



**MONITORIZACION DE EMISIONES A LA  
ATMOSFERA-EN EL MARCO DE APLICACIÓN DE LA  
DIRECTIVA DE EMISIONES INDUSTRIALES (DEI)**

**-SECTOR DE FABRICACION DE ENVASES DE  
VIDRIO-**

**Anfevi**

**NOVIEMBRE 2014**





*Documento desarrollado por el Comité Técnico de ANFEVI con el apoyo de CIMAS S.L.L.*



## INDICE

1	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	4
2	<b>OBJETO Y ALCANCE</b> .....	5
3	<b>MARCO DE REFERENCIA:</b> Planes de monitorización .....	6
4	<b>MONITORIZACIÓN EN DISCONTINUO</b> .....	11
5	<b>MONITORIZACIÓN EN CONTINUO</b> .....	13
5.1	Sistemas de medición: prescripciones específicas.....	15
5.1.1	Aspectos significativos sobre el aseguramiento de la calidad de los sistemas automáticos de medida.....	16
5.2	Construcción del dato .....	17
5.2.1	Adquisición del dato.....	17
5.2.2	Proceso de validación.....	21
5.3	Criterios para la validación del cumplimiento de los VLE .....	33
5.3.1	Medias de corto plazo (MCP) : medias semihorarias.....	34
5.3.2	Medias de largo plazo (MLP) (diarias) .....	36
5.3.3	Condiciones anómalas de funcionamiento .....	36
5.3.4	Valoración del cumplimiento del valor límite .....	38
6	<b>REPORTE Y COMUNICACIONES AL ÓRGANO COMPETENTE</b> .....	39
7	<b>ANEXOS</b> .....	41
7.1	ANEXO 1 Definiciones .....	42
7.2	ANEXO 2. Cálculos estimatorios del caudal y humedad .....	45



## 1 RESUMEN EJECUTIVO.

La aprobación del BREF de fabricación del vidrio el año 2012 definió una serie de retos operacionales, técnicos, económicos y ambientales para los que el sector debe de prepararse antes de su aplicación el año 2016. Este marco de actuación establece las directrices a considerar tanto para los diseños de los programas de inversiones de las plantas como para los programas de monitorización y control de las actividades.

ANFEVI encara estos retos desde una actitud proactiva y de dialogo con la administración ambiental competente, con el principal objetivo de definir herramientas y metodologías que representen tanto la realidad del sector de producción de envases de vidrio, como el cumplimiento de la normativa aplicable.

La presente guía pretende definir las características a considerar incluir en los Planes de Monitorización de las Emisiones atmosféricas de las plantas de fabricación de envases de vidrio. Estas características se basan tanto en los procesos específicos de vidrio, como en el conocimiento que el sector ha adquirido en los últimos años en la implantación de los planes de monitorización incluidos en las Autorizaciones Ambientales Integradas. Es decir intenta ofrecer un marco de aplicación sectorial a las necesidades de cumplimiento de la normativa de Emisiones Industriales por parte de los Organismos competentes.

De este modo se recalca la relevancia de considerar en los Planes de monitorización los siguientes aspectos:

- i. Especificaciones claras sobre el alcance de cómo realizar la monitorización de las emisiones a la atmósfera para los parámetros indicados en el BREF, identificando los regímenes de monitorización (discontinuo o continuo) para cada uno de los parámetros.
- ii. Definición de un protocolo de construcción del dato resultante de la medición en continuo representativo para el sector incluyendo el cálculo de medias semihorarias para la construcción de las medias diarias.
- iii. Aplicación de las medias diarias para la evaluación de los valores límite de emisión.
- iv. Establecimiento de las condiciones del proceso de fusión y/o sistemas de depuración y medición en continuo que caractericen las situaciones distintas a las normales. Eliminación de estos episodios de la evaluación de los valores límite de emisión.
- v. Simplificación de los requisitos de reporte a la administración en materia de inspección y control de las emisiones a la atmósfera así como de comunicación de incidencias y paradas.
- vi. Definición de un marco de dialogo en materia de monitorización de emisiones sectorial con los Organismos Competentes, que facilite un consenso uniforme entre las distintas Comunidades Autónomas.



## 2 OBJETO Y ALCANCE.

El objeto de la presente Guía es establecer criterios sobre la monitorización de las emisiones generadas por el sector de fabricación de envases de vidrio (en particular los generados en el proceso de fusión). Estos criterios basados en el conocimiento de operación del proceso pretenden, definir las bases para los planes de monitorización de las plantas a considerar en el marco de los Programas de Vigilancia de las Autorizaciones Ambientales Integradas.

El principal objetivo es definir las características específicas de monitorización del sector de fabricación de vidrio en relación con las emisiones generadas a la atmósfera, y como estas características deben de considerarse a la hora de aplicar criterios de gestión y verificación de los resultados de las emisiones y su aplicación para la valoración del cumplimiento del valor límite de emisión (VLE). Es decir, identificar aspectos de la operatividad del proceso que condicionan la representatividad de esos resultados.

Este documento intenta definir el procedimiento de construcción y tratamiento de los datos relativos a las emisiones a la atmósfera generados por los distintos sistemas de medición utilizados dentro del programa de vigilancia ambiental. Se considera muy importante la definición de estas especificaciones ya que los resultados de las mediciones pueden derivarse en inspecciones, e incluso sanciones. Por ello la seguridad en las mediciones es un aspecto crítico en el que hace falta acuerdo entre la Administración, las industrias y las entidades de inspección y control.



### 3 MARCO DE REFERENCIA: Planes de monitorización

Esta Guía es de aplicación para las emisiones generadas en las instalaciones de producción de envases de vidrio afectados por la normativa IPPC –DEI, en particular a las emisiones de los hornos de fusión.

La normativa IPPC exige que todos los valores límite de emisión (VLE) 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:

- 1) para verificar que las emisiones están dentro de los valores límite de emisión, ej: evaluación del cumplimiento;
- 2) para establecer la contribución de una instalación concreta a la contaminación medioambiental en general.

#### **Planes de monitorización**

A menudo sucede que los datos de monitorización<sup>1</sup> 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 PRTR. 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.

Los titulares de las instalaciones y las autoridades competentes deben de establecer 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. De este modo 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.

Para definir estos planes de monitorización es necesario tener en cuenta las indicaciones de los documentos de referencia sectoriales como transversales aprobados por la Comisión Europea. De acuerdo con las indicaciones de la normativa IPPC y los BREF de referencia aplicables, las autorizaciones deben de incluir los requisitos de monitorización con los valores límites de emisión. Estos

---

<sup>1</sup> Se considera que los Planes de monitorización engloban aquellos requisitos de inspección y control relativos tanto a las mediciones en discontinuo como en continuo así como los elementos de seguimiento y evolución (ej. cálculo de indicadores).



requisitos deberían cubrir todos los aspectos relevantes asociados al valor límite de emisión. Para ello es relevante tener en cuenta aspectos como:

- a) Estatus legal y obligatorio de las condiciones de monitorización
- b) Contaminante o parámetro que se limita
- c) Lugares de muestreos y medidas
- d) Requisitos de tiempo de muestreos y medidas
- e) Viabilidad de los límites con respecto a los métodos de medida disponibles
- f) Enfoque general disponible para monitorizar, según las necesidades
- g) Detalles técnicos de métodos de medida particulares
- h) Acuerdos de auto-monitorización
- i) Condiciones de operación bajo las que se efectúa la monitorización
- j) Procedimientos de comprobación del cumplimiento
- k) Requisitos de la elaboración de informes
- l) Requisitos de control y garantía de la calidad, y
- m) 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 pasos:

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

Además es necesario tener en cuenta consideraciones específicas de tiempo en monitorización como: el momento del tiempo cuando las muestras y/o las medidas se toman; el tiempo de promedio; y la frecuencia. Siendo necesario el identificar claramente estos aspectos en el alcance de la Autorización. 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 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.



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 discontinuo.** Se pueden considerar los siguientes tipos de técnicas de monitorización en discontinuo:
  - a.1. 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
  - a.2. análisis de laboratorio de muestras tomadas por muestreadores fijos, in-situ, ó en línea.
- b) **Monitorización en continuo.** Se pueden considerar dos tipos de técnicas de monitorización en continuo:
  - b.1. 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.
  - b.2. 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.

### **Plan de monitorización del sector de fabricación de envases de vidrio**

En el marco de aplicación del documento BREF de fabricación de vidrio (2012) se identifican los parámetros a monitorizar per el excluye los regímenes de monitorización a aplicar. La decisión sobre el régimen de monitorización será consensuado durante el otorgamiento de las Autorizaciones. Cabe destacar que este sector no dispone de normativa sectorial que defina los criterios específicos para la gestión de los resultados de las emisiones y sistemas de medición que sean de aplicación prioritaria, como es el caso de otros sectores industriales como la incineración y las grandes instalaciones de combustión.



En la actualidad las Autorizaciones han definido en los planes de monitorización tanto mediciones discontinuas como monitorización en continuo (en particular para NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y partículas). El mismo documento BREF de vidrio identifica como una buena práctica operacional el uso de sistema de medición en continuo. La presente Guía ha pretendido recopilar todos aquellos aspectos que condicionan la calidad de los resultados de emisión tanto en régimen discontinuo como en continuo. Cabe destacar que dentro del marco de estandarización de los métodos de medición en ambos regímenes de control, el desarrollo de métodos de muestreo y de análisis de los contaminantes en mediciones discontinuas ha sido mucho más significativo. De ahí que el alcance de dicho régimen en la presente guía.

A continuación se detallan las siguientes necesidades de monitorización de las emisiones de los hornos de fusión de vidrio. :

Alcance	Parámetros
<b>Control operacional del horno de fabricación de vidrio: caracterización de la corriente emisora.</b>	NO <sub>x</sub> expresado como NO <sub>2</sub> <sup>2</sup> (en mg/Nm <sup>3</sup> )
	Monóxido de Carbono expresado como CO (en mg/Nm <sup>3</sup> )
	Partículas (en mg/Nm <sup>3</sup> )
	SO <sub>x</sub> expresado como SO <sub>2</sub> (en mg/Nm <sup>3</sup> )
	Cloruros de hidrogeno expresado como HCl (en mg/Nm <sup>3</sup> )
	Fluoruro de Hidrogeno expresado como HF (en mg/Nm <sup>3</sup> )
	<b>Condiciones de referencia concernientes a las emisiones atmosféricas</b>
Contenido en oxígeno (en %)	
Presión (kPa)	
Temperatura	
<b>Caracterización corriente emisora</b>	Humedad (en %)
	Velocidad de flujo volumétrico
<b>Otros contaminantes característicos</b>	∑ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> ) (en mg/Nm <sup>3</sup> )
	∑ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn) en mg/Nm <sup>3</sup>

Para el desarrollo de esta Guía se han tenido en cuenta las condiciones operacionales de la fabricación de envases de vidrio, así como las instrucciones técnicas y criterios desarrolladas por distintas CCAA para la gestión de datos generados por los sistemas automáticos de medida, como normativa sectorial en otras regiones europeas (como la región de Lombardia en Italia donde se disponen de instrucciones específicas para el sector).

Además, se han considerado las especificaciones que el BREF del vidrio (febrero 2012) y el BREF transversal de monitorización han dictado en materia de criterios para las mediciones discontinuas asociados a los VLE. A continuación se resumen los Valores de Limite de Emisión (VLE) asociados a las MTDS identificadas en el documento de referencia.

<sup>2</sup> De acuerdo con la Decisión 2012/134/UE por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores tecnologías disponibles (MTD) en la fabricación del vidrio conforme con la Directiva 2010/75/UE.  
NO<sub>x</sub> (la suma de óxido de nitrógeno (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) expresada como NO<sub>2</sub>), SO<sub>x</sub> (la suma de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>) expresada como SO<sub>2</sub>), Todos los cloruros gaseosos expresados como HCl y fluoruros gaseosos expresados como HF.



El cumplimiento de estos valores de emisión está asociado a la implantación de mejores técnicas disponibles en las fábricas de fabricación de envases de vidrio. De acuerdo con esta Decisión se consideran periodos promedio:

- i. Para las **mediciones discontinuas**, los NEA-MTD se refieren al valores medio de tres muestras puntuales de un mínimo de 30 minutos cada una para los hornos regenerativos, el periodo de medición deberá abarcar como mínimo dos inversiones de ignición de las cámaras regeneradoras.
- ii. Para las **mediciones continuas** los NEA-MTD se refieren a los valores medios diarios.

**Tabla 1** Niveles de Emisiones Asociados a las Mejores Técnicas Disponibles (NEA-MTD) para las emisiones de los hornos de fusión de fabricación de vidrio para envases:

Parámetro	NEA-MTD	
	mg/Nm <sup>3</sup>	Kg/tonelada vidrio fundido
Monóxido de carbono, expresado como CO	< 100	
Partículas	<10-20	<0,015-0,06
NOx expresado como NO <sub>2</sub>	500*-800	0,75-1,2
SOx expresados como SO <sub>2</sub>	Gas natural <200-500 Fuelóleo<500-1.200**	0,75-1,8
Cloruro de Hidrogeno (HCl) expresado como HCl	<10-20	0,02-0,03***
Fluoruro de hidrogeno, expresado como HF	<1-5	0,001-0,008
∑ (As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> )	<0,2-1****	<0,3-1,5 10 <sup>-3</sup>
∑(As, Co, Ni, Cd, Se, Cr <sub>VI</sub> , Sb, Pb, Cr <sub>III</sub> , Cu, Mn, V, Sn)	<1-5	<1,5-7,5 10 <sup>-3</sup>
Todos los valores relativos a las concentraciones en los gases residuales se refieren a las condiciones normales: <b>gas seco, temperatura 273,15K, presión 101,3kPa.</b>		
Para los hornos de fusión convencional en fundiciones continuas en actividades de fusión la condición de referencia de oxígeno en volumen será del 8%		

- \* El valor inferior se refiere a la utilización de hornos de diseño especial cuando sea aplicable
- \*\* los niveles de emisiones asociados están relacionados con la utilización de fuelóleo con un contenido de azufre del 1% en combinación con técnica de eliminación secundaria.
- \*\*\* Los niveles más elevados se asocian al tratamiento simultáneo de los gases de salida de operaciones de aplicación de capas en caliente.
- \*\*\*\* Los niveles se refieren a la suma de los metales presentes en los gases de salida tanto en la fase sólida como en la gaseosa.

En el Anexo.1 se recogen las definiciones de la terminología utilizada en la presente Guía.



## 4 MONITORIZACIÓN EN DISCONTINUO

Los valores límite de emisión para las emisiones a la atmósfera se establecen generalmente como concentraciones de masa. 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. Este tipo de medidas consisten en la determinación puntual de determinados parámetros en un periodo de tiempo limitado. Los métodos de medición en discontinuo se basan en la toma de una muestra representativa de la corriente emisora mediante el uso de equipos o técnicas extractivas y la utilización de sistemas de filtración, absorción o adsorción sobre un medio específico, destinados a fijar el contaminante objeto de la medida, para su posterior análisis en laboratorio.

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 periodos 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 periodos 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.

De acuerdo con el BREF del sector de fabricación de vidrio, los NEA-MTD se refieren al valor medio de tres muestras puntuales, de un mínimo de 30 minutos cada una; para los hornos regenerativos, el periodo de medición deberá abarcar como mínimo dos inversiones de ignición de las cámaras regeneradoras (tipo de hornos de las plantas en España). Con respecto a los datos de mediciones discontinuas se debe considerar que se respetan los VLE si todos los resultados, ya sean promedio o parciales, no sobrepasan los VLE fijados en la Autorización.

Las inspecciones de carácter anual se realizan por organismo de control autorizado (OCA), garantizando su representatividad respecto al funcionamiento normal del proceso productivo, y de manera que sirvan tanto de ejercicio de intercomparación con los analizadores en continuo para los parámetros en los que se realiza la medición en continuo.

En base a la experiencia del sector en el alcance de los informes de resultados periódicos realizados por OCAs, se considera clave que durante el análisis de los resultados se identifiquen aquellos datos aberrantes o anómalos que condicionan directamente los resultados. Es importante que la solvencia



técnica de estos organismos en el sector de fabricación de vidrio posibilite el identificar estas situaciones operacionales no normales e identifique en los informes estas situaciones. Asimismo, es este conocimiento el que debe de apoyar el que los técnicos de la OCA evalúen la representatividad de realizar las medias de datos validos y así lo reflejen en sus informes.

Se propone que los informes de resultados temporales sean remitidos a la autoridad competente en un periodo de tiempo viable para la entrega de los informes por parte de la OCA, ya que en muchos casos estos periodos de entrega de resultados supera los límites indicados en las autorizaciones (ej. 20 días). Se propone un periodo máximo de 60 días.



## 5 MONITORIZACIÓN EN CONTINUO

Durante los últimos años se observado una tendencia creciente a intensificar los mecanismos de inspección y control ambiental de las emisiones generadas por los sectores industriales. Este hecho se enmarca dentro de los criterios de corresponsabilidad entre la Administración Competente y el administrado en aras de fomentar la protección ambiental en el entorno donde se ubican las instalaciones.

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. En este sentido, se han intensificado los esfuerzos que ambas partes han dedicado al desarrollo y aplicación de metodología de la monitorización en continuo mediante el desarrollo de criterios e Instrucciones Técnicas para la implantación y gestión de sistema de monitorización así como a la identificación de aspectos específicos del proceso productivo que condicionan la representatividad de los resultados obtenidos.

El proceso de medición en continuo es complejo, abarcando una serie de fases entre las que se encuentra la instalación de un sistema automático de medición de los contaminantes, el registro y validación de los datos medidos y la generación de reportes y en su caso envío a la Administración competente.

Para que los datos medidos cuenten con la calidad necesaria, existen metodologías de aseguramiento de la calidad, entre la que se encuentra la norma UNE-EN 14181:2005. Esta norma ofrece a las industrias que la implantan la seguridad de disponer de sistemas de medición que operan de forma eficiente y con niveles de incertidumbre conocidos y controlados. Aunque la implantación de la norma UNE-EN14181:2005 no es aplicable para el sector, se considera relevante el que se implanten las directrices de calidad promulgados por la norma a fin asegurar la calidad de la información generada y su posterior utilización.

A falta de una normativa sectorial para el sector del vidrio a nivel nacional, las plantas han implantado distintos modelos de gestión de sistemas de medición en continuo en aras a avanzar en el reto de monitorización definido dentro del BREF sectorial aprobado y de aplicación a partir del año 2016. Es ésta la base de conocimiento sectorial sobre el manejo de estos sistemas así como las variables del proceso de fabricación, la información utilizada para la preparación de la presente guía.



Se han considerado los siguientes apartados para la definición de aspectos representativos a considerar en la monitorización en continuo:

1. Sistemas de medición: prescripciones específicas
2. Construcción del dato
3. Criterios para la validación del cumplimiento de los VLE.



## 5.1 Sistemas de medición: prescripciones específicas.

Los Sistemas de Medición de Emisiones en Continuo (SMEC) se definen como equipamiento necesario para medir en continuo todos los parámetros físicos y químicos necesarios para la correcta cuantificación de una emisión, y combinar estos con la medida para expresar de forma conveniente el valor de emisión de un contaminante. Usualmente incluye: SAM, SAM periférico, y SATC.

Se entiende como SAM al sistema de medida instalado permanentemente en un punto para la medida en continuo de emisiones. Incluye además del analizador dispositivos para la toma de muestras y acondicionamiento de la muestra, así como dispositivos de ensayo y ajuste requeridos para las verificaciones periódicas de su funcionamiento. Siendo los SAM periféricos los sistemas automáticos de medida usado para recoger los datos requeridos para convertir los valores medidos a condiciones de referencia, es decir SAM para humedad, temperatura, presión y oxígeno.

En general, la medición continua de las emisiones de fabricación de envases de vidrio se limita a los principales contaminantes procedentes del horno de fusión del vidrio, ya que representan cuantitativamente los flujos de masas más relevantes del ciclo de producción y tienen las características de emisión continua y relativamente constante en el tiempo.

A continuación se resumen algunas de las características que se han aplicado para el sector en ausencia de normativa sectorial aplicable a este respecto:

### Homologación

Los equipos SAM deben disponer de un certificado oficial de homologación. Este certificado deberá ser emitido por alguno de los organismos oficialmente reconocidos a tal efecto en los estados miembros de la Unión Europea.

### Rango de certificación, rango de medida y límite de detección

Los equipos deben de asegurar un rango de medida y de detección de los parámetros que aseguren el rango de VLE. De este modo para instalaciones distintas a la incineración de residuos y grandes instalaciones de combustión se ha aplicado que el límite superior del rango de certificación de un SAM debe de ser igual o inferior a 3 veces el VLE más restrictivo. El analizador deberá tener en el rango de medida la capacidad, como mínimo, de determinar el 10% del valor límite de emisión aplicable a la instalación.

Otros parámetros como la velocidad de flujo y la humedad de los gases de combustión, necesaria para la normalización de las medidas o para la determinación de los flujos, puede medirse con instrumentos que garanticen los niveles adecuados de fiabilidad. No obstante y en base a la fiabilidad limitada de los equipos que las empresas del sector han detectado, también desde los Órganos Ambientales se ha aprobado la aplicación de cálculos algoritmos de estimación (ver ANEXO 7.2).



La aplicación de estos cálculos estimatorios o la instalación de sistemas de medición en continuo depende de las características específicas de cada planta en relación a aspectos como: el tipo de SAM utilizado (extractivo u insitu), tipo de sensores implantados, condiciones de medición en chimenea, disponibilidad de sistema de refrigeración y necesidad de normalizar los resultados generados por los sistemas SAM entre otros. La presente Guía pretende evidenciar que existen alternativas a la medición de estos parámetros, haciendo especial hincapié que ambas aproximaciones han sido aplicadas por empresas del sector previa aprobación del Órgano Ambiental competente.

### **5.1.1 Aspectos significativos sobre el aseguramiento de la calidad de los sistemas automáticos de medida.**

La implantación de sistemas de medición en continuo para la monitorización de la calidad de las emisiones a la atmósfera ha llevado asociado el desarrollo y aplicación de protocolos que aseguren la calidad de los sistemas de medición. De este modo ha sido significativo el grado de aplicación de las directrices de la norma UNE-EN 14181 en el sector del vidrio. Dentro del conocimiento adquirido por parte del sector sobre la gestión de los equipos y la información generada, se propone analizar en detalle con el Órgano Ambiental competente una serie de aspectos relevantes en la definición e implantación de protocolos de calidad para el sector de fabricación de envases de vidrio:

- a) Disponibilidad de elección de equipos SAM (extractivo u insitu) como sistemas de monitorización en continuo. Las plantas del sector disponen de ambos sistemas de medición para la monitorización en continuo, pudiendo identificar las necesidades y limitaciones específicas en la gestión de cada uno de los tipos de SAM. Se pretende consensuar entre las partes la idoneidad de elección de los equipos en base a las características de cada instalación, y en consecuencia definir los protocolos de calidad exigibles a cada equipo (ej. nivel de calidad NGC3 para equipos SAM ópticos).
- b) En relación con el nivel de calidad de correcta instalación, calibración y funcionalidad (NGC2) de los equipos de medición, realización de la calibración con una frecuencia entre 5-6 años, y el Ensayo Anual de Seguimiento (EAS) cada 2 años.
- c) Definición de un protocolo representativo para la realización de rectas de calibración y definición de rangos de calibración. Identificación de aquellos escenarios de producción en los que esta definición sea significativo (ej. Emisiones de SO<sub>2</sub> durante cambios de color del vidrio, funcionamiento anómalo del electrofiltro).
- d) Representatividad de las rectas de calibración realizadas sobre mediciones de SO<sub>x</sub> y las mediciones de SO<sub>2</sub>. Cálculo de la relación SO<sub>2</sub>/SO<sub>3</sub> representativo. Criterios de análisis y evaluación a aplicar por las OCAs.



## 5.2 Construcción del dato

Los equipos de medición generan resultados instantáneos que deben de ser tratados para garantizar las condiciones de normalización y representatividad que el uso de los datos finales lo requiera sea para la evaluación de cumplimiento o el cálculo de carga másica de las emisiones. 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, 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, 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. 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.

Se considera clave el definir aquellas variables específicas que condicionan la construcción del dato de emisión a fin de asegurar una comparabilidad y representatividad de los resultados obtenidos. A continuación se definen las variables que condicionan cada uno de los aspectos de esta construcción de los resultados teniendo como objetivos la evaluación del cumplimiento y/o el cálculo de la carga másica (ver Figura 1).

### 5.2.1 Adquisición del dato.

El proceso que siguen los datos, desde que salen del analizador hasta evaluar el cumplimiento de la normativa aplicable al foco se resume en los siguientes pasos:

- a) Los datos se generan en el sistema automático de medición (SAM), normalmente en mA. En general se generan datos instantáneos entre 2-5 segundos (más largo para los sistemas extractivos)



b) Estos datos son adquiridos y escalados en el rango del equipo. En este momento se produce normalmente un cambio de unidades (por ejemplo, de mA a mg/m<sup>3</sup>).

b.1) Estos valores tienen que ir asociados a un carácter de validación que indicará en qué estado de funcionamiento se encuentra SAM y el foco en este minuto. Las señales pueden provenir de señales de estado del mismo SAM o de señales de funcionamiento de la planta.

b.2) En general, los SAM generan medias para obtener una medición cada minuto. En general los equipos generan datos instantáneos que son tratados en cálculos lineales en función del periodo de tiempo:

a) En base al dato instantáneo se genera el dato de media minutil

b) En base a la media minutil se genera la media semihoraria

c) En base a la media semihoraria se genera la media horaria

Se considera la necesidad de realizar estos cálculos lineales, en base al periodo de tiempo considerado, después de eliminar el porcentaje de los extremos inferior y superior de los puntos de datos al considerarse datos aberrantes. Es decir aplicar la función de un media acotada al 95% que asegure la representatividad de los resultados (calculado aplicado en Alemania, referencia Magrama).

b.3) En el caso de determinaciones de humedad calculada a partir de medir oxígeno húmedo y oxígeno seco, es posible que utilizando datos minutilales se obtengan valores de humedad no adecuados. En este caso, se podrá hacer el cálculo de la humedad a través de medias de los valores de oxígeno, de una duración máxima de diez minutos. El valor de humedad obtenido se tendrá que utilizar como periférico del SAM durante el periodo siguiente de la misma duración.

b.4) La empresa deberá guardar un registro de los valores minutilales de cada contaminante y cada periférico. Estos valores servirán para normalizar los valores de las mediciones y hacerlos comparables con los valores límites de emisión establecidos. También se recopilan en los sistemas de gestión de la información de las plantas todos los otros parámetros necesarios para valorar el cumplimiento de los valores límite autorizados, como, por ejemplo, tipo de combustible, caudal, temperatura de la cámara, potencia de las calderas.

b.5). Sobre los valores brutos se realizará la deriva cero y spam.

c) El paso siguiente es la aplicación de la función de calibración a los datos obtenida a partir de las mediciones paralelas (ensayo de variabilidad).



- d) A continuación, se hace la normalización. Así pues, según las condiciones de medición de SAM, habrá que aplicar unos periféricos u otros<sup>3</sup>. En función del caso habrá que aplicar:
- d.1) Periférico de temperatura y presión: cuando el equipo no mida en condiciones normales.
  - d.2) Periférico de humedad: cuando el equipo mida en base húmeda.
  - d.3) Periférico de oxígeno: cuando el valor tenga que estar expresado con un oxígeno de referencia (en el caso de fabricación de envases del vidrio al 8%)
- e) En caso de que estos datos, calibradas y normalizadas, sean inferiores a cero, se harán cero los valores de concentración y caudal.
- f) En caso de necesitar comprobar el cumplimiento del VLE se resta el intervalo de confianza, según los criterios definidos en su apartado 5.3.4. para obtener los datos validados. Se mantiene un registro en soporte digital de estos valores minutales normalizados y con el intervalo de confianza restado.
- g) A partir de este momento, el sistema de tratamiento de los datos tiene que calcular las medias que permitan evaluar el cumplimiento de los valores límite de emisión de cada foco, de acuerdo con las condiciones establecidas en la autorización.

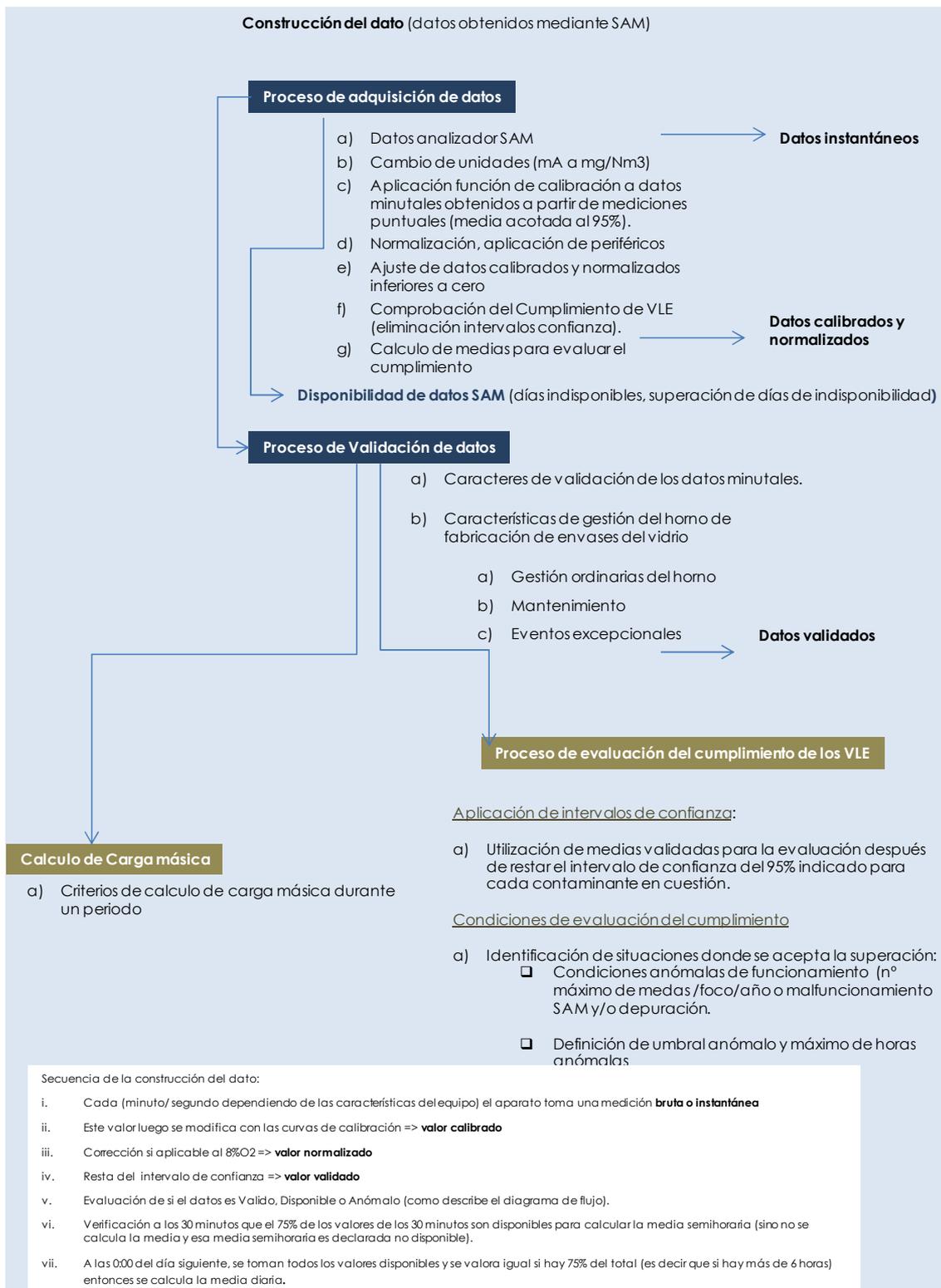
A continuación se presenta un esquema con la secuencia para la construcción del dato de emisión en base a los resultados obtenidos mediante un sistema SAM (Figura 1).

---

<sup>3</sup> El valor de alguno de los periféricos podrá ser calculado de acuerdo con las directrices del Órgano Competente..



Figura 1: Esquema de Construcción del dato generado por un sistema en continuo.





## 5.2.2 Proceso de validación.

El proceso de validación engloba aquellos aspectos y criterios que definen si los datos obtenidos por el sistema, se producen en momentos representativos de la operatividad del proceso como en condiciones de funcionamiento adecuado de los sistemas de medición.

Unos de los aspectos clave en el marco de la Directiva de Emisiones industriales es la relevancia de las emisiones tanto en funcionamiento de operación normal y así como en aquellas situaciones distintas a las normales. En el marco de esta Guía se han analizado en detalle aquellas situaciones que condicionan esos escenarios de funcionamiento distinto al normal a fin de definir lo máximo posible el alcance de esas situaciones, así como los periodos de frecuencia que ocurren y la duración de los episodios. A continuación se detallan los variables y aspectos específicos que condicionan las características producción del sector y las emisiones que se generan.

### 5.2.2.1 Caracteres de validación de los datos minutales.

Dentro de esta gestión de los resultados obtenidos con los sistemas de medición, uno de los aspectos clave es la validación de datos, no solo como base para disponer de un número de resultados significativos sino como base para asegurar que se tratan de las emisiones a considerar para el análisis del cumplimiento de los VLE en condiciones normales de operación. De este modo es preciso codificar los caracteres que deberán de servir de base para la evaluación de este cumplimiento de VLE y cuáles no. Los datos minutales generados por el sistema deben de ir acompañados de caracteres de validación.

El objetivo principal de este apartado es identificar aquellos escenarios que puedan o no condicionar las condiciones normales de funcionamiento y cuantificar en la medida de lo posible su frecuencia y duración de los episodios. De este modo se identifican dos escenarios: parada/ arranque y aquellos episodios asociados a las características del horno.

A continuación se resumen los distintos escenarios característicos de funcionamiento para los procesos de fabricación de vidrio y caracteres de validación asociada:



**Tabla 1.** Caracteres de validación en orden jerárquico

Carácter de validación	Descripción	Escenario fabricación del vidrio
<b>A</b>	Parada planta	Falta de suministro de energía
<b>B</b>	Proceso de arranque y parada. Consumo de combustible	Durante la reconstrucción del horno
	Mantenimiento del electrofiltro	El arranque del electrofiltro después de mantenimiento (tiempo para conseguir la temperatura estable) Mantenimiento anual
<b>C</b>	Calibración y mantenimiento	Durante la verificación del sistema SAM
		Mantenimiento de cámara durante la misma el sistema SAM no está en funcionamiento
		Placaje de horno
		Mantenimiento de quemadores frecuencia semanal a fin de mantener la eficacia del quemador.
<b>D</b>	Valores sustituto ( periférica)	Malfuncionamiento de los parámetros periféricos del sistema SAM (avería del periférico).
<b>E</b>	Malfuncionamiento del analizador	Mal funcionamiento, la medición no supera el umbral de detección del analizador)
<b>F</b>	Dato exento de cumplimiento de VLE	Situación de operación del proceso de fabricación de envases de vidrio que no se consideran representativos del funcionamiento normal: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Periodos de inversiones (hasta 10 minutos/hora) que generan flujos de emisión concentradas en un momento concreto.</li> <li>b) Emisiones condicionadas por la edad del horno y la vida útil del mismo sobre las que la posibilidad de mejorar la calidad de las emisiones es limitada hasta la reconstrucción nueva del horno. Definir un umbral de consumo de energía del horno cuya superación provoque un análisis detallado de la calidad de las emisiones y VLE aplicables sobre este periodo hasta la reconstrucción (ej. Incremento &gt;2% consumo energético/año del horno).</li> </ul>
<b>G</b>	Dato validado	En caso de las situaciones anteriores.

La definición de los caracteres de validación siguiente está ordenada jerárquicamente de tal manera que, cuando puedan coexistir dos caracteres de validación, se escogerá el primero.

#### **VALIDACIÓN A:**

Este carácter de validación se añadirá a cada dato grabada minutalmente cuando el foco esté parado, es decir, cuando no emita. Estos datos, a los efectos del cumplimiento del valor límite, no se tienen



en cuenta a la hora de hacer medias y tampoco se consideran a los efectos de calcular la indisponibilidad de datos.

En base al proceso productivo de fabricación de vidrio el horno una vez iniciada la actividad, no para hasta su reemplazo. De ahí que el significado de parada y arranque no sea similar al de otros sectores industriales, ya que únicamente tienen lugar en situaciones de reconstrucción del horno.

## VALIDACIÓN B:

Se añadirá al dato grabado minutalmente cuando se esté en proceso de arranque o parada del foco. A los efectos de cumplimiento del valor límite, estos datos no se tienen en cuenta a la hora de hacer medias, y tampoco se consideran a la hora de considerar la indisponibilidad del foco. Cabe destacar tal y como se ha indicado para la codificación A las características excepcionales del sector de fabricación de envases de vidrio para asignar estos códigos.

No obstante pueden existir fallos de corte de electricidad (de duración de segundos) hasta apagones significativas (interrupciones largas). A continuación se detallan el alcance de estas situaciones:

Tipología	Características derivadas del corte de electricidad	
<b>Interrupciones</b>	Pausa de unos segundos por corte de energía no relacionado con la activación del generador de emergencia	Ocurrencia durante el año es pequeña y no predecible  Como consecuencia se interrumpe momentáneamente sistemas de tratamiento de gases de combustión. El servicio retorna en varios segundos
<b>Black-out</b>	Eventos de duración prolongada, interviene un generador capaz de mantener durante algún tiempo el funcionamiento del horno	Duración corta (1-2h), ocurrencia limitada a lo largo del año.  El sistema asegura los procesos de producción, limitaciones en los sistemas de filtración y depuración de gases.

Durante los periodos resultantes de los cortes de energía, la información generada no es aplicable para evaluar el cumplimiento de los VLE, ya que se estima que la frecuencia de ocurrencia y duración de estos eventos tiene un impacto mínimo sobre la disponibilidad de los datos.

En el caso de un fallo de alimentación deberá asegurarse una fuente de alimentación adicional de los equipos SAM y en particular del sistema de análisis y la línea de toma de muestras, así como asegurar la potencia del sistema de adquisición de datos de SAM con el fin de grabar datos disponibles.



En general la ocurrencia de un fallo de energía se registra por el software de gestión del SAM a través de un código de identificación específico del estado de funcionamiento del generador. Las instrucciones técnicas analizadas en el marco de preparación de este informe identifican dentro de su ámbito de aplicación aquellos aspectos que el monitor de alimentación debe de disponer, así como la identificación de caracteres de validación de datos y descripción del mismo

### **VALIDACIÓN C:**

Este carácter de validación se añadirá al dato grabado, cuando se estén realizando operaciones de calibración o mantenimiento del analizador que afecten las mediciones que este analizador está grabando. El tiempo que se utilice para estas tareas de calibración o mantenimiento se tendrá en cuenta para evaluar el tiempo de indisponibilidad de datos del analizador, pero no para hacer medias, puesto que el foco puede estar emitiendo y el analizador no graba correctamente los valores de emisión.

### **VALIDACIÓN D:**

Este carácter, que sólo puede aplicarse a los periféricos, se añade cuando éstos no proporcionan un resultado adecuado, ya sea por avería, parada, mal funcionamiento del equipo calibración del periférico, y se sustituirá este valor por un valor constante, obtenido durante el proceso de aseguramiento de correcta instalación, calibración y funcionalidad al SAM.

Cada periférico tendrá un solo valor sustituto que se aplicará a todos los contaminantes necesarios. Este valor se obtendrá de la media de todos los valores del periférico, medidos durante la calibración de los diferentes contaminantes, obtenidos con el método de referencia patrón (MRP). El valor sustituto se incorporará al informe final de calibración. Después de cada nuevo proceso de calibración y funcionalidad del SAM (ya sea de uno o de todos los contaminados) el valor de los periféricos sustitutos implicados cambiará.

En un año natural, los valores de cada periférico con carácter de validación S no podrá ser indefinido, sino que se establece un máximo de diez días (contados en minutos,  $60 \cdot 24 \cdot 10 = 14400$  minutos) por cada periférico.



## VALIDACIÓN E:

Este carácter se añadirá al dato grabado cuando el analizador esté funcionando mal (para los periféricos, también serán E cuando se hayan agotado los minutos de valores sustituidos D del periférico). Esto incluye cuando el SAM esté parado y el foco esté en marcha, cuando dé valores extraños por causa desconocida o en caso de que no realice medición. También entran dentro de este código todos los datos de contaminantes generados en un analizador que no esté calibrado o haya caducado la calibración vigente.

Este tiempo derivado del mal funcionamiento o de carencia de datos del equipo de medición se tiene en cuenta para evaluar el tiempo de indisponibilidad de datos del analizador, pero no para hacer medias, puesto que el foco continúa emitiendo y no se están grabando correctamente los valores de emisión.

## VALIDACIÓN F:

Este carácter de validación sólo se puede usar para contaminantes. Se añadirá cuando se considere que el dato es válido porque el analizador está funcionando correctamente, no se incluye en ninguna de las situaciones anteriormente definidas pero el foco se encuentra en una situación tal que queda exento de valorar el cumplimiento del valor límite de emisión por el contaminante en cuestión.

Además se considera clave el incorporar a este código de validación aquellas circunstancias directamente relacionadas con el proceso de fabricación del vidrio y características de los hornos de fusión que condicionen directamente la generación de datos extraños (ver escenarios identificados en la Tabla 1). Cabe destacar que algunos de estos aspectos (efecto de las inversiones<sup>4</sup> en la representatividad de los datos de medición) ya han sido considerados por otros Estados Miembro (ej Alemania) dentro de los criterios a incluir o no en el análisis del cumplimiento de los VLE.

## VALIDACIÓN G:

Este carácter de validación se añadirá cuando se considere que el dato es válido porque el analizador está funcionando correctamente, el foco se encuentra en situación de valorar el cumplimiento del valor límite de emisión y no se incluye en cabeza de las situaciones anteriormente definidas.

---

<sup>4</sup> Los hornos regenerativos utilizan sistemas regenerativos de recuperación del calor. Los quemadores suelen colocarse en las lumbreras de gases de escape o aire de combustión o debajo de ellas. El calor de los gases de escape se utiliza para precalentar el aire antes de la combustión, haciendo pasar los gases por una cámara de material refractario, que absorbe el calor. El horno, en cualquier momento dado, sólo combustiona en dos grupos de quemadores. Al cabo de un periodo predeterminado, generalmente veinte minutos, el ciclo de combustión del horno se invierte (denominado "inversiones") y el aire de combustión pasa a través de la cámara previamente calentada por los gases residuales. Un horno de este tipo tiene dos cámaras regenerativas, y mientras una cámara es calentada por gas residual del proceso de combustión, la otra precalienta el aire de combustión entrante. La temperatura de precalentamiento puede alcanzar hasta 1.400 °C, lo cual permite conseguir una eficiencia energética elevada.



Tal como se ha indicado, las definiciones de los códigos de validación son jerárquicas, cosa que significa que siempre prevalecerá un código de planta parada A a cualquiera de los otros códigos. Es decir, si tenemos la planta parada A, estamos calibrando o haciendo mantenimiento C o el analizador no funciona correctamente E, el código asociado será el de planta parada A y, por lo tanto, no se tendrá en cuenta en el tiempo de indisponibilidad del analizador. Los valores recogidos bajo este carácter servirán, junto con los valores en G, para comprobar las emisiones másicas del foco.



### 5.2.2.2 Características de gestión del horno de fabricación de envases de vidrio

El régimen de instalación, puesta en marcha y la gestión en el horno durante el proceso de producción implica una serie de eventos particulares que condicionan las emisiones generadas en dichos eventos así como la validación de los datos generados por los sistemas de medición tanto en base a su duración, frecuencia, como su naturaleza (previsto / no planificado). Es decir se pueden generar emisiones excepcionales.

Las emisiones excepcionales pueden definirse como aquellas emisiones que ocurren cuando hay una desviación de la operación regular. Las emisiones excepcionales pueden ocurrir bajo condiciones tanto previsibles como imprevisibles. 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.

De hecho es necesario abordar por separado desde el punto de vista de la evaluación de las emisiones en la atmósfera asociada con ellos. En base a la gestión operativa de los procesos de producción de fabricación de envases de vidrio se identifican los siguientes casos:

- i. Gestión ordinaria del horno
- ii. Mantenimiento
- iii. Eventos excepcionales

#### i. Gestión Ordinaria del horno<sup>5</sup> CODIGO DE VALIDACION DE DATOS: G

Dependiendo del tipo de producto a obtener, el proceso de fabricación puede caracterizarse de una variabilidad de los valores característicos de los parámetros en relación con el cambio de emisión y / o la combinación de las variables típicas que lo definen. De este modo puede existir variación diaria en base al tipo de producto que se esté fabricando (vidrio de color o blanco), o los niveles de producción así como de la formulación de las materias primas a utilizar que la calidad del producto exija.

Teniendo en cuenta la variabilidad generada por estas características (específicas a cada horno de fusión), no es posible proporcionar elementos cuantitativos de forma representativa para los hornos del sector, dependiendo de las variaciones del proceso de fabricación única. Con carácter general es posible indicar que los niveles de producción del horno no varía los niveles de emisión, mientras que los cambios de color del producto final pueden generar eventos puntuales de variaciones en las emisiones de SO<sub>2</sub> durante periodos de 3-4 horas.

La verificación del cumplimiento de los VLE en estos eventos es la indicada en el marco de la AAI.

<sup>5</sup> A=Parada, B=Arranque, C= Calibración y mantenimiento, D= Valores sustituto periféricos, E= Malfuncionamiento analizador, F= Datos exento de cumplimiento VLE y G= Datos validado.



## ii. Mantenimiento. CODIGO DE VALIDACION DE DATOS: C

Se considera clave el identificar detalladamente las tareas de mantenimiento que el proceso productivo de fabricación de envases de vidrio. Para esta identificación se ha tomado como referencia el trabajo realizado por la región del Lombardia a este respecto. Donde en base a información cuantitativa recopilada durante un periodo de 5 años sobre las tareas de mantenimiento llevadas a cabo en las plantas, se determinaron los intervalos de frecuencias y de duraciones.

Se incluyen en esta serie, todos los eventos relacionados con el mantenimiento asociado al proceso (Tabla 2) y los elementos del mismo así como con los equipos de medición SAM (Tabla 3). Las siguientes tablas proporcionan información sobre el (episodios / año) valores mínimo y máximo de la frecuencia, la duración (días y horas / día) y la incidencia (absoluto y porcentaje en horas) que representan el estado de las instalaciones de última generación para la fabricación de vidrio. Los datos de porcentaje se calculan siempre con respecto al total teórico de 8760 horas / año), independientemente de las horas el funcionamiento real de la planta durante el mismo año. Para la definición de estos intervalos se consideraron las variables de edad del horno que condicionan unas frecuencias superiores de operaciones de mantenimiento.

Se identificó un valor mínimo de duración de estas situaciones a fin de indicar la necesidad de las mismas durante las operaciones de mantenimiento de los hornos y de los sistemas de monitorización y no como umbral de ocurrencia de las mismas. Es importante recalcar la representatividad de estos episodios en el funcionamiento integrado del proceso.

Al tratarse de situaciones de carácter ordinario todas estas actividades deberían de estar detalladas en los protocolos de mantenimiento desarrollados e implantados en las plantas. Es decir estas situaciones deben de estar planificadas con antelación y apuntarlo manualmente en el PCSME antes de las actividades.

En el marco de preparación de la presente Guía se realizó un ejercicio preliminar de las frecuencias y duraciones de eventos característicos de mantenimiento (Tabla 4). Además se incluyen en esta categoría de código de validación de datos, el mantenimiento asociado a los acontecimientos extraordinarios de impacto en el horno y que son necesarios para mantener la vida del horno.) entre los que se encuentran:

- a) Soplado de cámaras
- b) Soldadura cerámica
- c) Limpieza térmica
- d) Desescoriado cámaras y conductos
- e) Sustitución piezas colgantes o arco boca de carga
- f) Cambio bloques quemador
- g) Placaje
- h) Reparaciones agujero bóveda
- i) Mantenimiento de Electrofiltro.



**Tabla 2** Frecuencia, la duración y el porcentaje de eventos característica de mantenimiento (región Lombardia)

EVENTO	Frecuencia Anual		Diaria		Duración (hora/día)		Horas anuales totales	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Limpieza de cámaras y conductos:								
• Limpieza manual	1	2	2	4	4	5	8	46
• Lavado seco-térmico	1	2	7	10	8	12	56	240
• Soplado con lanzas	1	2	1	3	3	5	3	30
• Lavado seco-térmico contracorriente	1	2	2	2.5	24	24	48	120
• Conductos de limpieza	2	4	2	4	3	10	12	160
Operaciones de mantenimiento del horno	12	24	1	1	2	8	24	192
Mantenimiento de los sistemas de filtrado	1	1	5	15	24	24	120	360
<b>Eventos Total horas / año asociados con el mantenimiento de rutina del horno</b>							270	1142
<b>IMPACTO horas / año para el mantenimiento rutinario del horno que el total de horas / año</b>							3.1%	13.0%

**Tabla 3.** Frecuencia, duración y porcentaje de eventos característicos de mantenimiento de los analizadores SAM (región Lombardia).

EVENTO	Frecuencia Anual		Diaria		Duración (hora/día)		Horas anuales totales	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Mantenimiento de los analizadores por parte del personal externo	6	12	1	1	8	10	48	120
Mantenimiento de los analizadores por parte del personal interno	12	26	1	1	1	3	12	78
<b>Eventos Total horas / año asociados con el mantenimiento de analizadores SAM</b>							60	198
<b>IMPACTO horas / año para el mantenimiento de analizadores SAM el total de horas / año</b>							0.7%	2.3%



**Tabla 4.** Identificación preliminar de los intervalos de frecuencia, y duración de eventos característicos de mantenimiento (empresas ANFEVI)

	OPERACIONES				FRECUENCIA ANUAL			Días	DURACIÓN( h/día)	HORAS ANUALES TOTALES			
		NOx	SOx	Partículas	Max	Media	Min	Media	Media	Max	Media	Min	
1	Soplado de cámaras	1	1	1	12	2	0	3	8	288	48	0	
2	Soldadura cerámica	1	1	1	1	0,5	0	4	8	32	16	0	
3	Limpieza térmica	1	1	1	1	0,5	0	4	24	96	48	0	
4	Desescoriado cámaras y conductos	1	1	1	2	1	0,5	10	8	160	80	40	
5	Sustitución piezas colgantes o arco boca de carga	1	1	1	4	2	1	1	10	40	20	10	
6	Cambio de bloques quemador	1			1	0,5	0	4	8	32	16	0	
7	Placaje	1			2	1	0	4	8	64	32	0	
8	Reparaciones agujero bóveda	1			12	4	2	1	4	48	16	8	
9	Mantenimiento EF	1	1	1	1,33 <sup>6</sup>	1	0,5 <sup>7</sup>	5	24	160	120	60	
<b>AFECCIÓN</b>		<b>9</b>	<b>6</b>	<b>6</b>									
										<b>h/año</b>	<b>920</b>	<b>396</b>	<b>118</b>
										<b>días/año</b>	<b>38</b>	<b>17</b>	<b>5</b>

<sup>6</sup> Realización de la operación cada 9 meses

<sup>7</sup> Realización de la operación cada 2 años, Además sería necesario especificar si la frecuencia anual es aplicable a cada uno de los hornos.



Los datos de emisiones correspondientes a estos eventos no están sujetos a una valoración a los efectos de verificar el cumplimiento de los valores límite de emisión permitida.

No obstante, si sobre la base de procesamiento estadístico de los datos adquiridos por el SAM por uno o más tipos de eventos se demuestra la relevancia y frecuencia de los mismos, el Órgano ambiental podría catalogarlo como evento de mantenimiento ordinario. Teniendo en cuenta la limitación de datos a este respecto, se considera clave en evaluar en esta línea de definición de forma conjunta entre la Administración competente y las empresas del sector a fin de especificar las condiciones y características de mantenimiento asociados a las actividades de fabricación de envases de vidrio. En este marco sería relevante el incorporar la experiencia de aplicación de los criterios incluidos en las Tablas 2 y 3 en la región de Lombardia (en aplicación desde 2013).

### iii. **Eventos excepcionales:** CODIGO DE VALIDACION DE DATOS: A

Dentro de esta categoría se incluyen las posibles averías que afectan directamente al funcionamiento del horno. Se identifican entre otras las siguientes situaciones de avería características del sector:

- Pérdida de parte de la bóveda que afecta las condiciones de combustión de las cámaras.
- Averías de la inversión durante la reparación de compuertas.
- Averías de ventiladores y mediciones de presión.
- Colada parcial del horno

#### 5.2.2.3 *Caracterización del valor minotal calibrado y normalizado*

Para la caracterización del valor minotal calibrado, normalizado (incluye el secado y la expresión en el oxígeno de referencia, si es necesario) y validado se tendrán que considerar los caracteres de validación, tanto del contaminante como de los periféricos utilizados.

Así, podemos tener los casos siguientes<sup>8</sup>:

- i. Si la planta está parada, en periodo de arranque o parándose, todos los contaminantes y todos los periféricos tendrán que tener el mismo carácter de validación (A o B respectivamente). Por lo tanto, el carácter del contaminando calibrado y normalizado también será A o B.

---

<sup>8</sup> A=Parada, B=Arranque, C= Calibración y mantenimiento, D= Valores sustituto periféricos, E= Malfuncionamiento analizador, F= Datos exento de cumplimiento VLE y G= Datos validado.



- ii. Si el contaminante medido o alguno de los periféricos utilizados por la normalización se encuentran en calibración (con carácter de validación C), el carácter del contaminando calibrado y normalizado también será C.
- iii. Si el contaminante medido trae carácter de validación E, el carácter del contaminando calibrado y normalizado también será E, independientemente de los caracteres de validación de los periféricos necesarios.
- iv. Si el contaminante medido trae carácter de validación G y alguno de los periféricos necesarios trae carácter de validación E (esto quiere decir que este periférico ya ha agotado el máximo permitido de sustituciones por carácter de validación D), el carácter del contaminando calibrado y normalizado será E.
- v. Para tener un contaminante calibrado y normalizado con carácter F será necesario que el contaminante traiga asociado el carácter F (debido a que cumple alguna condición de funcionamiento que hace que no se tenga que valorar el cumplimiento del VLE) y todos los periféricos dispongan de carácter de validación G o D.
- vi. Para tener un contaminante calibrado y normalizado con carácter G será necesario que el contaminante traiga asociado el carácter G y todos los periféricos dispongan de carácter de validación G o D.



### 5.3 Criterios para la validación del cumplimiento de los VLE

El principal objetivo de este apartado es el de definir los pasos para realizar esta validación del cumplimiento, así como los criterios de calidad del dato a utilizar para dicho análisis. 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. Las incertidumbres necesitan ser estimadas e indicadas junto con el resultado para que la comprobación del cumplimiento pueda llevarse a cabo meticulosamente.

En los casos en que se dispone de SAM, se utilizarán para dicha validación las medias validadas. Estas medias validadas se tendrán que calcular a partir de los valores de SAM calibrados y normalizados, después de restar el intervalo de confianza del 95% indicado para el contaminante en cuestión. Por coherencia en el tratamiento de la incertidumbre de medición en todos SAM, se utilizarán datos validados, para verificar el cumplimiento del VLE para todos aquellos contaminantes que dispongan de SAM. Los intervalos de confianza del 95% a aplicar son los que se indican a la tabla 4.

**Tabla 4.** Intervalos de confianza

Contaminante	IC <sub>95%</sub>
Dióxido de azufre	20
Óxidos de Nitrógeno	20
Partículas totales	30

Como interpretación de este aspecto, se considera que, para obtener valores validados, a partir de los valores calibrados y normalizados generados por SAM, se tendrá que restar un porcentaje respecto del valor medido o del valor límite, según los casos siguientes:

- a. Si el valor calibrado y normalizado se encuentra por debajo del VLE, el dato validado se calculará de la manera siguiente:

$$d_v = d_c - \left( d_c \times \frac{IC_{95\%}}{100} \right)$$

- b. Si el valor calibrado y normalizado es igual o superior al VLE, la fórmula anterior tendrá que ser sustituida por la siguiente:

$$d_v = d_c - \left( VLE \times \frac{IC_{95\%}}{100} \right)$$



Donde:

$dv$  es el dato validado a utilizar para verificar el cumplimiento del VLE.

$dc$  es el dato obtenido por el SAM, con la función de calibrado aplicada y normalizada.

$IC_{95\%}$  es el intervalo de confianza para cada contaminante indicado en la tabla 2.

Para el cálculo de promedios temporales se utilizarán únicamente datos validos, excluyéndose periodos de mantenimiento, calibración o cualquier otra incidencia (ver apartado 5.2.2.2.). Asimismo se necesitará un porcentaje mínimo de datos validos de un periodo específico para poder calcular el promedio temporal. Las medias únicamente se realizarán una vez se disponga de datos validos validados.

Para la valoración del cumplimiento de los VLE del sector de fabricación de envases de vidrio se utilizarán medias diarias.

### 5.3.1 Medias de corto plazo (MCP) : medias semihorarias

Los valores de las medias de corto plazo (MCP) se calcularán a partir de los valores minutales validados (después de restar el valor del intervalo de confianza del 95%). En el caso del sector, las medias de corto plazo más representativas en base al conocimiento del sector son las medias semihorarias: valores que se calculan durante el tratamiento de validación del dato generado por los sistemas de medición en continuo. La primera media de un día se identificará como la de las 00:00 y será la media de los valores minutales comprendidos entre las 00:00 y el último minuto del periodo. Por ejemplo, por medias semihorarias la primera media del día se identificará como la de las 00:00 e irá de las 00:00 hasta las 00:29, la última media del día quedará identificada como la media de las 23:30 e irá de las 23:30 a las 23:59.

Los valores medios semihorarios se determinarán dentro de tiempo de funcionamiento real, excluidos los periodos de arranque, parada y periodos no validos, a partir de valores medidos. Después de restar el valor del intervalo de confianza.

#### Caracterización y cálculo de las medias semihorarias

Para asegurar la calidad de estos valores se considera relevante el identificar aquellas situaciones de caracterización de datos que tenga afección en el cálculo de las medias semihorarias. A continuación se presentan algunos casos a considerar para caracterizar y obtener el valor de la media semihoraria (haciendo referencia al tiempo en que se disponga de diferentes caracteres de validación minutales).



**Tabla 4.** Resumen esquemático de la caracterización de medias

Casuística <sup>9</sup>	Caracterización de medias	Consideración asociada																														
1. Si el porcentaje de tiempo con datos con carácter de validación G es igual o superior al 75% se considera que:	se caracterizará como <u>válida</u>	i. ha sido un periodo de funcionamiento efectivo, i. se calcula el valor de la media i. el período no se añade a la falta de disponibilidad del analizador.																														
1.1. Si la media obtenida es superior al umbral de valor anómalo aplicable al contaminante y no se ha superado el máximo de horas anómalas permitidas,	se caracterizará como <u>válida anómala (VA)</u> .	Esta media: i. no se utilizará para comprobar el cumplimiento del valor límite, ii. no se utilizará para calcular medias diarias, ii. se tendrá en cuenta en las horas de funcionamiento anómalo.																														
1.2. Si la media obtenida es inferior o igual al umbral de valor anómalo aplicable al contaminante, o si la media obtenida es superior al umbral de valor anómalo aplicable al contaminante y ya se ha llegado al número máximo de datos anómalos permitidos en este foco por año,	se considerará <u>válida disponible (VD)</u> .	Esta media: i. se utilizará para comprobar el cumplimiento del valor límite, ii. se utilizará para calcular la media diaria																														
2. Si el porcentaje de tiempo con datos con caracteres de validación A + B es superior al 25% del periodo,	se caracterizará como <u>parada disponible (PD)</u>	Se considerará que toda la media: i. No ha estado en funcionamiento efectivo, ii. No se utiliza para evaluar el cumplimiento del valor límite de emisión, iii. No se añade a la carencia de disponibilidad del analizador.																														
3. Si el porcentaje de tiempo con datos con caracteres de validación A + B es inferior al 25%, y C + E es superior al 25% del periodo, esta media y	se caracterizará como <u>no válida indisponible (NI)</u>	Se considerará que toda la media: i. ha estado en funcionamiento efectivo, ii. no se utiliza para evaluar el cumplimiento del valor límite de emisión, iii. se añade a la carencia de disponibilidad de datos del analizador.																														
4. Si el porcentaje de tiempo con datos con caracteres de validación A + B es inferior al 25%, y C + E es inferior al 25% del periodo, esta media y	se caracterizará como <u>no válida disponible (ND)</u>	Se considerará que toda la media:  i. ha estado en funcionamiento efectivo, ii. no se utiliza para evaluar el cumplimiento del valor límite de emisión, iii. no se añade a la carencia de disponibilidad de datos del analizador.																														
El resumen de las implicaciones de cada caracterización de media se puede ver a la siguiente tabla :																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Carácter</th> <th>Descripción</th> <th>Valoración del VLE</th> <th>Funcionamiento efectivo</th> <th>Indisponibilidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VA</td> <td>Válido Anómalo</td> <td>No</td> <td>Sí</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>VD</td> <td>Válido Disponible</td> <td>Si</td> <td>Sí</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>PD</td> <td>Parada disponible</td> <td>No</td> <td>No</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>NI</td> <td>No válido Indisponible</td> <td>No</td> <td>Sí</td> <td>Sí</td> </tr> <tr> <td>ND</td> <td>No válido Disponible</td> <td>No</td> <td>Sí</td> <td>No</td> </tr> </tbody> </table>			Carácter	Descripción	Valoración del VLE	Funcionamiento efectivo	Indisponibilidad	VA	Válido Anómalo	No	Sí	No	VD	Válido Disponible	Si	Sí	No	PD	Parada disponible	No	No	No	NI	No válido Indisponible	No	Sí	Sí	ND	No válido Disponible	No	Sí	No
Carácter	Descripción	Valoración del VLE	Funcionamiento efectivo	Indisponibilidad																												
VA	Válido Anómalo	No	Sí	No																												
VD	Válido Disponible	Si	Sí	No																												
PD	Parada disponible	No	No	No																												
NI	No válido Indisponible	No	Sí	Sí																												
ND	No válido Disponible	No	Sí	No																												
<i>Tabla 5:</i> Uso de las MC según la caracterización																																

<sup>9</sup> **A**=Parada, **B**=Arranque, **C**= Calibración y mantenimiento, **D**= Valores sustituto periféricos, **E**= Malfuncionamiento analizador, **F**= Datos exento de cumplimiento VLE y **G**= Datos validado.



### 5.3.2 Medias de largo plazo (MLP) (diarias)

Se calcularán las medias de largo plazo (MLP), a partir de las medias de corto plazo válidas disponibles. En general, las medias diarias se calcularán a partir de las medias semihorarias. Tal y como se ha indicado anteriormente, el documento BREF del sector de fabricación de vidrio define que los valores límite de emisión deben de ser evaluados en base a las medias diarias.

A continuación se presentan algunos aspectos a considerar en el cálculo de las medias diarias:

- a) Para la obtención de una media de largo plazo representativa del periodo y que permita la evaluación con el valor límite de emisión, se utilizará la información disponible cuando el foco esté en Valido disponible (VD) un mínimo de un 25% del tiempo de duración de la media (ej. es necesario disponer de un mínimo de 6 horas de carácter valido disponible, pudiendo ser no consecutivas).
- b) El valor de las medias diarias vendrá determinado por el valor medio de las medias semihorarias caracterizadas como válidas disponibles.

### 5.3.3 Condiciones anómalas de funcionamiento

Para las instalaciones con contaminantes medidos con SAM se considera necesario definir unas condiciones anómalas de funcionamiento en que se permite no cumplir el VLE, pero restringidas en el tiempo, tanto por lo que se refiere al total anual como a las horas seguidas en estas condiciones de funcionamiento. Estas superaciones pueden ser debidas a interrupciones, desajustes o fallos técnicamente inevitables de los dispositivos o de medición.

El tiempo de funcionamiento anómalo va asociado al foco y no al contaminante. Esto implica que en caso de que un contaminante provoque que el foco esté una hora en funcionamiento anómalo se perderá una hora anómala de las disponibles por el foco. En caso de que sea debido a dos o más contaminantes durante la misma hora, se perderá sólo una hora. Una vez se haya agotado el número de horas anómalas de funcionamiento del foco por año no se podrá caracterizar ninguna más media como anómala.

#### 5.3.3.1 Umbral anómalo y máximo de horas anómalas

Dado que el tiempo de funcionamiento anómalo se cuenta en MCP (medias semihorarias), y no se dispone de VLE para estos periodos, se definen diferentes casos posibles. Estos escenarios dependen de las condiciones de superación de VLE indicadas en las Autorizaciones es decir superaciones sobre medias de corto o largo plazo y las características de las mismas.



En el caso de instalaciones que solo tienen VLE para medias de largo plazo, como es el caso de los VLE incluidos en el BREF de fabricación de envases de vidrio, en este caso el umbral anómalo a considerar para determinar si una media semihoraria es anómala será el 130% del VLE de la media diaria.

De forma general para este tipo de instalaciones, las horas de funcionamiento anómalo por foco no pueden superar las 120 horas anuales. Además, en ningún caso no pueden superar las 24 horas seguidas en estas condiciones anómalas de funcionamiento.

El contador de horas de funcionamiento anómalo se pondrá a cero el 1 de enero a las 00:00. En caso de superación del VLE de cualquier MLP este periodo no se añadirá al contador de horas anómalas.

### 5.3.3.2 Disponibilidad de datos de SAM

La normativa sectorial ya desarrollada para otros sectores establece la obligatoriedad de utilizar sistemas SAM determina unos periodos en que permite no disponer de datos para cada contaminante. De este modo y en base a la información disponible a este respecto por el sector, se propone que, para considerar un día válido, no se podrán tener más de 6 horas en un día no validas indisponibles (ver Tabla 4 codificación).

Los días indisponibles irán al cómputo de indisponibilidad y se evaluará el cumplimiento del número máximo de días. En general se propone para el sector una limitación a 15 días el tiempo en que se permite no disponer de datos de SAM para cada contaminante. Una vez superados los quince días de indisponibilidad de un contaminante se hará una medida puntual<sup>10</sup> cada 15 días de consecutivos indisponibles. Se deberá continuar haciendo medidas puntuales hasta que el sistema que proporciona los datos pueda asegurar que los datos obtenidos permiten disponer de días disponibles.

Después de 30 días de indisponibilidad consecutivos se hará una medida puntual cada 15 días. Los resultados de las medidas puntuales realizadas se harán llegar a la Administración competente en materia de medio ambiente antes de 20 días desde la toma de los datos.

---

<sup>10</sup> Se considera un medida puntual la realización de tres tomas de muestras, de una duración individual de una hora, siempre que no haga falta una periodicidad diferente según las condiciones de producción o los límites de detección a conseguir con los métodos manuales.



#### 5.3.4 Valoración del cumplimiento del valor límite

Se considera que un foco cumple con la legislación cuando ninguna de las medias calculadas supera los valores límite asociados a cada periodo y contaminante. Tal y como se ha indicado anteriormente los NEA-MTD del BREF del vidrio se refieren a los valores medios diarios.

En el caso de mediciones continuas se considerara que se respetan los VLE como concentración si la valoración de los resultados indicase para las horas de explotación de un año natural que ningún valor medio diario validado supera los VLE. La superación de una sola media podrá ser considerado un incumplimiento del valor límite.

El porcentaje de cumplimiento de las medias semihorarias se calculará de la división entre las medias semihorarias válidas disponibles que cumplen el VLE del periodo y el número total de medias válidas disponibles del periodo.

El porcentaje de cumplimiento de las medias diarias se calculará de la división entre las medias diarias que cumplen el valor límite de emisión y el total de medias diarias que se han podido calcular en el periodo de valoración.



## 6 REPORTE Y COMUNICACIONES AL ÓRGANO COMPETENTE

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.

Las Autorizaciones Ambientales Integradas deben definir los requisitos de reporte a la Administración de los resultados de los Planes de Monitorización especificando los resultados de monitorización, la información relacionada y los resultados de cumplimiento de una forma efectiva.

De acuerdo con los principios de corresponsabilidad que en la actualidad se promulgan entre la administración ambiental y los sectores industriales es necesario maximizar esfuerzos en la preparación de informes, su reporte y el uso de la misma. De este modo se propone el evitar duplicidades de reporte a la administración ambiental en distintos periodos y modos de comunicación.

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. De este modo se propone que el responsable de la empresa tendrá que enviar un comunicado al Departamento competente en materia de medio ambiente en los siguientes casos:

- a) En caso de paradas programadas significativas de los hornos o de instalaciones de la planta con potencial incidencia ambiental.
- b) En caso de incidencias y averías, siempre y cuando se identifiquen que podrían incidir en el medio ambiente.
- c) En caso de resultados de superación de los VLE tanto en medición discontinua como continua.
- d) En caso de los sistemas SAM y/o emisiones anómalas detectadas en la monitorización en continuo:
  - o Alcanzado el número máximo de horas anómalas permitido a su instalación.
  - o Alcanzado el número máximo de días permitidos sin disponibilidad de datos para cada contaminante y la fecha de realización de las mediciones discontinuas necesarias.
  - o Con carácter mensual las medias diarias cuando se cumplan los VLE. En caso de incumplimientos enviar reportes con carácter diario.



- Cuando se alcanza el número de datos indisponibles se deberá comunicar la Departamento competente. Si después el sistema esta indisponible otros días únicamente hay que comunicar si la duración ininterrumpida de datos indisponibles sobre pasa 7 días consecutivos.
- En caso de que una reparación del sistema SAM sufre avería y hay que repararlo y se tarda durante 10 días, será necesario hacer una medición discontinua y comunicarla al Órgano Competente.
- Cuando se sobrepase el umbral de las 120h de valores anómalas.



## 7 ANEXOS



## 7.1 ANEXO 1 Definiciones

**Carácter de validación:** carácter de estado que va asociado a cada uno de los datos medidos y que permite conocer en cada momento cómo se puede utilizar el dato para evaluar el cumplimiento de la normativa, atendiendo a su representatividad.

**Dato medido:** dato minatural adquirida del analizador, un golpe escalada en rango y transformada en concentración, que entra al sistema de gestión de datos de la empresa. Es decir, si los datos adquiridos directamente del analizador son de 4 a 20 miliamperios (mA) y el rango de medición por ejemplo de 0 a 100 mg/m<sup>3</sup>, el dato medido correspondiendo a 12 mA tendrá que ser de 50 mg/m<sup>3</sup>.

**Dato validado:** dato minatural obtenido por SAM después de aplicar la función de calibración, los periféricos necesarios y restar el intervalo de confianza del 95% correspondiente al contaminante (ver punto 7 del presente documento).

**Horas de funcionamiento:** (para la carga másica) tiempo en que el foco está emitiendo y no se encuentra en ningún periodo de arranque y parada calculado a partir de datos minutales, de acuerdo con el punto 6.

**Horno nuevo** Un horno emplazado en los terrenos de la instalación tras la publicación de las presentes conclusiones o una reconstrucción total de un horno tras la publicación de las presentes conclusiones

**Hornos regenerativos** Hornos tienen cámaras en material refractario por donde pasan alternativamente el aire de combustión no puede y gases de combustión. Su función es la de almacenar calor (restado al humo) y para precalentar el aire de combustión.

Tipo de Hornos Port Side: Hornos con cámaras de lado la regeneración y llamas transversales (quemadores laterales).

- Tipo hornos END PORT: hornos tienen cámaras trasera de la regeneración y llamas U (quemadores traseros).

**Media de corto plazo (MCP):** Media calculada a partir de los datos minutales en función del periodo de tiempo más corto necesario a informar.

**Media de largo plazo (MLP):** Media calculada a partir de las medias de corto plazo (MCP), como segundo nivel de promedio, en función de los periodos necesarios a informar.

**Normalización:** expresión de los datos en condiciones normales de presión (1013 hPa) y temperatura (273 °C), secas (extrayendo la humedad) y con la corrección de oxígeno de referencia aplicable.

**Periférico:** es el equipo que mide los parámetros que sirven para normalizar. Sólo se consideran periféricos los sistemas de medida de presión, temperatura,



humedad y oxígeno. Los sistemas de medida de velocidad y/o caudal no se consideran periféricos.

**Reconstrucción completa del horno:** Una reconstrucción que suponga una modificación considerable de la tecnología o requisitos del horno y un ajuste importante o sustitución del horno y del equipo relacionado.

**Reconstrucción normal del horno** Una reconstrucción realizada entre campanas que no entrañe ninguna modificación significativa de la tecnología o los requisitos del horno, que no ajuste considerablemente el armazón del horno y que apenas modifique las dimensiones del mismo. El refractario del horno y, cuando proceda, los regeneradores se reparan mediante la sustitución total o parcial del material.

**SAM periférico:** sistema automático de medida usado para recoger los datos requeridos para convertir los valores medidos a condiciones de referencia, es decir SAM para humedad, temperatura, presión y oxígeno.

**Sistema Automático de Medida (SAM) extractivo:** Sistema Automático de Medida (SAM) que tiene la unidad de detección separada físicamente de la corriente de gas

**Sistema Automático de Medida (SAM) no extractivo:** Sistema Automático de Medida (SAM) que tiene la unidad de detección en la corriente de gas o en la parte de ella

**Sistema Automático de Medida (SAM):** sistema de medida instalado permanentemente en un punto para la medida en continuo de emisiones. Incluye además del analizador dispositivos para la toma de muestras y acondicionamiento de la muestra, así como dispositivos de ensayo y ajuste requeridos para las verificaciones periódicas de su funcionamiento.

**Sistema de gestión de datos de la empresa:** sistema informático propiedad de la empresa, que realiza la adquisición y el tratamiento de los datos procedentes de SAM, para poder compararlas con los requerimientos que establece la legislación para los diferentes contaminantes de cada foco.

**Sistema de Medición de Emisiones en Continuo (SMEC):** equipamiento necesario para medir en continuo todos los parámetros físicos y químicos necesarios para la correcta cuantificación de una emisión, y combinar estos con la medida para expresar de forma conveniente el valor de emisión de un contaminante. Usualmente incluye: SAM, SAM periférico, SATC.

**Tiempo de disponibilidad de datos del analizador:** tiempo en que el analizador está midiendo correctamente la emisión del foco mientras este foco se encuentra en funcionamiento efectivo. En lo referente al punto 8 del presente documento es el tiempo en que las medias de corto plazo del foco se caracterizan como VA, VD, ND.

**Tiempo de funcionamiento efectivo:** tiempo en que el foco está emitiendo y no se encuentra en ningún periodo de arranque y parada. En lo referente al



punto 8 del presente documento es el tiempo en que las medias de corto plazo del foco se caracterizan como VA, VD, NI y/o ND.

**Tiempo de indisponibilidad de datos del analizador:** tiempo en que el analizador no está midiendo correctamente la emisión del foco o el sistema de gestión de datos no guarda los datos mientras este foco se encuentra en funcionamiento efectivo. En lo referente al punto 8 del presente documento es el tiempo en que las medias de la planta se caracterizan como NI.

**Valor límite de emisión (VLE):** valor, la superación del cual puede suponer un incumplimiento de la legislación, con el que se comparan las medias (MCP o MLP). Este valor puede estar expresado como un porcentaje del valor límite. En estos casos, dentro del ámbito de este documento, el VLE será el resultado final de aplicar el porcentaje al valor límite.



## 7.2 ANEXO 2. Cálculos estimatorios del caudal y humedad

### Medición de flujo

Un parámetro clave para la estimación de emisiones está representado por los humos de volumen, la determinación de que puede en algunos casos ser problemática debido al punto de medición de emisiones no es lo ideal. En estos casos, es posible calcular el volumen de gas de combustión a partir del consumo de combustible del horno y la composición del lote. Con el fin de proceder a la estimación del volumen de gases de combustión en el punto de muestreo, las condiciones de la liberación, es necesario conocer la concentración de oxígeno en el gas de combustión. De hecho, para la producción específica es comúnmente aceptado que, en el caso de dificultades en la medición y / o disputar la figura, la velocidad de flujo del gas de combustión calculado se considera más fiable que el medido.

El volumen teórico de los humos viene derivado del consumo de combustible de las emisiones derivadas de la descomposición de las materias primas y en particular de los carbonatos presentes en la mezcla vitrificable.

$$VF_s = (C \cdot K) + CV \cdot (1 - R / 100) \cdot (100 / 100 - P) \cdot 22.414 / 44$$

**VF<sub>s</sub>**= Volumen de los humos secos (Nm<sup>3</sup>/h)

**K**= volumen específico de los humos secos en relación con la tipología del combustible utilizado para el tipo de proceso productivo:

K= 8.52 Nm<sup>3</sup> de humo seco por Nm<sup>3</sup> de gas natural con hornos de combustión tradicional

K= 1 Nm<sup>3</sup> de humo seco por Nm<sup>3</sup> gas natural con hornos de oxicomustion

K= 10,16 Nm<sup>3</sup> de humo seco por kg combustible (oli) con hornos de combustión tradicional

**C**= Consumo horario del combustible en Nm<sup>3</sup> (gas natural) o kg (oli BTZ)

**CV**= Caudal horario del horno (kg/h)

**R**= porcentaje de casco utilizado en la mezcla vitrificable (Nm<sup>3</sup>/h)

**U**= porcentaje de humedad de la mezcla + casco (%)

**P**=perdida de fuego (P=17% para el vidrio sódico-cálcico).

22.414=volumen molar

44= peso molecular CO<sub>2</sub>

**Hornos de Combustión tradicional:** el volumen de los humos secos viene determinado por el valor porcentual del oxígeno de referencia al 8% de acuerdo a la formula:

$$VF_s 8\% = VF_s \times 1.615$$

Donde 1.615= 21/(21-8), con 8= % O<sub>2</sub> de referencia.

Con O<sub>2</sub> medido en la chimenea se calcula el volumen de los humos efectivos, utilizando la formula

$$VF_s O_2 = VF_s \times (21 / 21 - O_2)$$



### Algoritmo de estimación de la humedad de los humos.

La humedad de los humos tiene dos orígenes: producto de la combustión de gas natural y humedad de la mezcla vitrificable con el casco. Se propone la siguiente fórmula de cálculo:

$$V_{H_2O} = C \times 2 + (CV \times (1-R/100) \times (100/(100-P)) (U\%/100)) \times 22.414/18$$

**V<sub>H<sub>2</sub>O</sub>**= Volumen de humos debido al vapor de agua (Nm<sup>3</sup>/h)

**C**= Consumo horario de combustible (Nm<sup>3</sup>/h)

**CV**= Caudal horario del horno (kg/h)

**R**= porcentaje de casco utilizado en la mezcla vitrificable (Nm<sup>3</sup>/h)

**U**= porcentaje de humedad de la mezcla + casco (%)

**P**=perdida de fuego (P=17% para el vidrio sódico-cálcico).

22.414=volumen molar

18= peso molecular H<sub>2</sub>O

El porcentaje de humedad conseguida en los humos, en el punto de muestreo será calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad} = V_{H_2O} * 100 / \text{humos calculado}$$