgo y beneficio (como en la evaluación de riesgo e impacto).

Método de evaluación de emisiones: conjunto de relaciones entre los datos medidos, propiedades físicas, datos meteorológicos, y datos de diseño relativos a equipos o parámetros de proceso, para calcular o evaluar una emisión o un factor de emisión.

Sistema de medida automático: sistema para medir el material bajo investigación, que devuelve una señal de salida proporcional a la unidad física del parámetro a medir y capaz de producir resultados de medida sin la intervención humana.

Disponibilidad (de un sistema de medida automático): porcentaje de tiempo que el sistema de medida automático está operativo y para el que están disponibles datos válidos.

Estado básico: un estado específico de un sistema de medida, usado como un punto fijo de referencia para evaluar los estados actuales del sistema de medida. Nota: un estado de equilibrio también puede considerarse un estado básico. En medidas de la calidad de aire de compuestos gaseosos, el uso de un “gas de referencia cero” establece a menudo el estado básico.

Mejores Técnicas Disponibles (MTD) [Directiva IPPC]: la fase más eficaz y avanzada de desarrollo de las actividades y de sus modalidades de explotación, que demuestren la capacidad práctica de determinadas técnicas para constituir, en principio, la base de los valores límites de emisión destinados a evitar o, cuando ello no sea practicable, reducir en general las emisiones y el impacto en el conjunto del medio ambiente. También se entenderá por:

Glosario

- ‘técnicas’: la tecnología utilizada junto con la forma en que la instalación esté diseñada, construida, mantenida, explotada, y paralizada
- ‘disponible’: las técnicas desarrolladas a una escala que permita su aplicación en el contexto del sector industrial correspondiente, en condiciones económica y técnicamente viables, tomando en consideración los costes y los beneficios, tanto si las técnicas se utilizan o producen en el Estado Miembro correspondiente como si no, siempre que el titular pueda tener acceso a ellas en condiciones razonables;
- ‘mejores’: las técnicas más eficaces para alcanzar un alto nivel general de protección del medio ambiente en su conjunto

En la determinación de las mejores técnicas disponibles conviene tomar especialmente en consideración los elementos que se enumeran en el Anexo 4 de la Directiva IPPC.

Valor calculado: el resultado de una evaluación de una emisión basado sólo en cálculos.

Calibración: conjunto de operaciones que establece, bajo condiciones específicas, la diferencia sistemática que pueda existir entre los valores de un parámetro a medir, y los indicados por un sistema de medida (con los valores correspondientes dados en referencia a un sistema de “referencia” específico, incluyendo materiales de referencia y sus valores aceptados). Nota: el resultado de la calibración permite tanto la asignación de valores de los parámetros a medir como la determinación de correcciones con respecto a indicaciones.

Monitorización de campaña: Medidas realizadas en respuesta a una necesidad o un interés de obtener más información fundamental que la que proporciona la monitorización rutinaria o convencional. Por ejemplo las campañas de monitorización durante un período de tiempo especial para estimar incertidumbres, estimar variaciones en los parámetros de emisión o para evaluar el contenido químico o los efectos eco-toxicológicos de la emisión mediante análisis más avanzados.

Certificación: procedimiento por el que una tercera organización concede una garantía escrita de que un producto, proceso o servicio está conforme con requisitos especificados. La certificación puede aplicarse a instrumentos, equipos y/o personal.

Comprobación: método de evaluar o verificar un valor, un parámetro o un estado físico, para compararlo con una situación de referencia acordada, o para detectar anomalías (la comprobación no incluye el seguimiento de un procedimiento ni la trazabilidad completa de la comparación).

Comparabilidad: proceso para identificar y/o evaluar las diferencias y/o características comunes entre dos (o más) muestras, medidas, resultados de monitorización, etc. La comparabilidad está asociada a la incertidumbre, la trazabilidad a la referencia especificada, el tiempo de promedio, y la frecuencia.

Autoridad competente [Directiva IPPC]: la autoridad o autoridades, u organismos que, en virtud de la legislación de los estados miembros, sean responsables del cumplimiento de las tareas derivadas de la presente Directiva.

Evaluación del cumplimiento: proceso de comparar las emisiones de contaminantes de una instalación [unidad de fabricación] con los valores límites de emisión permitidos, con un grado definido de confianza.

Muestra compuesta: muestra preparada por el titular o por un aparato automático y que ha sido obtenida mezclando varias muestras puntuales.

Monitorización en continuo: Se consideran dos tipos de técnicas de monitorización en continuo:

- instrumentos de lectura continua fijos in-situ (ó dentro de la línea). Aquí la célula de medida está colocada en el conducto, la tubería o en la misma corriente. Estos instrumentos no necesitan extraer ninguna muestra para analizarla y están basados normalmente en propiedades ópticas. Es importante un mantenimiento y calibración regulares de estos instrumentos;
- instrumentos de lectura continua en línea (o extractivos). Este tipo de instrumentación extrae de forma continua muestras de la emisión por la línea de muestreo y las transporta a una estación de medida en línea, donde las muestras se analizan de forma continua. La estación de medida puede estar lejos del conducto, y por lo tanto debe cuidarse la integridad de la muestra a lo largo de la línea. Este tipo de equipos suelen requerir un cierto pretratamiento de la muestra.

Sistemas automáticos de medida en continuo: sistemas automáticos de medida que devuelven una señal continua de las medidas continuas del material bajo investigación.

Muestreo continuo: muestreo en una base continua y sin interrupción, de una porción de un efluente, que puede ser, en sí mismo, continuo o discontinuo. Se toma una alícuota de la corriente en cualquier momento en que hay efluente. Se pueden identificar dos formatos:

- **muestreo continuo proporcional al caudal**, se toma una muestra continua de una corriente parcial en una relación constante de volumen de la muestra y caudal del efluente, y
- **muestreo continuo proporcional al caudal**, se toman volúmenes iguales cada intervalo fijo de tiempo.

Control de emisión: técnicas usadas para limitar, reducir, minimizar o prevenir emisiones.

Determinando: valor o parámetro que necesita determinarse por medida o análisis.

Emisiones difusas: Emisiones originadas por el contacto directo de sustancias volátiles o sustancias ligeras polvorrientas con el medio ambiente bajo condiciones normales de operación. Estas emisiones pueden resultar de:

- el diseño inherente del equipo (ej: filtros, secadores),
- condiciones de operación (ej: durante la transferencia de material entre contenedores),
- tipo de operación (ej: actividades de mantenimiento),
- transferencia gradual a otro medio (ej: a aguas de refrigeración o a aguas residuales).

Las fuentes de emisiones difusas pueden ser puntuales, lineales, superficiales o volumétricas. Las múltiples emisiones dentro de una nave son consideradas normalmente como emisiones difusas, mientras que la salida del sistema general de ventilación es una emisión canalizada.

Ejemplos de emisiones difusas son los venteos de las instalaciones de almacenamiento durante la carga y descarga, almacenamiento de materiales sólidos al aire libre, balsas de separación en refinerías, venteos, puertas de los hornos de coque, emisiones de mercurio de las células electrolíticas, procesos con solventes, etc.

Las emisiones fugitivas son un subgrupo de las emisiones difusas.

Fuentes difusas: fuentes múltiples de emisiones similares distribuidas dentro de un área definida.

Glosario

Medidas directas: determinación cuantitativa específica de los compuestos emitidos en la fuente.

Vertido: liberación física de un contaminante a través de un sistema de salida definido (i.e. canalizada) como alcantarillado, chimeneas, venteos, vertederos, etc.

Discreto: no continuo, i.e. que tiene lagunas entre todos los posibles valores.

Efluente: fluido físico que forma una emisión (aire o agua junto con contaminantes).

Factor de emisión: números que pueden multiplicarse por datos de actividad o de consumo de una instalación (tales como producción, consumo de agua, etc.) para estimar las emisiones de la instalación. Se aplican asumiendo que todas las unidades industriales de la misma línea de producto tienen patrones de emisión similares.

Valor límite de Emisión [Directiva IPPC]: la masa, expresada en relación con determinados parámetros específicos, la concentración o el nivel de una emisión, cuyo valor no debe superarse dentro de uno o varios períodos determinados. Los valores límite de emisión pueden también establecerse para ciertos grupos, familias o categorías de sustancias, en particular aquellas enumeradas en el Anexo 3 de la Directiva IPPC.

Patrón de emisión: tipo de las variaciones de la emisión con el tiempo, por ejemplo, las emisiones pueden ser estables, cíclicas, con picos aleatorios, con variaciones aleatorias, erráticas, ...

Emisión [Directiva IPPC]: la expulsión a la atmósfera, al agua, o al suelo de sustancias, vibraciones, calor o ruido procedentes de forma directa o indirecta de fuentes puntuales o difusas de la instalación.

Norma de calidad medioambiental [Directiva IPPC]: el conjunto de requisitos, establecidos por la legislación comunitaria, que deben cumplirse en un momento dado en un entorno determinado en una parte determinada de éste.

Parámetro equivalente: parámetro relativo a una emisión, que proporciona el mismo [o similar] nivel de información con el mismo [o similar] nivel de confianza.

Error (error de medida): la cantidad por la que un resultado observado o aproximado difiere del verdadero o exacto. Los errores resultan típicamente de imprecisiones en las medidas de los valores de los parámetros.

Valor estimado: resultado de la evaluación de una emisión, usando factores de emisión, parámetros subrogados, cálculos o métodos similares que usan parámetros indirectos.

Examen de una muestra: caracterización preliminar para registrar características visuales que indican la naturaleza y origen de la muestra y que puede usarse para definir el tratamiento posterior de la muestra

Emisión fugitiva: emisiones al medio ambiente como resultado de pérdida gradual de estanqueidad de una pieza de un equipo diseñada para contener un fluido (gaseoso o líquido), esto puede originarse por una diferencia de presiones y la fuga resultante. Algunos ejemplos de emisiones fugitivas son fugas en una brida, una bomba o una pieza de un equipo, y pérdidas en las instalaciones de almacenamiento de productos gaseosos o líquidos.

Buena práctica: enfoque que proporciona un buen marco de trabajo para la actividad dada. No excluye otros enfoques que pueden ser más apropiados para un requisito dado.

Incidente: un suceso, o un evento que involucra una pérdida de contención de material o de energía.

Medida independiente: medida realizada por otro cuerpo de control, usando otro equipo dedicado (muestreo, medida, material estándar, software, etc.).

Inspección: proceso consistente en investigaciones, comprobaciones, controles y validaciones en una unidad industrial, llevado a cabo por las autoridades o por expertos internos o externos, para analizar y evaluar procedimientos, modos de operación, condiciones de operación de los procesos y el equipo asociado, integridad mecánica, nivel de efectividad, y los registros y resultados obtenidos por el titular de la instalación industrial. La inspección cubre por lo tanto un dominio mayor que la “monitorización de emisiones”. Algunas de las actividades de inspección pueden delegarse en el titular.

Instalación [Directiva IPPC]: Una unidad técnica fija en la que se lleven a cabo una o más de las actividades enumeradas en el Anexo 1 de la Directiva, así como cualesquiera otras actividades directamente relacionadas con aquellas que guarden una relación de índole técnica con las actividades llevadas a cabo en dicho lugar y puedan tener repercusiones sobre las emisiones y la contaminación.

Sustancia interferente: sustancia presente en el material bajo investigación, distinta del mesurando, que, debido a su presencia, induce variaciones en la respuesta del sistema de medida.

Muestreo isocinético: técnica de muestreo donde la velocidad a la que la muestra entra en la boquilla de muestreo es la misma que la velocidad de la corriente en el conducto.

Límite de detección (LOD): la cantidad más baja detectable de un compuesto.

Límite de cuantificación (LOQ): la cantidad más baja cuantificable de un compuesto.

Balance de masas: método de monitorización consistente en tener en cuenta las entradas, acumulaciones, salidas y la generación o destrucción de la sustancia de interés, y contar la diferencia como la emisión al medio ambiente. El resultado de un balance de masa es normalmente una pequeña diferencia entre una gran cantidad de entrada y una gran cantidad de salida, teniendo en cuenta también las incertidumbres involucradas. Por lo tanto, los balances de masa son sólo aplicables en la práctica cuando se puede determinar con precisión las entradas, las salidas y las incertidumbres.

Mesurando: la cantidad particular de material sometido a medida.

Valor medido: el resultado de una medida.

Medida: conjunto de operaciones para determinar el valor de una cantidad.

Sistema de medida: conjunto completo de instrumentos de medida y otros equipos, incluyendo todos los procedimientos operativos usados para realizar medidas especificadas.

Método de medida: secuencia lógica de operaciones, descritas genéricamente, usadas para llevar a cabo medidas.

Monitorización: vigilancia o seguimiento sistemático de las variaciones de un determinado compuesto químico o de una característica física de una emisión, vertido, consumo, parámetros equivalentes o medidas técnicas, etc. La monitorización se basa en una serie de medidas u observaciones, a una frecuencia adecuada, de acuerdo con procedimientos documentados y acordados, y que se hace para proporcionar información útil.

Capacidad nominal: cantidad de producto que una unidad puede producir por diseño en condiciones operativas normales.

Glosario

Sistema de medida automático no-continuo: sistema de medida automático que devuelve una serie de señales discretas de salida.

Valores atípicos: un valor atípico puede definirse como un resultado que se desvía significativamente de los otros en una serie de medidas (típicamente una serie de datos de monitorización), y que no puede atribuirse directamente a la operación de la unidad o el proceso. Los valores atípicos se identifican generalmente mediante el juicio de expertos en base a pruebas estadísticas (ej: el test de Dixon), junto con otras consideraciones, tales como patrones de emisión anormales en la instalación.

Titular de la instalación [Directiva IPPC]: cualquier persona física o jurídica que explote la instalación o posea la misma o, cuando la normativa nacional así lo disponga, que ostente, por delegación, un poder económico determinante sobre la explotación técnica de la instalación.

Parámetro: magnitud medible que representa las características principales de un grupo estadístico.

Porcentaje de captura de datos: porcentaje del número de datos esperados que han sido efectivamente proporcionados.

Muestreo periódico (muestreo discreto/individual/separado/discontinuo/al azar/puntual): muestras individuales tomadas en lotes, dependientes del tiempo o del volumen de vertido. Se pueden identificar tres formatos:

1. **muestreo periódico dependiente del tiempo:** se toman muestras discretas de igual volumen a intervalos iguales de tiempo,
2. **muestreo periódico proporcional al caudal:** se toman muestras discretas de volúmenes variables proporcionales al caudal a intervalos iguales de tiempo,
3. **muestras periódicas tomadas a intervalos fijos de caudal:** se toman muestras discretas de igual volumen tras el paso de un volumen constante.

Autorización [autorización IPPC]: la parte o la totalidad de una o varias decisiones escritas por las que se concede permiso para explotar la totalidad o parte de una instalación, bajo determinadas condiciones destinadas a garantizar que la instalación responde a los requisitos de la Directiva. Tal autorización podrá ser válida para una o más instalaciones, o partes de instalaciones, que tengan la misma ubicación y sean explotadas por el mismo titular.

Contaminante: sustancia individual o grupo de sustancias que pueden dañar o afectar el medio ambiente.

Contaminación [Directiva IPPC]: la introducción directa o indirecta, mediante la actividad humana, de sustancias, vibraciones, calor o ruidos en la atmósfera, el agua o el suelo, que puedan tener efectos perjudiciales para la salud humana o la calidad del medio ambiente, o que puedan causar daños a los bienes materiales, deteriorar, o perjudicar, el disfrute u otras utilidades legítimas del medio ambiente.

Repetibilidad: la repetibilidad mide cómo de bien pueden duplicarse los resultados analíticos. La repetibilidad está asociada a los valores medidos. Las muestras de réplica (preparadas de forma idéntica a la misma muestra) son analizadas para establecer la repetibilidad de la medida. La repetibilidad se indica normalmente como una desviación estándar o un error promedio. Nótese que la repetibilidad no debe confundirse con la precisión: la precisión es una evaluación de lo cerca que está una medida del valor aceptado o verdadero.

Monitorización cualitativa: tipo específico de monitorización realizado usando técnicas, procedimientos o métodos que pueden depender de observaciones o de los sentidos humanos (ej: monitorización de olores, comprobaciones visuales, comparación de escalas). Los resultados de la monitorización cualitativa pueden expresarse como medidas cuantitativas.

Emisión: vertido (rutinario, normal, o accidental) de una emisión en el medio ambiente.

Repetibilidad (de un sistema de medida): la habilidad de un sistema de medida para proporcionar valores estrechamente similares para medidas repetidas del mismo parámetro, siendo medido bajo las mismas condiciones.

Elaboración y distribución de informes: proceso de transmisión periódica de información sobre la eficacia medioambiental, incluyendo las emisiones y el cumplimiento, a las autoridades o la dirección interna de la instalación y otras agencias, tales como el público en general.

Resultado: valor atribuido a un magnitud medible, obtenido mediante medida. Nótese que una indicación completa del resultado de una medida incluye información sobre la incertidumbre de la medida, además de toda la información pertinente necesaria para comprender y comparar los resultados.

Muestra:

- **muestra de laboratorio** – muestra o sub-muestra(s) enviadas o recibidas por el laboratorio;
- **muestra de prueba** – muestra, preparada a partir de la muestra de laboratorio, de la que se extraen porciones de prueba para comprobarlas o analizarlas;
- **porción de prueba** – cantidad o volumen de la muestra de prueba tomada para análisis, normalmente de peso o volumen conocido;
- **muestra primaria o muestra de campo** – obtenida de acuerdo con el plan de muestreo espacial agregando unidades de muestra tomadas en lugares especificados y/o de acuerdo con el plan de muestreo temporal agregando unidades de muestra tomadas en un lugar dado en momentos especificados del tiempo. En el proceso analítico la muestra de campo pasa en última instancia a ser la muestra de laboratorio;
- **muestra integrada** – muestra acumulada/promediada a lo largo de un período definido de tiempo.

Muestreo: proceso por el que una porción de sustancia, material o producto es extraído para formar una muestra representativa del conjunto, con el propósito de examinar la sustancia, material o producto bajo consideración. El plan de muestreo, el muestreo y las consideraciones analíticas deberían tomarse siempre en cuenta simultáneamente.

Auto-monitorización: monitorización de las emisiones industriales llevada a cabo por el titular de una instalación industrial, de acuerdo con un programa de muestreo adecuado, definido y acordado, y conforme a protocolos reconocidos de medidas (normas o métodos analíticos demostrados o métodos de cálculo y estimación). Los titulares pueden también contratar un organismo externo apropiado para realizar la auto-monitorización en su nombre.

Fuente: cualquier elemento físico que pueda ser el origen de una emisión. Puede ser una instalación, un equipo, un componente, etc. y puede ser fijo o móvil, única o parte de un grupo, difuso o fugitivo, etc.

Emisión específica: emisión referida a una base de referencia definida, tal como la capacidad de producción, la producción real (ej: gramos por tonelada o por unidad producida, números de piezas de equipos, metros cuadrados de material producido, etc.), etc.

Estandarización: conjunto de todas las operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores tomados mediante un aparato de medida o un sistema de medida, los valores representados por una medida o por un material de referencia, y los valores correspondientes alcanzados por estándares.

Sustancia [Directiva IPPC]: los elementos químicos y sus compuestos, con la excepción

Glosario

de las sustancias radioactivas en el sentido de la Directiva 80/836/Euratom y de los organismos modificados genéticamente, con arreglo a la Directiva 90/219/EEC y a la Directiva 90/220/EEC.

Parámetro subrogado: cantidades medibles o calculables que pueden relacionarse estrechamente, directa o indirectamente, con medidas convencionales directas de contaminantes, y que pueden por lo tanto monitorizarse y usarse en vez de las medidas directas en algunas situaciones prácticas. El uso de parámetros subrogados, tanto individualmente como en combinación con otros parámetros subrogados, puede proporcionar una imagen suficientemente fiable de la naturaleza y proporciones de la emisión.

Muestreo sistemático: una técnica de muestreo usada para obtener muestras seleccionando cada k-ésimo elemento en una lista, una secuencia, un área, un lote, etc. Una muestra sistemática se escoge mediante un esquema de muestreo cíclico, ej: eligiendo cada vigésimo elemento para conseguir una muestra del 5%.

Trazabilidad: una propiedad del resultado de una medida o el valor de un estándar por el que se le puede relacionar a referencias indicadas a través de una cadena, sin lagunas, de comparaciones, teniendo todas ellas incertidumbres indicadas.

Valor real: valor que podría obtenerse en teoría con una cadena de medida perfecta.

Incertidumbre: medida, a menudo cualitativa, del grado de duda o falta de certeza asociada a una estimación del valor real de un parámetro. La incertidumbre incluye varios componentes, algunos de los cuáles pueden ser evaluados de la distribución estadística de los resultados de la serie de medidas.

Incertidumbre de la medida: parámetro asociado con el resultado de una medida que caracteriza la dispersión de los valores que pueden atribuirse razonablemente a la magnitud sometida a medida (i.e. la cantidad particular de material sujeto a medida).

Condiciones de perturbación: las condiciones operativas del proceso durante un evento perturbador (fallos, roturas, pérdidas temporales de control, etc.) que pueden conducir a emisiones anormales.

Validación: confirmación de los resultados finales de un proceso de monitorización. Esto típicamente conlleva revisar todas las etapas de la cadena de producción de datos (tales como la determinación del caudal, muestreo, medida, procesado de los datos, etc.), comparándolos con los métodos, normas, buenas prácticas, y estado del arte pertinentes.

Valor (véase valor límite de emisión, valor medido, valor estimado, valor calculado): una expresión cuantitativa de una magnitud particular, normalmente expresada como un número seguido de una unidad de medida.

ANEXO 2. LISTA DE LAS NORMAS Y PRE-NORMAS DE CEN

[Mon/78]

Las tablas de las normas CEN comprenden los siguientes tipos de medidas, de acuerdo con las peticiones del Grupo Técnico de Trabajo de monitorización:

- emisiones al aire,
- emisiones al agua,
- residuos, y
- fangos.

Puede encontrarse información general sobre las normas en la página web (<http://www.cenorm.be>). Proporciona un vínculo directo con la página web de cada instituto nacional de normalización de donde pueden obtenerse las normas Europeas.

Estas tablas están limitadas al número y título de las normas CEN y están estructuradas para proporcionar una primera aproximación de su ámbito de aplicación. Un documento más completo extendido a los ámbitos de aplicación estará disponible en CEN.

Estas tablas también han sido estructuradas para proporcionar una lista de todas las normas que cubren una medida dada. Una medida se define como “el conjunto de operaciones que tienen por objeto el determinar un valor de una cantidad” (VIM Vocabulario Internacional de Metrología), por ejemplo la medida de la concentración de mercurio en gases de chimenea. Los principales pasos son las cabeceras de varias columnas: plan de muestreo, toma de muestra, transporte y almacenamiento, pretratamiento, extracción, análisis/cuantificación, informe total de medida. Para las emisiones atmosféricas, en la mayoría de los casos, una norma única aborda todos los pasos de una medida dada y normalmente se realiza una extracción en el campo. Para los otros medios, se combinan varias normas para abordar todas las etapas de una medida dada; estos pasos aparecen en la línea dedicada a esta medida.

En la fecha de redacción de este documento,

- las normas publicadas se proporcionan como ENxxxxx y ENVxxxxx con el año de publicación entre paréntesis para evitar confusión con los dígitos del número de norma;
- las normas en borrador se dan como prENxxxxx cuando están disponibles públicamente (pero sujetas a cambios significativos o editoriales en el curso de la adopción por CEN (consulta de CEN y voto formal));
- las normas en borrador se dan como WI xxx-yyy (xxx = número CEN/TC) cuando no están disponibles públicamente y están en preparación para ser adoptadas-publicadas más tarde. Se mencionan cuando es probable que se conviertan en una norma CEN antes de que este documento sea revisado, ya que está previsto cada cinco años. Más tarde el número WI puede usarse para comprobar con CEN y/o los institutos nacionales de normalización si una norma ha sido publicada tras este WI.

Con respecto a la incertidumbre, se proporciona información en la columna de la derecha, “U-dato”: “medida completa” indica disponibilidad en la norma CEN de datos de incertidumbre que cubren todos los pasos del método de medida mientras que “análisis” indica disponibilidad en la norma CEN de datos de incertidumbre que cubren sólo el paso analítico de la medida.

Para varios medios y algunas etapas de medida, están disponibles recomendaciones generales en la forma de “orientación para...”. Están indicadas en las tablas como “GRx”, indicando que el documento proporciona Recomendaciones Generales en vez de requisitos concretos. El título del documento se da en las notas de la tabla correspondiente. Puede estar asociado a una norma específica que proporcione básicamente requisitos, ej: para análisis, pero también para el paso principal de esta GR, ej: muestreo.

Anexos

Anexo 2.1. Tabla de las normas CEN para emisiones al aire

	Medida de Emisión al Aire	Plan de muestreo	Toma de muestra	Extracción	Transporte Almacén	Pre-tratamiento + extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
1	HCl Gaseoso	EN 1911-1 + EN 1911-2 + EN 1911-3 (1998)							medida total
2	Dioxinas y furanos	EN 1948-1 + EN 1948-2 + EN 1948-3 (1996)							medida total
3	Carbono total gaseoso	Baja concentración = EN 12619 (1999) y alta concentración = EN 13526 (2001)							medida total
4	Mercurio total (referencia)	EN 13211-1 (2001)							medida total
5	Mercurio total (validación AMS)	prEN 13211-2							
6	Partículas – baja concentración (referencia)	EN 13284-1 (2001)							medida total
7	Partículas – baja concentración (validación AMS)	prEN 13284-2							
8	Compuestos orgánicos gaseosos individuales	EN 13649 (2001)							medida total
9	Elementos específicos totales As-Cd-Co-Cr-Cu-Mn-Ni-Pb-Sb-Ti-V	prEN 14385							medida total
10	Óxidos de nitrógeno NO _x (NO+NO ₂)	WI 264-043							medida total
11	Dióxido de Azufre SO ₂	WI 264-042							medida total
12	Oxígeno O ₂	WI 264-040							medida total
13	Vapor de agua	WI 264-041							medida total
14	Monóxido de carbono CO	WI 264-039							medida total
15	Velocidad y flujo volumétrico en conductos	WI 264-xxx							
16	Emisiones fugitivas y difusas	WI 264-044							medida total
17	Olor por olfatometría dinámica		prEN 13725						medida total
18	Deposición de metales pesados y metaloides		WI 264-046						
19	Evaluación de la idoneidad de un AMS de calidad del aire para una incertidumbre indicada		EN ISO 14956 (2002)						
20	Garantía de calidad de un Sistema de Medida Automático de Emisiones al Aire (AMS)	prEN 14181							
21	Requisitos mínimos de esquemas de certificación de un Sistema de Medida Automático de Emisiones al Aire (AMS)		WI 264-xxx						
22	Plan, estrategia de muestreo y elaboración de informes de medidas de emisiones	WI 264-xxx							
23	Orientación para la elaboración de métodos estándar para la medida de emisiones	WI 264-xxx							
24	Aplicación de la norma EN ISO/IEC 17025 (2000) a la medida de emisiones en chimenea	WI 264-xxx							

	Medida de Emisión al Aire	Plan de muestreo	Toma de muestra	Extracción	Transporte Almacén	Pre-tratamiento + extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
25	Requisitos generales para la competencia de laboratorios de pruebas y calibraciones	EN ISO/IEC 17025 (2000)							
26	Definición y determinación de las características de eficiencia de AMS bajo condiciones específicas de prueba		ISO 6879 (1996) e ISO 9169 (1994) bajo revisión bajo el acuerdo de Viena como un EN ISO standard (en la actualidad ISO/WD 9169 = CEN/WI 264-xxx)						
27	Guía para estimar la incertidumbre en medidas de la calidad del aire	WI 264-xxx preparado bajo el acuerdo de Viena como una norma EN-ISO (en la actualidad ISO/AWI 20988)							
28	GUM = Guía para expresar la incertidumbre (1995) publicada por BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML	ENV 13005 (2000)							
Notas									
<ul style="list-style-type: none">• A menos que se especifique de otra forma en el título, todas las normas se aplican sólo a la medida de emisiones al aire,• A fecha de redacción de este documento EN y ENV están publicados,• PrEN son borradores de normas disponibles al público pero sujetas a cambios significativos o editoriales en el curso de la adopción por CEN,• WI indica una norma bajo preparación sujeta a una posterior adopción-publicación• La columna U-dato está dedicada a los datos disponibles de incertidumbre en las normas: “medida completa” indica disponibilidad en la norma CEN de datos de incertidumbre que cubren todos los pasos del método de medida mientras que “análisis” indica disponibilidad en la norma CEN de datos de incertidumbre que cubren solo el paso analítico de la medida.• AMS = Sistema Automático de Medida									

Anexos

Anexo 2.2. Tabla de las normas CEN para emisiones al agua

	Medida de emisiones al agua	Plan de muestreo	Toma de muestra	Transporte Almacén	Pre-tratamiento	Extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
1	Determinación de cromo– método de espectrometría de absorción atómica	GR1	GR2	GR3			EN 1233 (1996)		análisis
2	Determinación de mercurio	GR1	GR2	GR3			EN 1483: (1997)		análisis
3	Determinación de halógenos orgánicos adsorbibles (AOX)	GR1	GR2	GR3			EN 1485 (1996)		análisis
4	Determinación de cadmio por espectrometría de absorción atómica	GR1	GR2	GR3			EN 5961 (1995)		análisis
5	Determinación de ciertos insecticidas organoclorados, bifeníles policlorados y clorobencenos. Método de cromatografía gaseosa tras extracción líquido-líquido	GR1	GR2	GR3			EN ISO 6468		Para algunos elementos del análisis
6	Determinación de hidrocarburos halogenados altamente volátiles mediante GC	GR1	GR2	GR3			EN 10301 (1997)		análisis
7	Determinación de algunos clorofenoles mediante GCN	GR1	GR2	GR3			EN 12673 (1997)		análisis
8	Determinación de agentes selectos de tratamiento de plantas– método HPLC con detección UV tras extracción sólida	GR1	GR2	GR3			EN 11369 (1997)		análisis
9	Detección de compuestos orgánicos selectos de nitrógeno y fósforo mediante GC	GR1	GR2	GR3			EN ISO 10695 (2000)		
10	Determinación del paration, paration-metil y otros compuestos organofosfóricos en agua mediante extracción con diclorometano y GC	GR1	GR2	GR3			EN 12918 (1999)		
11	Determinación de Arsénico – método de espectrometría de absorción atómica (técnica híbrida)	GR1	GR2	GR3			EN 11969 (1996)		análisis
12	Determinación de mercurio – métodos de enriquecimiento por amalgamación	GR1	GR2	GR3			EN 12338 (1998)		análisis
13	Determinación de arsénico total – espectrofotometría de dietilditiocarbamato de plata	GR1	GR2	GR3			EN 26595 (1992)		
14	Determinación de la inhibición de la movilidad de la Daphnia magna Straus – test de toxicidad aguda	GR1	GR2	GR3			EN 3641 (1999)		
15	Determinación de nitrito – espectrofotometría de absorción molecular	GR1	GR2	GR3			EN 26777 (1993)		análisis
16	Determinación de fósforo – método espectrométrico de molibdato de amonio	GR1	GR2	GR3			EN 1189 (1996)		análisis
17	Surfactantes aniónicos	GR1	GR2	GR3			EN 26777 (1993)		
18	Determinación de oxígeno disuelto – método iodométrico	GR1	GR2	GR3			EN 25813 (1992)		
19	Determinación de oxígeno disuelto – método de la sonda electrotécnica	GR1	GR2	GR3			EN 25814 (1992)		
20	Directrices para la determinación de Carbono Orgánico Total (COT) y Carbono Orgánico Disuelto (COD)	GR1	GR2	GR3			EN 1484 (1997)		análisis
21	Evaluación en un medio acuoso de la biodegradabilidad aeróbica terminal de compuestos orgánicos – test de la evolución del dióxido de carbono	GR1	GR2	GR3			EN 26595 (2000)		

	Medida de emisiones al agua	Plan de muestreo	Toma de muestra	Transporte Almacén	Pre-tratamiento	Extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
22	Evaluación en un medio acuoso de la biodegradabilidad aeróbica terminal de compuestos orgánicos – test estático (método Zahn Wellens)	GR1	GR2	GR3			EN ISO 9888 (1993)		
23	Evaluación en un medio acuoso de la biodegradabilidad aeróbica terminal de compuestos orgánicos – demanda de oxígeno en un respirómetro cerrado	GR1	GR2	GR3			EN ISO 9408 (1993)		
24	Detección y enumeración de las esporas de anaeróbicos reductores de sulfito (clostridia) Parte 1 mediante enriquecimiento en un medio líquido, Parte 2 mediante filtración de membrana	GR1	GR2	GR3			EN 26461-1 EN 26461-2 (1993)		
25	Test de inhibición de crecimiento de algas en agua dulce Scenedesmus subspicatus y Selenastrum capricornutum	GR1	GR2	GR3			EN 28692 (1993)		
26	Evaluación de la biodegradabilidad de compuestos orgánicos en medio acuoso – método semi-continuo del fango activado SCAS	GR1	GR2	GR3			EN ISO 9887 (1994)		
27	Examen y determinación del color	GR1	GR2	GR3			EN ISO 7887 (1994)		
28	Determinación de la conductividad eléctrica	GR1	GR2	GR3			EN 27888 (1993)		
29	Determinación de la turbiedad	GR1	GR2	GR3			EN ISO 27027 (1999)		
30	Evaluación en un medio acuoso de la biodegradabilidad aeróbica terminal de compuestos orgánicos – método DOC	GR1	GR2	GR3			EN ISO 7827 (1995)		
31	Test de inhibición del crecimiento de algas marinas con Skeletonema costatum y pheodactylum tricomutum	GR1	GR2	GR3			EN ISO 10253 (1998)		análisis
32	Directrices para la preparación y tratamiento de compuestos de baja solubilidad en agua para la evaluación subsecuente de su biodegradabilidad en un medio acuoso	GR1	GR2	GR3	EN ISO 10634 (1995)				
33	Determinación de iones disueltos de fluoruros, cloruros, nitritos, ortofosfatos, bromuros, nitratos y sulfatos, usando IC líquida- Parte 1 para baja contaminación del agua	GR1	GR2	GR3			EN ISO 10304-1 (1995)		análisis
34	Toxicidad de bacteria (pseudomonas)	GR1	GR2	GR3			EN ISO 10712 (1995)		
35	Determinación del índice de permanganato	GR1	GR2	GR3			EN ISO 8467 (1995)		análisis
36	Determinación de la alcalinidad – Parte 1 alcalinidad total y compuesta – Parte 2 alcalinidad de carbonato	GR1	GR2	GR3			EN ISO 9963-1 EN ISO 9963-2 (1995)		
37	Determinación de la demanda bioquímica de oxígeno tras n días (DBOn) – Parte 1 método de dilución y sembrado con adición de allytiourea- Parte 2 método para muestras sin diluir	GR1	GR2	GR3			EN 1899 (1998)		análisis
38	Determinación de nitrógeno - Determinación de nitrógeno combinado, tras la combustión y oxidación a dióxido de nitrógeno, usando quemiluminiscencia	GR1	GR2	GR3			ENV 12260 (1996)		análisis

Anexos

	Medida de emisiones al agua	Plan de muestreo	Toma de muestra	Transporte Almacén	Pre-tratamiento	Extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
39	Enterococci intestinal	GR1	GR2	GR3			EN ISO 7899-1 (1998)		
40	Olor, sabor	GR1	GR2	GR3			EN 1622 (1997)		
41	Determinación del efecto inhibidor en muestras de agua de las emisiones de luz de la luminiscencia de bacterias – Parte 1 usando bacterias recién preparadas, Parte 2 usando bacterias secas de líquido, Parte 3 usando bacterias secas de hielo	GR1	GR2	GR3			EN ISO 11348-1 11348-2 11348-3 (1998)		
42	Determinación de nitrógeno Kjeldahl– Método tras mineralización con selenio	GR1	GR2	GR3			EN 25663 (1993)		
43	Test de la inhibición del consumo de oxígeno mediante fangos activados	GR1	GR2	GR3			EN ISO 8192 (1995)		
44	Evaluación de la inhibición de la nitrificación en micro-organismos de fangos activados mediante químicos y aguas residuales	GR1	GR2	GR3			EN ISO 9509 (1995)		
45	Determinación de sólidos suspendidos – método de filtración a través de filtros de fibra de vidrio	GR1	GR2	GR3			EN 872 (1996)		análisis
46	Determinación de toxicidad aguda letal de sustancias en peces en agua dulce – Parte 1 método estático, Parte 2 método semiestático, Parte 3 método del caudal de paso	GR1	GR2	GR3			EN ISO 7346: (1998)		
47	Determinación de aniones disueltos mediante IC líquida – Parte 2 bromuros, cloruros, nitratos nitritos, ortofosfato y sulfato en aguas residuales	GR1	GR2	GR3			EN ISO 10304-2 (1996)		análisis
48	Determinación de aniones disueltos mediante IC líquida – Parte 3 cromatos, yoduros, sulfitos, tiocianatos y tiosulfatos	GR1	GR2	GR3			EN ISO 10304-3 (1997)		análisis
49	Determinación de nitrógeno amónico mediante análisis de flujo (CFA y FIA) y detección espectrométrica	GR1	GR2	GR3			EN ISO 11732 (1997)		análisis
50	Determinación de nitrógeno de nitrato y nitrógeno de nitrato mediante análisis de flujo (CFA y FIA) y detección espectrométrica	GR1	GR2	GR3			EN ISO 13395 (1996)		análisis
51	Escherichia coli	GR1	GR2	GR3			EN ISO 9308-3 (1998)		
52	Evaluación en un medio acuoso de la biodegradabilidad aeróbica terminal de compuestos orgánicos – método de medida del biogas	GR1	GR2	GR3			EN ISO 11734 (1998)		
53	Evaluación de la eliminación y biodegradabilidad de los compuestos orgánicos en medios acuosos – test de simulación de fangos activos	GR1	GR2	GR3			EN ISO 11733 (1998)		
54	Evaluación en un medio acuoso de la biodegradabilidad aeróbica terminal de compuestos orgánicos – Análisis de DB (test con la botella cerrada)	GR1	GR2	GR3			EN ISO 10707 (1997)		
55	Determinación de 33 elementos mediante espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado por inducción (ICP-OES)	GR1	GR2	GR3			EN ISO 11885 (1997)		análisis
56	Enumeración de micro-organismos cultivables – Recuento de colonias mediante inoculación en un medio de cultivo nutritivo	GR1	GR2	GR3			EN ISO 6222 (1999)		

	Medida de emisiones al agua	Plan de muestreo	Toma de muestra	Transporte Almacén	Pre-tratamiento	Extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
57	Detección y enumeración de Escherichia Coli y bacterias coliformes – Parte 1 método de filtración de membrana	GR1	GR2	GR3			EN ISO 9308-1 (2000)		
58	Detección de especies de Salmonella	GR1	GR2	GR3			prEN ISO 6340		
59	Streptococci fecales	GR1	GR2	GR3			prEN ISO 7899-2		
60	Clasificación Biológica (2 partes)	GR1	GR2	GR3			prEN ISO 8689		
61	Directrices para el muestreo de macrófitos acuáticos en aguas corrientes	GR1	GR2	GR3			prEN 14184		
62	Determinación de mercurio mediante fluorescencia atómica	GR1	GR2	GR3			EN 13506 (2001)		
63	Digestión para la determinación de elementos selectos en agua Parte 1 Digestión con agua regia Parte 2 Digestión con ácido nítrico	GR1	GR2	GR3			EN ISO 15587-1 15587-2 (2002)		
64	Determinación de selenio – Parte 1 método híbrido AFS, Parte 2 método híbrido AAS	GR1	GR2	GR3			WI 230-161 WI 230-162		
65	Determinación de aniones disueltos mediante IC líquida – Parte 4 cloratos, cloruros, cloritos en aguas de baja contaminación	GR1	GR2	GR3			EN ISO 10304-4 (1999)		análisis
66	Determinación del índice de fenol mediante análisis de flujo (FIA y CFA)	GR1	GR2	GR3			EN ISO14402 (1999)		análisis
67	Determinación de cianuros totales y cianuros libres mediante análisis de flujo continuo (CFA)	GR1	GR2	GR3			EN ISO 14403 (2002)		
68	Determinación de bromatos disueltos mediante IC líquida	GR1	GR2	GR3			EN ISO 15061 (2001)		análisis
69	Detección de enterovirus humanos mediante ensayo de placa monocapa	GR1	GR2	GR3			prEN 14486		
70	Determinación del índice de aceite de hidrocarburos – Parte 2, método usando extracción con solventes y cromatografía gaseosa	GR1	GR2	GR3			EN ISO 9377-2 (2000)		análisis
71	Determinación de antimonio – Parte 1 método híbrido AFS, Parte 2 método híbrido AAS	GR1	GR2	GR3			WI 230-143 WI 230-144		
72	Determinación de cloruros mediante análisis de flujo (CFA y FIA) y detección fotométrica o potenciométrica	GR1	GR2	GR3			EN ISO 15682 (2001)		análisis
73	Determinación de 15 hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH) en agua mediante HPLC con detección fluorescente	GR1	GR2	GR3			prEN ISO 17993		
74	Determinación de elementos traza mediante AAS con horno de grafito	GR1	GR2	GR3			prEN ISO 15586		
75	Determinación del índice de metileno azul mediante análisis de flujo (FIA y CFA)	GR1	GR2	GR3			WI 230-157		
76	Determinación de compuestos selectos organotin	GR1	GR2	GR3			WI 230-158		
77	Determinación de 6 agentes complejos mediante cromatografía gaseosa	GR1	GR2	GR3			WI 230-159		
78	Determinación de epíclorohidrina	GR1	GR2	GR3			prEN 1407		
79	Determinación de selenio – Parte 1 método híbrido AFS, Parte 2 método híbrido AAS	GR1	GR2	GR3			WI 230-141 WI 230-142		
80	Determinación de Talio	GR1	GR2	GR3			WI 230-133		
81	Determinación de cloro libre y cloro total – Parte 1 método titrimétrico usando, N,N-dietil-1,4-fenilenediamina	GR1	GR2	GR3			EN ISO 7393-1 (2000)		

Anexos

	Medida de emisiones al agua	Plan de muestreo	Toma de muestra	Transporte Almacén	Pre-tratamiento	Extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
82	Determinación de cloro libre y cloro total – Parte 2 método colorimétrico usando N,N-dietil-1,4-fenilenediamina para control rutinario	GR1	GR2	GR3			EN ISO 7393-2 (2000)		
83	Determinación de cloro libre y cloro total – Parte 3 método de la titración yodométrica para la determinación de cloro total	GR1	GR2	GR3			EN ISO 7393-3 (2000)		
84	Determinación de aluminio - métodos espectrométricos de absorción atómica	GR1	GR2	GR3			EN ISO12020 (2000)		
85	Determinación de los contenidos de ortofosfato y fósforo total mediante análisis de flujo – Parte1 mediante FIA y Parte 2 mediante CFA	GR1	GR2	GR3			prEN ISO 15681-1 15681-2		
86	Aplicación de la espectrometría de masa de plasma acoplado por inducción – Parte 1 directrices generales– Parte 2 determinación de 61 elementos	GR1	GR2	GR3			prEN ISO 17294-1 17294-2		
87	Determinación de Cromo (VI)	GR1	GR2	GR3			WI 230-179		
88	Dalapon y ácidos acéticos halogenados selectos	GR1	GR2	GR3			WI 230-180		
89	Determinación de nitrofenoles selectos – Método de extracción en fase gaseosa y cromatografía de gases con detección por espectrometría de masas	GR1	GR2	GR3			EN ISO 17495 (2001)		
90	Determinación de pñalatos selectos mediante cromatografía de gases / espectrometría de masas	GR1	GR2	GR3			WI 230-187		
91	Criterios para la equivalencia de métodos microbiológicos	WI 230-168							
92	Requisitos generales para la competencia de laboratorios de pruebas y calibraciones	EN ISO/IEC 17025 (2000)							
93	Guía para el control de calidad analítico en análisis de aguas	ENV ISO / TR 13530 (1998)							
94	GUM = Guía para expresar la incertidumbre (1995) publicada por BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML	ENV 13005 (2000)							
Notes									
1. A menos que se especifique lo contrario en el título, todas las normas se aplican sólo a la medida de emisiones al agua 2. En la fecha de redacción de este documento EN y ENV están publicados (el año de publicación está indicado entre paréntesis) 3. PrEN son borradores disponibles al público pero sujetos a cambios significativos o editoriales en el curso de ser adoptados por CEN 4. WI denota una norma bajo preparación sujeto a posterior adopción-publicación 5. La columna U-dato está dedicada a los datos disponibles de incertidumbre en las normas: “medida completa” indica disponibilidad en la norma CEN de datos de incertidumbre que cubren todos los pasos del método de medida mientras que “análisis” indica disponibilidad en la norma CEN de datos de incertidumbre que cubren solo el paso analítico de la medida. 6. (GR) indica que los documentos proporcionan recomendaciones generales en vez de requisitos concretos: • GR1 = EN ISO 5667-1 (1980/1996) Muestreo de aguas – Parte 1 Directrices en el diseño de programas de muestreo • GR2 = EN ISO 5667-10 (1992) Muestreo de aguas – Parte10 Directrices en el muestreo de aguas residuales • GR3 = EN ISO 5667-3 (1994) Muestreo de aguas – Parte 3 Directrices en la preservación y el manejo de muestras									
Significado de los símbolos en inglés AAS = atomic adsorption spectroscopy AFS = atomic fluorescence spectroscopy AOX = adsorbable organically bound organics BOD = biochemical oxygen demand CFA = continuous flow analysis DOC = dissolved organic carbon FIA = flow injection analysis GC = gas chromatography HPLC = high performance liquid chromatography IC = ion chromatography ICP = inductively coupled plasma MS = mass spectrometry TOC = total organic carbon									

Anexo 2.3. Tabla de las normas CEN para residuos sólidos

	<u>Medida de residuos sólidos</u>	Plan de muestreo	Toma de muestra	Transporte Almacén	Pre- tratamiento	Extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
1	Elementos lixiviados de residuos de material granulado y fangos en un test de lixiviación de cumplimiento de una etapa a l/s de 2 l/kg con tamaño de partícula por debajo de 4 mm (sin o con reducción de tamaño)	GR4				prEN 12457-1	prEN 12506(*) prEN 13370(**)	prEN 12457-1	Medida completa excepto muestreo
2	Elementos lixiviados de residuos de material granulado y fangos en un test de lixiviación de cumplimiento de una etapa a l/s de 10 l/kg con tamaño de partícula por debajo de 4 mm (sin o con reducción de tamaño)	GR4				prEN 12457-2	prEN 12506(*) prEN 13370(**)	prEN 12457-2	Medida completa excepto muestreo
3	Elementos lixiviados de residuos de material granulado y fangos en un test de lixiviación de cumplimiento de una etapa a l/s de 2 l/kg y 8 l/kg con tamaño de partícula por debajo de 4 mm (sin o con reducción de tamaño)	GR4				prEN 12457-3	prEN 12506(*) prEN 13370(**)	prEN 12457-3	Medida completa excepto muestreo
4	Elementos lixiviados de residuos de material granulado y fangos en un test de lixiviación de cumplimiento de una etapa a l/s de 10 l/kg con tamaño de partícula por debajo de 10 mm (sin o con reducción de tamaño)	GR4				prEN 12457-4	prEN 12506(*) prEN 13370(**)	prEN 12457-4	Medida completa excepto muestreo
5	Elementos lixiviados de residuos de material monolítico en un test de lixiviación de cumplimiento de tres etapas	GR4				WI 292-010 y WI 292-031 para carácter monolítico	prEN 12506(*) prEN 13370(**)		
6	Directrices de la metodología para la determinación del comportamiento de lixiviación de residuos bajo condiciones específicas	ENV 12920 (1998)							
7	Elementos lixiviados de residuos de material granulado en un test de lixiviación dependiendo del pH con adición inicial de ácido o base	GR4				prEN 14429	prEN 12506(*) prEN 13370(**)		
8	Elementos lixiviados de residuos de material granulado en un test de lixiviación dependiendo del pH ajustado continuamente	GR4				WI 292-033	prEN 12506(*) prEN 13370(**)		
9	Composición de los residuos: Contenido de elementos en el residuo mediante digestión asistida por microondas con una mezcla de ácidos hidrofluórico (HF), nítrico (HNO ₃) e hidroclórico(HCl)	GR4				prEN 13656			
10	Composición de los residuos: contenido de elementos en el residuo mediante digestión para posterior determinación de la porción soluble en agua regia	GR4				prEN 13657			
11	Composición del residuo: Determinación del carbono orgánico total	GR4				PrEN 13137			

Anexos

	Medida de residuos sólidos	Plan de muestreo	Toma de muestra	Transporte Almacén	Pre- tratamiento	Extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
12	Composición del residuo: Determinación de hidrocarburos (C ₁₀ a C ₃₉) mediante cromatografía gaseosa	GR4				prEN 14039			
13	Composición del residuo: Determinación de hidrocarburos por gravimetría	GR4				prEN 14345			
14	Composición del residuo: Determinación del contenido de halógenos y azufre mediante combustión de oxígeno en un sistema cerrado	GR4				WI 292-007			
15	Composición del residuo: Determinación del residuo seco y el contenido de agua	GR4				prEN 14346			
16	Composición del residuo: Informe técnico de la determinación de Cr (VI)	GR4					WI 292-036		
17	Composición del residuo: Determinación del cromo (VI)	GR4					WI 292-037		
18	Determinación de la composición elemental del residuo mediante fluorescencia de rayos X	GR4					WI 292-038		
19	Determinación de pérdida de ignición en residuos, fangos y sedimentos	GR4					WI 292-039		
20	Preparación de muestras de residuos usando técnicas de fusión alcalina	GR4			WI 292-042				
21	Composición del residuo: Determinación de los Bifenilos Policlorinados (PCB)	GR4				WI 292-021			
22	Elementos lixiviados de residuos de material monolítico en un test de lixiviación dinámico bajo condiciones relativas	GR4				WI 292-040	prEN 12506(*) prEN 13370(**)		
23	Elementos lixiviados de un residuo de material granular en un test de lixiviación con percolación de flujo ascendente bajo condiciones convencionales	GR4				prEN14405	prEN 12506(*) prEN 13370(**)		
24	Elementos lixiviados de un residuo de material granular en un test de lixiviación con percolación de flujo ascendente bajo condiciones relativas	GR4				WI 292-035	prEN 12506(*) prEN 13370(**)		
25	Capacidad de neutralización de ácido y base	GR4				WI 292-xxx			
26	Ecotoxicidad del residuo	GR4			WI 292-027				
27	Requisitos generales de competencia de los laboratorios de pruebas y calibraciones				EN ISO/IEC 17025 (2000)				
28	Guía para el control de calidad analítica para el análisis de aguas				ENV ISO / TR 13530 (1998)				

	Medida de residuos sólidos	Plan de muestreo	Toma de muestra	Transporte Almacén	Pre-tratamiento	Extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
29	GUM = Guía para expresar la incertidumbre (1995) publicada por BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML	ENV 13005 (2000)							
<p><u>Notas</u></p> <p>1. A menos que se especifique lo contrario en el título, todas las normas se aplican sólo a la medida de residuos sólidos</p> <p>2. En la fecha redacción de este documento EN y ENV están publicados (el año de publicación está indicado entre paréntesis)</p> <p>3. PrEN son borradores disponibles al público pero sujetos a cambios significativos o editoriales en el curso de ser adoptados por CEN</p> <p>4. WI denota una norma bajo preparación sujeto a posterior adopción-publicación</p> <p>5. La columna U-dato está dedicada a los datos disponibles de incertidumbre en las normas: “medida completa” indica disponibilidad en la norma CEN de datos de incertidumbre que cubren todos los pasos del método de medida mientras que “análisis” indica disponibilidad en la norma CEN de datos de incertidumbre que cubren solo el paso analítico de la medida.</p> <p>6. (GR) indica que los documentos proporcionan recomendaciones generales en vez de requisitos concretos:</p> <p>• GR4 = WI 292-001 muestreo de residuos - Marco de trabajo para la preparación de un plan de muestreo.</p> <p>(*) = Determinación de pH, As, Cd, Cr(VI), Cu, Ni, Pb, Zn, Cl, NO₂, SO₄</p> <p>(**) = Determinación de amonio-(NH₄), AOX, conductividad, Hg, índice de fenol, TOC, CN fácilmente liberable, F</p>									

Anexos

Anexo 2.4. Tabla de las normas CEN para fangos

	Medida de fangos	Plan de muestreo	Toma de muestra	Transporte Almacén	Pre-tratamiento	Extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
1	Determinación del valor de pH del fango	GR1	GR5	GR6			EN 12176 (1998)		
2	Determinación del valor calorífico	GR1	GR5	GR6	WI 308-38				
3	Determinación de AOx	GR1	GR5	GR6	WI 308-047				
4	Determinación de pérdida de ignición de masa seca	GR1	GR5	GR6	EN 12879 (2000)				
5	Determinación de residuo seco y contenido de agua	GR1	GR5	GR6	EN 12880 (2000)				
6	Determinación de Nitrógeno Kjeldhal	GR1	GR5	GR6			EN 13342 (2000)		
7	Determinación de elementos traza y fósforo – métodos de extracción con agua regia	GR1	GR5	GR6	EN 13346 (2000)				
8	Determinación de fósforo total	GR1	GR5	GR6			WI 308-034		
9	Determinación de nitrógeno amoníaco	GR1	GR5	GR6			WI 308-012		
10	Determinación de PCB	GR1	GR5	GR6			WI 308-046		
11	Determinación de carbono total orgánico (TOC) en residuos, fangos y sedimentos	GR1	GR5	GR6			EN 13137 (2001)		
12	Buena práctica para la utilización de fangos en agricultura	CR 13097 (2001)							
13	Buena práctica para la incineración de fangos con o sin grasa y filtrados	CR 13767 (2001)							
14	Buena práctica para la incineración combinada de fangos y residuos domésticos	CR 13768 (2001)							
15	Recomendaciones para preservar y extender la utilización del fango y vías de eliminación	CR 13846 (2000)							
16	Buena práctica para utilizar fangos en recuperación de tierras	prTR 13983							
17	Buena práctica para el secado de fangos	WI 308-045							
18	Buena práctica para el vertido de fangos y e residuo de tratamiento de fangos	WI 308-044							
19	Informe técnico sobre la consistencia física y centrifugabilidad de los fangos	GR1	GR5	GR6	WI 308-035				
20	Determinación de compresibilidad	GR1	GR5	GR6	WI 308-041				
21	Determinación de consistencia física	GR1	GR5	GR6	WI 308-042				
22	Determinación de centrifugabilidad	GR1	GR5	GR6	WI 308-043				

	Medida de fangos	Plan de muestreo	Toma de muestra	Transporte Almacén	Pre-tratamiento	Extracción	Análisis Cuantificación	Informe completo de medidas	U - dato
23	Determinación del tiempo de succión capilar (CST)	GR1	GR5	GR6	WI 308-037				
24	Determinación de sedimentación / viscosidad	GR1	GR5	GR6	WI 308-039				
25	Determinación de resistencia específica a la filtración	GR1	GR5	GR6	WI 308-040				
26	Determinación de procedimiento de laboratorio para el acondicionamiento químico	GR1	GR5	GR6	WI 308-036				
27	Detección y enumeración de la Escherichia coli en el fango	GR1	GR5	GR6			WI 308-048		
28	Detección y enumeración de Salmonella en el fango	GR1	GR5	GR6			WI 308-049		
29	Utilización y eliminación de fangos - Vocabulario	GR1	GR5	GR6			EN 12832 (1999)		
30	Requisitos generales de competencia de los laboratorios de pruebas y calibraciones	EN ISO/IEC 17025 (2000)							
31	Guía para el control de calidad analítica para el análisis de aguas	ENV ISO / TR 13530 (1998)							
32	GUM = Guía para expresar la incertidumbre (1995) publicada por BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML	ENV 13005 (2000)							
Notas									
1. A menos que se especifique lo contrario en el título, todas las normas se aplican sólo a la medida de fangos 2. En la fecha de redacción de este documento EN y ENV están publicados (el año de publicación está indicado entre paréntesis) 3. PrEN son borradores disponibles al público pero sujetos a cambios significativos o editoriales en el curso de ser adoptados por CEN 4. WI denota una norma bajo preparación sujeto a posterior adopción-publicación 5. La columna U-dato está dedicada a los datos disponibles de incertidumbre en las normas: “medida completa” indica disponibilidad en la norma CEN de datos de incertidumbre que cubren todos los pasos del método de medida mientras que “análisis” indica disponibilidad en la norma CEN de datos de incertidumbre que cubren solo el paso analítico de la medida. 6. (GR) indica que los documentos proporcionan recomendaciones generales en vez de requisitos concretos: • GR1 = EN ISO 5667-1 (1980/1996) Muestreo de aguas – Parte 1 Directrices para el diseño de programas de muestreo • GR5 = EN ISO 5667-13 (1998) Muestreo de aguas – Parte 13 Directrices para el muestreo en estaciones depuradoras, e instalaciones de agua y los fangos asociados • GR6 = EN ISO 5667-15 (1999) Muestreo de aguas – Parte 15 Directrices para el muestreo de fangos de depuradoras y estaciones de tratamiento de aguas.									

Anexos

ANEXO 3. UNIDADES COMUNES, MEDIDAS Y SÍMBOLOS

TERMINO	SIGNIFICADO
ACkWh	Kilovatio-hora (corriente alterna)
atm	Atmósfera normal (1 atm = 101325 N/m ²)
bar	Bar (1.013 bar = 1 atm)
barg	Bar medido (bar + 1 atm)
billón	mil millones (10 ⁹)
°C	Grado Celsius
cgs	Centímetro, gramo, segundo. Un sistema de medida ahora ampliamente reemplazado por el Sistema Internacional.
cm	Centímetro
cSt	Centistokes = 10 ⁻² stokes (Véase St, debajo)
d	Día
g	Gramo
GJ	Gigajulio
h	Hora
ha	Hectárea (10 ⁴ m ²) (=2.47105 acres)
J	Julio
K	Kelvin (0 °C = 273.15 K)
kA	Kiloamperio
kcal	Kilocaloría (1 kcal = 4.19 kJ)
kg	Kilogramo (1 kg = 1000 g)
kJ	Kilojulio (1 kJ = 0.24 kcal)
kPa	Kilopascal
kt	Kilotonelada
kWh	Kilovatio-hora (1 kWh = 3600 kJ = 3.6 MJ)
l	Litro
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
mg	Miligramo (1 mg = 10 ⁻³ gramos)
MJ	Megajulio (1 MJ = 1000 kJ = 10 ⁶ julios)
mm	Milímetro (1 mm = 10 ⁻³ m)
m/min	Metros por minuto
mmWG	Milímetro de columna de agua
Mt	Megatonelada (1 Mt = 10 ⁶ toneladas)
Mt/año	Megatoneladas por año
mV	Milivoltios
MW _e	Megavatios eléctricos (energía)
MW _{th}	Megavatios térmicos (energía)
ng	Nanogramo (1 ng = 10 ⁻⁹ gramos)
Nm ³	Metro cúbico normal (101.3 kPa, 273 K)
ppb	Partes por billón
ppm	Partes por millón (en peso)
ppmv	Partes por millón (en volumen)
s	Segundo
sq ft	Pie cuadrado (= 0.092 m ²)
St	Stokes. Una antigua unidad de viscosidad cinemática. 1 St = 10 ⁻⁶ m ² /s

TERMINO	SIGNIFICADO
t	Tonelada, métrica (1000 kg o 10 ⁶ gramos)
t/d	Toneladas por día
trillón	Un millón de millones (10 ¹²)
t/año	Toneladas por año
V	Voltio
vol-%	Porcentaje en volumen. (también % v/v)
W	Vatio (1 W = 1 J/s)
wt-%	Porcentaje en peso. (también % w/w)
año	Año
~	Alrededor, más o menos
ΔT	Incremento de temperatura
mm	Micra (1 mm = 10 ⁻⁶ m)
Ω	Ohmio, unidad de resistencia eléctrica
Ω cm	Ohmio centímetro, unidad de resistencia específica
% v/v	Porcentaje en volumen. (también vol-%)
% w/w	Porcentaje en peso. (también wt-%)

PREFIJOS DE LAS UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

Símbolo	Prefijo	Término	Número
Y	yotta	10 ²⁴	1 000 000 000 000 000 000 000 000
Z	zeta	10 ²¹	1 000 000 000 000 000 000 000
E	exa	10 ¹⁸	1 000 000 000 000 000 000
P	peta	10 ¹⁵	1 000 000 000 000 000
T	tera	10 ¹²	1 000 000 000 000
G	giga	10 ⁹	1 000 000 000
M	mega	10 ⁶	1 000 000
k	kilo	10 ³	1000
h	hecto	10 ²	100
da	deca	10 ¹	10
-----	-----	1 unidad	1
d	deci	10 ⁻¹	0.1
c	centi	10 ⁻²	0.01
m	mili	10 ⁻³	0.001
μ	micro	10 ⁻⁶	0.000 001
n	nano	10 ⁻⁹	0.000 000 001
p	pico	10 ⁻¹²	0.000 000 000 001
f	femto	10 ⁻¹⁵	0.000 000 000 000 001
a	atto	10 ⁻¹⁸	0.000 000 000 000 000 001
z	zepto	10 ⁻²¹	0.000 000 000 000 000 000 001
y	yocto	10 ⁻²⁴	0.000 000 000 000 000 000 000 001

Anexos

ANEXO 4. EJEMPLOS DE MÉTODOS DIFERENTES EN LOS VALORES BAJO EL LÍMITE DE DETECCIÓN (LOD)

Los dos ejemplos siguientes muestran las diferencias de resultados al usar los distintos métodos presentados en la Sección 3.3.

Para recapitular, estos métodos consistían en usar en los cálculos:

- 1. el valor absoluto de la medida,
- 2. el límite de detección,
- 3. la mitad del límite de detección (o, también posible, otra fracción predefinida),
- 4. el método del porcentaje, i.e. se usa en los cálculos la siguiente estimación
Estimación = (100 % - A)*LOD,
donde A es el porcentaje de muestras por debajo del LOD,
- 5. cero.

En el ‘Ejemplo 1’ hay 2 grupos de cifras, y en el ‘Ejemplo 2’ hay 4 grupos de cifras, cada grupo tiene un número diferente de muestras por debajo del LOD.

En cada grupo de cifras:

- la columna 1 es el caudal (Q)
- la columna 2 es la concentración (c)
- la columna 3 es la carga contaminante cuando se usa la opción 3 (i.e. la mitad del LOD)
- la columna 4 es la carga contaminante cuando se usa la opción 5 (i.e. cero)
- la columna 5 es la carga contaminante cuando se usa la opción 4 (i.e. el método del porcentaje).

En el Ejemplo 1, el LOD es 20.

Ejemplo 1									
Q	C	1/2 LOD carga	<LOD=0 carga	% mét. carga	Q	c	1/2 LOD carga	<LOD=0 carga	% mét. carga
2035	<20	20350	0	16280	2035	26	52910	52910	52910
2304	<20	23040	0	18432	2304	<20	23040	0	32256
1809	21	37989	37989	37989	1809	21	37989	37989	37989
1910	26	49660	49660	49660	1910	26	49960	49960	49960
2102	<20	21020	0	16816	2102	25	52550	52550	52550
1981	22	43582	43582	43582	1981	22	43582	43582	43582
2025	<20	20250	0	16200	2025	22	44550	44550	44550
1958	<20	19580	0	15664	1958	<20	19580	0	27412
1895	21	39795	39795	39795	1895	21	39795	39795	39975
2134	<20	21340	0	17072	2134	<20	21340	0	29876
SUMA		296606	171026	271490	SUMA		384996	321036	410580
4 de 10 por encima del LOD <20 = 8					7 de 10 por encima del LOD <20 = 14				

En el Ejemplo 2, el LOD es 30.

Ejemplo 2									
Q	c	1/2 LOD carga	<LOD=0 carga	% mét. carga	Q	c	1/2 LOD carga	<LOD=0 carga	% mét. carga
10934	<30	164010	0	0	10934	<30	164010	0	218680
12374	<30	185610	0	0	12374	35	433090	433090	433090
10298	<30	154470	0	0	10298	31	319238	319238	319238
SUMA		504090	0	0	SUMA		916338	752328	971008
Todos por debajo del LOD <30 = 0					2 de 3 por encima del LOD <30 = 20				
Q	C	1/2 LOD carga	<LOD=0 carga	% mét. carga	Q	c	1/2 LOD carga	<LOD=0 carga	% mét. carga
10934	<30	164010	0	109340	10934	32	349888	349888	349888
12374	<30	185610	0	123740	12374	35	433090	433090	433090
10298	31	319238	319238	319238	10298	31	319238	319238	319238
SUMA		668858	319238	552318	SUMA		1102216	1102216	1102216
1 de 3 por encima del LOD <30 = 10					Todos por encima del LOD				

ANEXO 5. EJEMPLOS DE CONVERSIÓN DE DATOS A CONDICIONES ESTÁNDAR

Aquí se presentan dos ejemplos del uso de datos de muestreo para caracterizar las emisiones atmosféricas anuales. En el ejemplo 1, la concentración del compuesto se presenta en las mismas condiciones que el caudal medido mientras que, en el ejemplo 2 la concentración y los caudales de los gases de salida se miden bajo condiciones diferentes.

1. *Ejemplo 1 - Concentración y caudal medidos bajo las mismas condiciones*

En este ejemplo la concentración del compuesto se presenta bajo las mismas condiciones que el caudal medido. Los siguientes datos son conocidos:

- el caudal de gases de la chimenea se calcula en 30 Nm³/s;
- la concentración medida de cadmio en el gas de salida es 0.01 mg/Nm³; y
- la chimenea opera las 24 horas del día durante 300 días al año.

Lo primero, se determina el número de segundos por año que la chimenea está emitiendo:

$$\begin{aligned}\text{No segundos/año} &= (3.600 \text{ s/h} \times (24 \text{ h/d}) \times (300 \text{ d/año})) \\ &= 2.6 \times 10^7 \text{ segundos/año}\end{aligned}$$

Usando estos datos la emisión se calcula con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}\text{Emisión} &= ((0.01 \text{ mg/Nm}^3) \times (30 \text{ Nm}^3/\text{s}) \times (2.6 \times 10^7 \text{ s/año})) / 10^6 \text{ mg/kg} \\ &= 7.8 \text{ kg de cadmio por año}\end{aligned}$$

2. *Ejemplo 2 – Concentración y caudal medidos en diferentes condiciones*

En este ejemplo se requieren cálculos adicionales. Se conocen los siguientes datos:

- el caudal de la chimenea se mide en 100 m³/s;
- la concentración medida de cadmio en el gas de salida es 0.01 mg/Nm³;
- la chimenea opera las 24 horas del día durante 300 días al año; y
- las condiciones en el extremo de la chimenea son aproximadamente 150 °C y 1 atm

Usando los datos reales en la chimenea, el caudal “real” puede convertirse a un caudal normalizado usando la relación de temperaturas. Nótese que las temperaturas deben presentarse usando la escala absoluta de Kelvin (i.e. 0 °C = 273 K).

La conversión se realiza entonces como sigue (nótese que las condiciones reales en la chimenea son 150 + 273 = 423 K):

$$\text{Gas de salida (Nm}^3/\text{s)} = 100 \text{ m}^3/\text{s} \times (273/423) = 64.5 \text{ Nm}^3/\text{s}$$

La emisión se calcula entonces usando la misma metodología que se ha descrito en el ejemplo 1 como sigue:

$$\begin{aligned}\text{Emisión} &= ((0.01 \text{ mg/Nm}^3) \times (64.5 \text{ Nm}^3/\text{s}) \times (2.6 \times 10^7 \text{ s/año})) / 10^6 \text{ mg/kg} \\ &= 16.8 \text{ kg de cadmio por año}\end{aligned}$$

ANEXO 6. EJEMPLOS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES AL MEDIO AMBIENTE

Aquí se proporcionan dos ejemplos de los métodos de estimación detallados en el capítulo 5 para la estimación de emisiones contaminantes al medio ambiente. El ejemplo 1 muestra la aplicación del método del balance de masas (véase la Sección 5.3), y el ejemplo 2 muestra el uso del método de cálculo (véase la Sección 5.4).

Ejemplo 1 – Método del balance de masas

Un proceso usa:

- 10.000 toneladas de materia prima A
- 5.000 toneladas de materia prima B
- 20.000 toneladas de agua.

Para producir:

- 22.000 toneladas de producto
- 4.000 toneladas de subproducto anualmente.

Este proceso se muestra esquemáticamente en la Figura A6.1.

Cual es la cantidad total de residuos emitidos en el proceso?

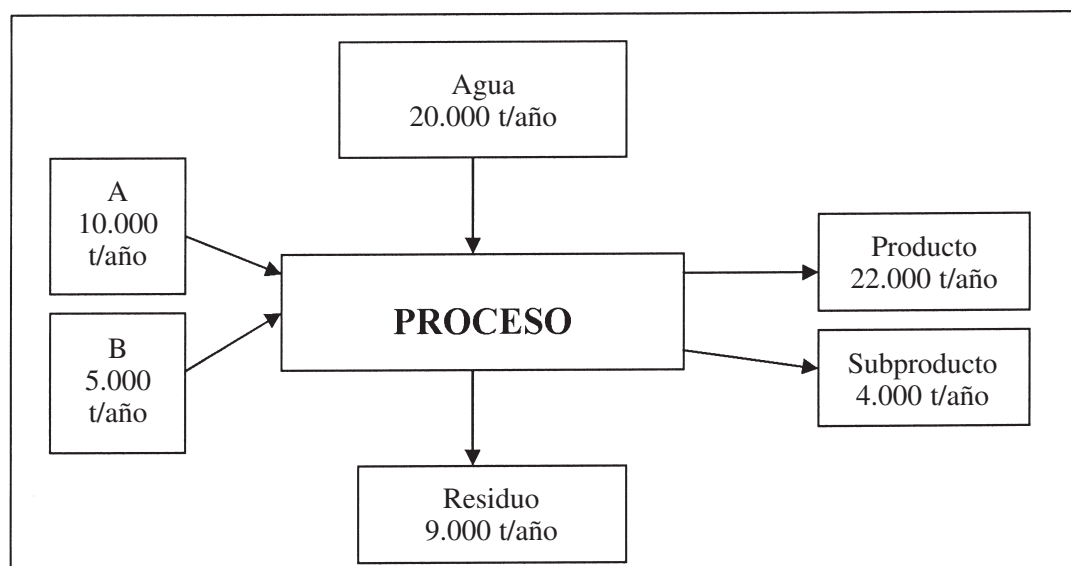


Figura A6.1: Proceso de balance de masas.

La cantidad total de residuo emitido del proceso se calcula en una serie de etapas:

Etapas 1. Calcular las entradas totales al proceso

$$\begin{aligned}
 \text{Entradas totales} &= \text{masa de A} + \text{masa de B} + \text{masa de agua} \\
 &= 10.000 + 5.000 + 20.000 \\
 &= 35.000 \text{ toneladas}
 \end{aligned}$$

Anexos

Etapas 2. Calcular las salidas totales del proceso

$$\begin{aligned}\text{Salidas totales} &= \text{masa de producto} + \text{masa de subproducto} \\ &= 22.000 + 4.000 \\ &= 26.000 \text{ toneladas}\end{aligned}$$

Etapas 3. Calcular la cantidad total de residuo producido

$$\begin{aligned}\text{cantidad total de residuo producido} &= \text{masa de las entradas} - \text{masa de las salidas} \\ &= 35.000 - 26.000 \\ &= 9.000 \text{ toneladas por año.}\end{aligned}$$

Etapas 4. Identificar las transferencias y vertidos

La instalación necesitará identificar estos residuos. Por ejemplo, de las 9.000 toneladas por año de residuo producido, 2.800 toneladas pueden haberse recogido y enviado a un vertedero fuera de la planta, mientras que aproximadamente 6.000 toneladas pueden haberse enviado a una instalación de tratamiento de aguas residuales antes de verterse al alcantarillado. Esto indicaría entonces que se han emitido 200 toneladas de residuos al medio ambiente (en el presente ejemplo, la emisión es a la atmósfera, pero podría ser por ejemplo una emisión directa al agua). Si las proporciones aproximadas de las sustancias A y B en la corriente de residuo son conocidas, pueden determinarse la cantidad de A y B emitidas.

Es importante tener en cuenta cualquier método pertinente de control de emisiones (ej: el residuo puede enviarse a un incinerador que destruye la mayoría de las sustancias A y B antes de ser emitidas a la atmósfera).

El método general de balances de masa descrito más arriba puede también aplicarse a unidades de proceso individuales o piezas de equipo. Esto requiere tener disponible la información de las entradas (i.e. caudales, concentraciones, densidades) y salidas de las unidades de proceso.

Ejemplo 2 – Método de cálculo

La aplicación de este método de cálculo se muestra en el siguiente ejemplo, donde las emisiones de SO₂ pueden calcularse de la combustión, basado en los resultados del análisis del combustible, y el caudal conocido de combustible del motor.

Este método asume una conversión completa de azufre a SO₂ y muestra que por cada kilogramo de azufre (PA=32) quemado, se emiten 2 kilogramos de SO₂ (PM = 64). Para calcular las emisiones anuales de azufre (E) se necesitan algunos datos del proceso:

$$\begin{aligned}\text{Caudal másico de combustible (Q)} &= 20.900 \text{ kg/h} \\ \text{Porcentaje en peso de azufre en el combustible (C)} &= 1.17 \% \\ \text{Peso molecular del dióxido de azufre (PM)} &= 64 \\ \text{Peso elemental de azufre (PE)} &= 32 \\ \text{Horas de operación (T)} &= 1.500 \text{ h/año}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E &= Q \times C/100 \times (PM/PE) \times T \\ &= (20.900) \times (1.17/100) \times (64/32) \times 1.500 \\ &= 733.590 \text{ kg/año}\end{aligned}$$

ANEXO 7. EJEMPLOS DE COSTES

Este Anexo presenta ejemplos de datos de costes. Estos datos se dan sólo como información y no pueden considerarse como costes fijos para estimar los costes totales en otras situaciones. No han sido comprobados de forma extensa y como tal representan sólo ejemplos, y son de dudosa validez para la práctica.

Los costes se dan en euros (€), o en euros por año (€/año).

A7.1. Ejemplos de la industria química

Los siguientes ejemplos fueron proporcionados por los representantes de la industria química (CEFIC) en el Grupo Técnico de Trabajo, en Noviembre de 2.000. Se refieren a una unidad típica de producción de químicos orgánicos e inorgánicos. Podrían obtenerse costes del mismo orden de magnitud en las instalaciones de refinerías, químicas y farmacéuticas.

1. Costes generales de la monitorización de emisiones:

En una base muy general, para las actividades de fabricación de productos a granel petroquímicos, se puede hacer una evaluación preliminar muy aproximada de las cargas de trabajo que conlleva la monitorización:

- 100 muestras al año por cada 20 kt de capacidad de producción;
- 1 operario de laboratorio a tiempo completo por cada 200 kt de capacidad de producción, dedicado al programa de monitorización medioambiental;
- los costes operativos anuales de un laboratorio medioambiental son de entre 400 y 1.000 k€/año para una planta típica con una plantilla de 1.000 personas, dependiendo del tipo de actividades y emplazamiento de la planta;
- cada corriente a monitorizar requiere una línea de muestreo dedicada;
- para medidas rutinarias, cada sustancia emitida (o grupo de sustancias) requiere un equipo de muestreo dedicado y un equipo analítico dedicado;
- para las medidas analíticas no automatizadas, un operario de laboratorio podría hacer 10 medidas al día;
- todos los equipos portátiles de medida necesitan operarios dedicados, entrenados, y disponibles;
- los parámetros subrogados necesitan programas iniciales de monitorización para asegurar la validez del concepto y verificaciones periódicas;
- muchos métodos analíticos requieren equipos y accesorios de laboratorio precisos (ej: balanzas, detectores, instalaciones, contenedores, etc.).

2. Ejemplos típicos de costes de la monitorización de emisiones y medioambiental:

(a) Equipos de monitorización en continuo

Ejemplo de costes para un analizador en línea (ej: un monitor GC-FID para monitorización de un área fija con 20 líneas de muestreo):

Coste de inversión	140 k€
Coste de operación	2.000 €/año
Piezas de recambio	500 €/año
ejemplo - monitor GC-MS	200 k€
ejemplo - monitor SO _x /NO _x /HCl	200 k€

Anexos

(b) Parámetros medioambientales convencionales

Costes en € por cada muestra analizada en el laboratorio

Agua residual

Pretratamiento	10 €
pH, alcalinidad	15 €
DQO, COT	25 €
DBO ₅ conforme a los protocolos ISO	100 €
AOX	150 €
N Kjeldahl	150 €
NO ₂ , NO ₃	25 €
minerales (SO ₄ , PO ₄ ,...)	25 €
cromatografía orgánica rutinaria FID	500 - 1.500 €
metales pesados en grandes series	20 €
metales pesados individualmente con métodos especiales	50 - 80 €

(c) Monitorización de emisiones fugitivas de COV

Ejemplo de monitorización de 10.000 componentes, basado en un programa con una frecuencia de 3 años

Preparación de la base de dato	70 k€
Analizador orgánico portátil	10 k€
Medidas selectivas, en promedio	10 €/punto para el primer inventario, 3 - 4 €/punto para medidas rutinarias

(d) Monitorización de suelos y aguas subterráneas

Piezómetro de muestreo para monitorización de aguas subterráneas	2.000 - 3.000 €/pozo
muestreo de aguas subterráneas en un piezómetro existente	150 €/muestra
muestreo del subsuelo:	
■ Muestra dedicada	1.000 €/muestra
■ Durante el excavado de un pozo de monitorización	150 €/muestra

(e) Coste del personal de monitorización

operario diurno	30 k€/ año
operario de turnos	37 k€/año
operario cualificado de laboratorio o mantenimiento	35 €/h
consultor externo	100 €/h

A7.2. Ejemplos de la delegación alemana

Los siguientes ejemplos fueron proporcionados por la delegación alemana del Grupo Técnico de Trabajo de Monitorización en Abril de 2001. Se proporcionan ejemplos indicativos de los costes de la monitorización para aire y agua.

1. Ejemplos de los costes de monitorización para aire

El rango de precios para monitores está entre 10.000 y 20.000 euros por componente.

En la Tabla A7.1. se muestran ejemplos de costes para calibración, pruebas de vigilancia y medidas discontinuas.

Tabla A7.1: Costes de calibraciones, pruebas de vigilancia y medidas discontinuas

Tarea de monitorización	Costes en euros por operación	
	Calibración	Pruebas de vigilancia
Calibración y pruebas de vigilancia		
- Monitor de partículas	2.500	700
- Compuestos gaseosos	2.100	600
- Carbono total (FID)	1.600	800
- Caudal volumétrico.	1.600	650
Verificación del sistema de evaluación electrónica	1.300	1.000
Medida de emisiones: (3 valores de media hora, incluyendo medida + informe)		
- partículas		1.200
- partículas + 2 compuestos gaseosos.		1.500

2. Ejemplos de costes de monitorización para aguas

En las siguientes tablas se proporcionan algunos ejemplos de costes agregados, para dar una idea del rango de costes de monitorización/inspección para aguas.

La tabla A7.2 muestra los costes de auto-monitorización para 5 plantas diferentes.

La tabla A7.3. muestra los costes anuales de las inspecciones efectuadas por las autoridades para las mismas 5 plantas.

Anexos

Tabla A7.2: Costes anuales de auto-monitorización

Planta	Parámetros/frecuencias***	Costes totales por año (EUR)
1. Planta de papel (capacidad de producción 250.000 t/año, 13.000 m³/día de agua residual;	c: Temperatura, caudal volumétrico d: DQO, DBO, sólidos suspendidos, w: N (NH ₄ , NO ₂ , NO ₃ , P, Sulfato (medidas en diferentes puntos de diferentes partes de la planta de tratamiento de agua residual)	100.000
2. Planta de papel (capacidad de producción 150.000 t/año, 5.000 m³/día de agua residual)	c: Temperatura, caudal volumétrico d: DQO, DBO, N, P, sólidos suspendidos m: AOX	55.000
3. Instalación química (capacidad de producción (compuestos orgánicos) 65.000 t/año, 12.000 m³/día de agua residual, 22.000m³/día de agua de refrigeración);	c: pH, Temperatura, caudal volumétrico, conductividad d: DQO, CTO, N, P, Cloruros, Bromuros, Sulfatos, Cr, Cu, Co w: DBO, dioxinas, solventes orgánicos, toxicidad (peces, algas), test de bacteria luminiscente, biodegradabilidad aeróbica, AOX	200.000
4. Instalación química (capacidad de producción (compuestos orgánicos) 65.000 t/año, 12.000 m³/día agua residual, 22.000m³/ día de agua de refrigeración)	c: pH, Temperatura, caudal volumétrico, conductividad d: DQO, CTO, N, P, Cloruros, Ni, Zn w: Dioxinas, solventes orgánicos, AOX	170.000
5. Planta de producción de semiconductores (1.000 m³/ día agua residual de diferentes procesos de tratamientos de superficies)	c: pH, Temperatura, caudal volumétrico, conductividad b: sólidos en suspensión, cianuros, sulfato, sulfuros, Cu, Ni, Zn, Pb, Sn, Fe, BTX, hidrocarburos halogenados fugitivos	120.000

***b: por lote; c: continuamente; d: diario; w: semanal; m: mensual.

Tabla A7.3: Costes de programas de monitorización/inspección llevado a cabo por las autoridades (4 – 6 veces al año)

Planta	Parámetros/frecuencias***	Costes totales por año (EUR)
1. Planta de papel (capacidad de producción 250.000 t/año, 13.000 m³/día de agua residual;	Sólidos en suspensión, DQO, DBO, AOX, DTPA Sulfato, Nitrógeno (NH ₄ , NO ₂ , NO ₃), Fosfato, Cr, Cu, Ni, Zn, Hg	4.000
2. Planta de papel (capacidad de producción 150.000 t/año, 5.000 m³/día de agua residual)	Sólidos en suspensión, DQO, DBO, AOX, N, P, Cr, Cu, Ni, Zn, Pb	2.000
3. Instalación química (capacidad de producción (compuestos orgánicos) 65.000 t/año, 12.000 m³/día de agua residual, 22.000 m³/día de agua de refrigeración);	pH, Temperatura, caudal volumétrico, conductividad, sólidos en suspensión, DQO, CTO, DBO, N, P, Cloruros, Bromuros, Sulfatos, Cr, Cu, Co, Ni, Zn, Dioxinas, solventes orgánicos, toxicidad (peces, algas), test de bacterias luminiscentes, biodegradabilidad aeróbica, AOX	7.000
4. Instalación química (capacidad de producción (compuestos orgánicos) 65.000 t/año, 12.000 m³/día agua residual, 22.000 m³/ día de agua de refrigeración)	pH, Temperatura, caudal volumétrico, conductividad, sólidos en suspensión, DQO, CTO, N, P, cloruros, Ni, Zn, Dioxinas, solventes orgánicos, AOX, toxicidad (peces)	6.000
5. Planta de producción de semiconductores (1.000 m³/ día agua residual de diferentes procesos de tratamientos de superficies)	pH, Temperatura, caudal volumétrico, conductividad, sólidos en suspensión, cianuros, sulfato, sulfuros, Cu, Ni, Zn, Pb, Sn, Fe, BTX, hidrocarburos halogenados fugitivos	7.000

