

GUIA DE MONITORIZACION DE EMISIONES GEI DEL SECTOR CEMENTERO ESPAÑOL

*De acuerdo al Reglamento 601/2012
de 21 de junio de 2012
sobre el seguimiento y la notificación de las
emisiones de gases de efecto invernadero en
aplicación de la Directiva 2003/87/CE del
Parlamento y del Consejo*

**AGRUPACION DE FABRICANTES DE CEMENTO DE
ESPAÑA**

Enero 2014

INDICE

1.	OBJETO DE LA GUIA.....	5
2.	INTRODUCCION.....	5
3.	SECTOR CEMENTERO ESPAÑOL.....	6
4.	MARCO LEGAL.....	7
4.1.	LA DIRECTIVA Y LEY 1/2005.....	7
4.2.	LA ASIGNACION 2013-2020.....	8
4.3.	EL REGLAMENTO 601/2012 Y LOS MRR GUIDANCE DOCUMENTS.....	11
5.	EL CICLO DE CUMPLIMIENTO.....	14
5.1.	IMPORTANCIA DE LA MONITORIZACIÓN, NOTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN (MNV).....	14
5.2.	EL CICLO DE CUMPLIMIENTO.....	14
5.3.	EL PLAN DE SEGUIMIENTO.....	15
6.	CONCEPTOS BASICOS.....	16
6.1.	PRINCIPIOS BASICOS.....	16
6.2.	PLANTEAMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN.....	17
6.3.	TIPOS DE EMISIONES.....	17
6.4.	TIPOS DE INSTALACIONES, FUENTES DE EMISION, FLUJOS FUENTE.....	19
6.4.1.	Categorías de instalación.....	19
6.4.2.	Instalaciones con bajas emisiones.....	19
6.4.3.	Limites del seguimiento.....	19
6.4.4.	Clasificación de fuentes.....	19
6.4.5.	Criterios de clasificación.....	22
6.4.6.	Costes irrazonables.....	25
7.	PLAN DE SEGUIMIENTO.....	27
7.1.	DESARROLLO DEL PLAN DE SEGUIMIENTO.....	27
7.2.	SELECCION DEL NIVEL DE PLANTEAMIENTO Y EVIDENCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LA INCERTIDUBRE REQUERIDA.....	28
8.	EMISIONES DE COMBUSTION.....	31
8.1.	METODOLOGÍA GENERAL EN EMISIONES DE COMBUSTIÓN.....	31
8.1.1.	Combustibles comerciales estándar.....	32
8.1.2.	Flujos-fuente principales y secundarios.....	33
8.1.3.	En flujos-fuente de minimis.....	33
8.2.	DATOS DE ACTIVIDAD. CONCEPTO DE PARTIDA.....	33
8.2.1.	Humedad en combustibles.....	34
8.2.2.	Densidad aparente en combustibles.....	35
8.2.3.	Determinación y gestión del stock: lifo y fifo.....	36
8.2.4.	Aplicación de los niveles de planteamiento para los datos de actividad de combustibles.....	36
8.2.5.	Cantidades medidas en básculas. Criterios mínimos de verificación y calibración.....	36
8.3.	EMISIONES DE COMBUSTION. OBTENCION DEL FACTOR DE EMISION.....	37
8.3.1.	Aplicación de los niveles de planteamiento para los factores de emisión de combustibles.....	37
8.3.2.	Uso de factores bibliográficos.....	38
8.3.3.	Uso de factores del suministrador.....	39
8.3.4.	Aplicación de los niveles de planteamiento para el VCN de combustibles.....	39
8.4.	EMISIONES DE COMBUSTION. OBTENCION DEL FACTOR DE OXIDACION.....	40
8.5.	FRACCIONES DE BIOMASA.....	40
8.5.1.	Criterios de descuento fijo.....	42
8.5.2.	Criterios de descuento variable.....	42

8.5.3.	Método de certificación por proveedor	42
8.5.4.	Métodos para combustibles derivados de residuos	42
9.	EMISIONES DE PROCESO	44
9.1.	METODOLOGÍA GENERAL EN EMISIONES DE PROCESO	44
9.1.1.	Flujos-fuente principales	45
9.1.2.	Flujos-fuente secundarios y de minimis	45
9.2.	DATOS DE ACTIVIDAD EN EMISIONES DE PROCESO, CONSIDERACIONES PARTICULARES	45
9.2.1.	Tratamiento de la humedad	45
9.2.2.	Tratamiento de la densidad.....	46
9.3.	DATOS DE ACTIVIDAD, MÉTODO CLINKER.	47
9.3.1.	Método clinker. Datos de actividad.....	48
9.3.2.	Contribución de incertidumbre en adiciones, clinker y cemento expedido en sacos. Casos particulares.	49
9.3.3.	Determinación de stocks	50
9.3.4.	Tratamiento del CKD	50
9.3.5.	Descuento por cenizas de combustibles.....	51
9.3.6.	Descuento por aditivos.....	51
9.4.	DATOS DE ACTIVIDAD, MÉTODO CARBONATOS.	51
9.4.1.	Método A1. Carbonatos. Molienda de crudo.	51
9.4.2.	Método A2. Carbonatos. Alimentación de crudo.	52
9.4.3.	Método A3. Carbonatos. Balance de masas.	52
9.4.4.	Cantidades medidas en básculas. Criterios mínimos de verificación y calibración.	52
9.5.	FACTOR DE EMISIÓN. MÉTODO CLINKER.	53
9.5.1.	Factores estequiométricos	53
9.5.2.	Factores híbridos	53
9.5.3.	Corrección de factores de emisión por aporte de materiales descarbonatados	55
9.6.	FACTORES DE EMISIÓN EN MÉTODOS CARBONATOS	55
9.6.1.	Factores estequiométricos.	55
9.6.2.	Conversión directa.....	56
9.7.	EMISIONES DE PROCESO. FACTOR DE CONVERSION.....	56
9.8.	EMISIONES PROCEDENTES DE CARBONO PRESENTE EN LA MATERIA PRIMA.	56
10.	CONSIDERACIONES SOBRE FRECUENCIAS DE MUESTREO	58
10.1.	COQUE DE PETRÓLEO Y OTROS COMBUSTIBLES	59
10.2.	CRUDO Y CLINKER	61
10.3.	ANÁLISIS DE COSTES IRRAZONABLES EN RELACIÓN CON FRECUENCIAS DE MUESTREO.....	61
10.4.	LABORATORIOS ACREDITADOS	62
11.	CALCULO DE INCERTIDUMBRE	64
11.1.	CONCEPTO DE PROCESO DE MEDICION	64
11.2.	POSIBLES CONTRIBUCIONES A CONSIDERAR EN CÁLCULOS DE INCERTIDUMBRE.	65
11.2.1.	Estimación de la incertidumbre.....	65
11.2.2.	Composición de incertidumbres.....	66
11.2.3.	Posibles contribuciones a la incertidumbre.....	66
11.2.4.	Básculas puente.....	68
12.	ACTIVIDADES DE FLUJO DE DATOS.	70
12.1.	PRINCIPIOS BÁSICOS. INTEGRACION CON SISTEMAS DE GESTION	71

12.2. SISTEMA DE CONTROL	72
12.2.1. Concepto de Riesgo	72
12.2.2. Elementos del sistema de control.	73
12.2.3. Análisis de riesgos.	74
13. SEGUIMIENTO, NOTIFICACION y VERIFICACIÓN	78
ANEXO I. DETERMINACION DE FRACCIONES DE BIOMASA PARA COMBUSTIBLES DERIVADOS DE RESIDUOS	79
Categoría de los flujos fuente:	79
CDRs que constituyen fuentes de minimis.....	79
CDRs que constituyen fuentes secundarias o principales.	80
Concepto de partida	80
Métodos de ensayo.	83
Método del C14	83
Método de disolución selectiva	83
Método de selección manual.....	83
ANEXO II. PROPUESTA PARA LA DETERMINACION DEL FACTOR DE BIOMASA DE LOS NFUs EN ESPAÑA	84
ANEXO IIIa. EVALUACION DE RIEGOS. POSIBILIDAD A.	84
ANEXO IIIb. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.	94
GLOSARIO.....	95
DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	96

1. OBJETO DE LA GUIA

OFICEMEN promueve la elaboración de esta guía de monitorización de emisiones de gases de efecto invernadero con un triple objetivo:

- Ser una guía de aplicación del Reglamento UE 601/2012 de la Comisión de 21 de junio de 2012 sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Fijar criterios específicos de aplicación para el sector cementero
- Ser referente de las prácticas de seguimiento y notificación, ofreciendo soluciones concretas a los problemas identificados en la realidad industrial del sector cementero.

2. INTRODUCCION

El seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de manera exhaustiva, coherente, transparente y exacta de acuerdo con los requisitos armonizados son fundamentales para que funcione eficazmente el régimen de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero previsto en la Directiva 2003/87/CE. Durante el segundo período de comercio de derechos de emisión, correspondiente a los años 2008-2012, los titulares de instalaciones industriales, operadores de aeronaves, verificadores y autoridades competentes han adquirido experiencia en el seguimiento y la notificación con arreglo a lo dispuesto en la Decisión 2007/589/CE de la Comisión, de 18 de julio de 2007, por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Las normas aplicables tanto al tercer período de comercio de derechos de emisión de la Unión, que comienza el 1 de enero de 2013, como a los períodos posteriores, deben basarse en dicha experiencia.

El seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión Europea del 2013 en adelante deberán cumplir con dos nuevos reglamentos de la Comisión:

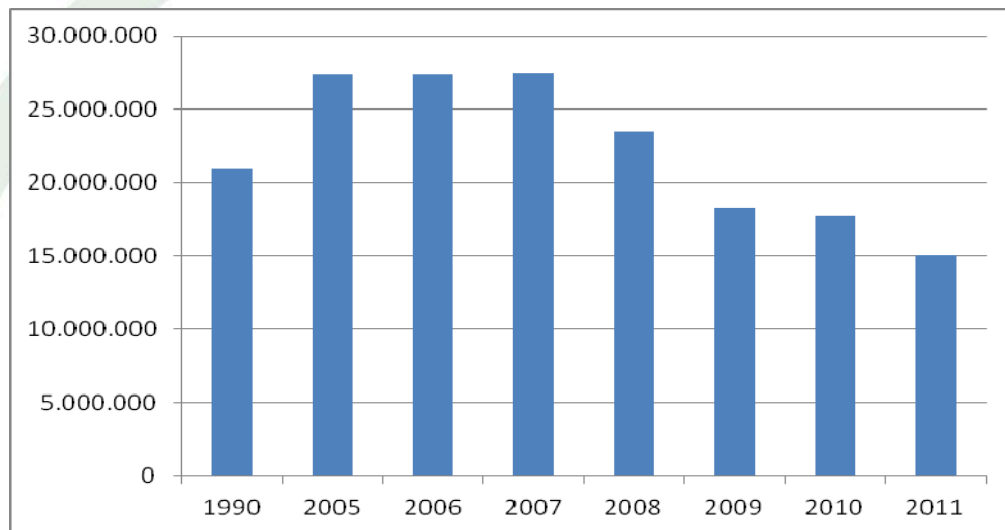
- **Reglamento 601/2012** sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo.
- **Reglamento 600/2012** relativo a la verificación de informes de emisiones de gases de efecto invernadero y de los informes de datos sobre tn-km y a la acreditación de los verificadores de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

3. SECTOR CEMENTERO ESPAÑOL

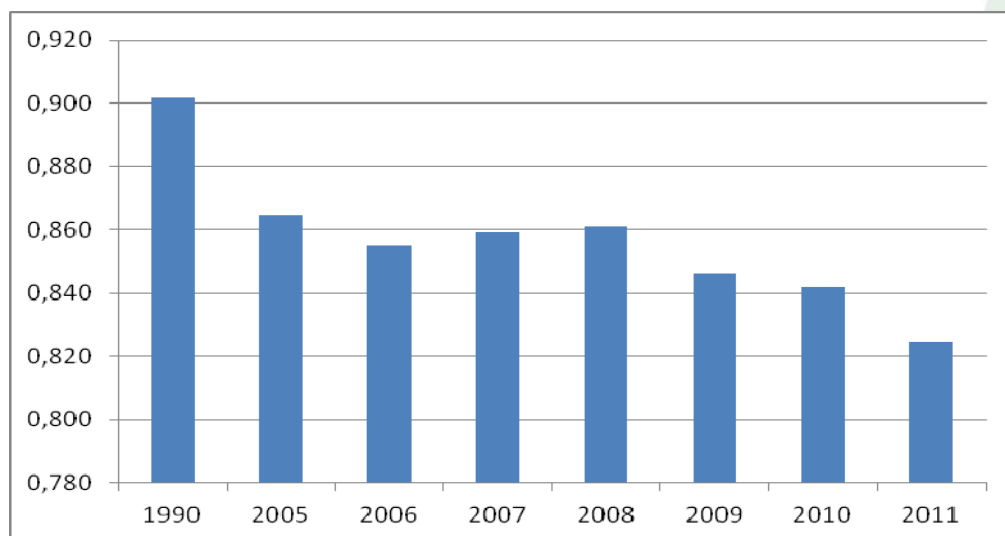
El Anexo 1 de la Ley 1/2005 por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero establece el criterio por el cual las instalaciones del sector cementero pasan a formar parte de instalaciones afectadas por el régimen de comercio de derechos de emisión. Se trata de las *instalaciones de fabricación de cemento sin pulverizar («clinker») en hornos rotatorios con una producción superior a 500 toneladas diarias, o de cal en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día, o en hornos de otro tipo con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día.*

De acuerdo a este criterio, existen 35 fábricas de cemento afectadas situadas en 14 comunidades autónomas.

La evolución de las emisiones del sector tanto en términos de emisiones de CO₂ absolutas como en intensidad de emisiones se representan en las siguientes gráficas:



Evolución emisiones de CO₂ totales



Evolución intensidad de emisión CO₂.

4. MARCO LEGAL

4.1. LA DIRECTIVA Y LEY 1/2005

La Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, incorporó al ordenamiento jurídico español la directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE.

Entre noviembre de 2008 y abril de 2009 se aprobaron dos directivas que revisaron la Directiva 2003/87/CE, reformando el régimen europeo de comercio de derechos de emisión y extendiendo su ámbito de aplicación.

Por un lado, la Directiva 2008/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, tiene como objeto reducir el impacto en el cambio climático atribuible a la aviación, mediante la inclusión de las emisiones de las actividades de este sector en el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión.

Por su parte, la Directiva 2009/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, acomete una revisión en profundidad del régimen comunitario de comercio de derechos de emisión.

Esta Directiva forma parte del llamado paquete comunitario de legislación sobre energía y cambio climático, cuya principal finalidad es poner en marcha un conjunto de medidas que garanticen el cumplimiento del compromiso asumido por el Consejo Europeo en marzo de 2007: reducir para 2020 las emisiones globales de gases de efecto invernadero de la Comunidad al menos un 20% respecto a los niveles de 1990, y un 30% siempre que otros países desarrollados se comprometan a realizar reducciones comprobables y que los países en desarrollo económicamente más avanzados se comprometan a contribuir convenientemente en función de sus responsabilidades y capacidades.

La Directiva 2009/29/CE ha sido incorporada al régimen jurídico interno a través de la Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de GEI, para perfeccionar y ampliar el régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo.

Por otra parte el seguimiento y verificación de las emisiones constituye un elemento clave en el diseño de todo régimen de comercio de derechos de emisión. Mediante este mecanismo se determina cuáles han sido las emisiones de cada una de las instalaciones afectadas y, por tanto, qué cantidad de derechos de emisión deben entregar.

De acuerdo con la Directiva 2003/87/CE, la Comisión ha adoptado "Directrices" para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero, conocidas como "MRG" (Monitoring and Reporting Guidelines). Las directrices originales se adoptaron en 2004 para el primer período de comercio (2005-2007) y fueron revisadas en 2007 para el segundo período de comercio (2008-2012). Para el tercer período de comercio (2013-2020) y en adelante, las directrices para el seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión deberán cumplir con dos nuevos reglamentos de la Comisión:

- Reglamento de seguimiento y notificación de emisiones de gases de efecto invernadero (Reglamento 601/2012) que establece las normas aplicables al seguimiento y la

notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero y datos de la actividad, con arreglo a lo dispuesto en la Directiva 2003/87/CE, para el período de aplicación del régimen de comercio de derechos de emisión de la UE que comienza el 1 de enero de 2013 y para los períodos posteriores.

- Reglamento relativo a la verificación de informes de emisiones de gases de efecto invernadero y datos sobre t-km y la acreditación de los verificadores (Reglamento 600/2012).

4.2. LA ASIGNACION 2013-2020

Los Planes Nacionales de Asignación, elemento central en la asignación de derechos de emisión durante los dos primeros períodos de aplicación del régimen de comercio, desaparecen el 1 de enero de 2013. A partir de esta fecha, se adopta un enfoque comunitario, tanto en lo que respecta a la determinación del volumen total de derechos de emisión, como en lo relativo a la metodología para asignar los derechos de emisión. Por ello, de conformidad con lo establecido en el artículo 17 de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, tras su modificación por la Ley 13/2010, de 5 de julio, para transponer las novedades introducidas en el Régimen Europeo de Comercio de Derechos de Emisión mediante la Directiva 2009/29/CE, la metodología de asignación gratuita transitoria vendrá determinada por las normas armonizadas que se adopten a nivel comunitario.

¿Cuáles son los principales cambios propuestos en el Régimen Europeo de Comercio de Derechos de Emisión (RCCDD) mediante la Directiva 2009/29/CE?.

- Los 27 límites máximos de derechos de emisión correspondientes a cada Estado miembro se sustituyen por un único límite máximo a escala de la UE. El límite anual se reducirá de forma gradual con arreglo a una trayectoria lineal, que se prolongará más allá de finales del tercer período de comercio (2013- 2020).
- Se introducen normas armonizadas para la asignación gratuita.
- Parte de los derechos de emisión que pueden subastarse se redistribuirá de los Estados miembros con ingresos per cápita altos a los de bajos ingresos, con objeto de reforzar la capacidad financiera de estos últimos para invertir en tecnologías respetuosas del clima.
- Se incluirán en el RCCDE algunas industrias adicionales y más gases.
- Los Estados miembros estarán autorizados a excluir del régimen las instalaciones pequeñas, siempre y cuando estén sometidas a medidas equivalentes de reducción de emisiones.

A continuación se presenta, un esquema sinóptico con las principales diferencias entre las tres etapas del comercio de derechos de emisión, la pasada (2005-2007), la actual (2008-2012) y el futuro post-Kioto.

	Plan Nacional de Asignación 2005 - 2007	Plan Nacional de Asignación 2008 -2012	Etapa Post-Kioto
Metodología de asignación	Grandfathering	Grandfathering + Benchmarking	Benchmarking
Tipo de asignación para los sectores industriales	Gratuita	Gratuita	100% gratuita sectores en riesgo de fuga. 80% a 30% sectores no en riesgo de fuga.
Datos clave para la asignación	Emisiones	Emisiones y producciones	Intensidades de emisión 10% más eficiente
Ámbito	Nacional	Nacional	Europeo

A partir de 2013, el número total de derechos debe ir reduciéndose cada año de un modo lineal. El punto de partida de esa línea descendente es la media de la cantidad total de derechos (límite máximo de la segunda fase) que han expedido los Estados miembros en el período 2008-2012, adaptada para tener en cuenta la ampliación del ámbito de aplicación del régimen a partir de 2013. El factor lineal de reducción de la cantidad anual en relación con el límite de la segunda fase es 1,74 %.

El punto de partida para determinar el factor lineal del 1,74 % es la reducción global de las emisiones de gases de efecto invernadero del 20 % respecto a los niveles de 1990, lo cual equivale a una reducción del 14 % en comparación con 2005. No obstante, los sectores incluidos en el Régimen del Comercio de Derechos de Emisión tienen que conseguir una reducción más importante. El reparto del esfuerzo que permite reducir al mínimo el coste global de reducción es como sigue:

- una reducción, de aquí a 2020, del 21 % de las emisiones de los sectores incluidos en el RCCDE en comparación con 2005;
- una reducción de alrededor del 10 % en comparación con 2005 en el caso de los sectores no regulados por el RCCDE.

A partir del 2013, la adquisición de los derechos de emisión, por parte de las instalaciones de cada sector, con el fin de cancelar sus emisiones directas, estará regulada por alguno de los tres esquemas que se presentan a continuación:

- Subasta de derechos donde los sectores podrán comprar los derechos para cubrir sus obligaciones y realizada por los EE.MM. En este sentido, la Comisión publicó el 18 de noviembre de 2010 el Reglamento 1031/2010, sobre el calendario, la gestión y otros aspectos de las subastas de los derechos de emisión de gases de efecto invernadero con arreglo a la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad
- Asignación gratuita decreciente mediante un régimen transitorio que pase de asignar gratuitamente, en 2013, el 80% del techo sectorial de derechos, al 30% de dicho techo en 2020, mediante la aplicación de un benchmarking a nivel comunitario por sector o subsector. Este esquema será aplicable a los sectores industriales que, bajo un enfoque europeo y por comitología, la Comisión Europea determine que no se encuentran expuestos a fuga de carbono.

- Asignación 100% gratuita (2013-2020) para los sectores o subsectores expuestos a fuga de carbono, que recibirán el 100% de los derechos de su techo sectorial de forma gratuita. La lista definitiva de estas ramas industriales se publicó en la Decisión de la Comisión de 24 de diciembre de 2009 por la que se determina, de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, una lista de los sectores y subsectores que se consideran expuestos a un riesgo significativo de fuga de carbono

El sector cemento esta incluido en dicha lista de sectores expuesto a fuga de carbono.

- **Asignación individualizada de derechos de emisión de gases de efecto invernadero para el periodo 2013-2020**

La metodología de asignación a las instalaciones susceptibles de recibir asignación gratuita de derechos de emisión en el período 2013-2020 viene establecida en la Decisión 2011/278/UE de 27 de abril, por la que se determinan las normas transitorias de la Unión para la armonización de la asignación gratuita de derechos de emisión con arreglo al artículo 10 bis de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (DOUE 17.05.2011).

La Decisión detalla la metodología de cálculo de los derechos a solicitar por parte de las instalaciones sujetas a asignación gratuita, de conformidad con la Ley 13/2010, de 5 de julio. Dicha metodología se basa en la aplicación de una cifra de emisiones por unidad de producto (benchmark) para cada uno de los productos que se fabriquen en la instalación

Asimismo, se han seguido las Guías interpretativas de la Decisión elaboradas por la Comisión europea:

- Guía metodológica general.
- Guía sobre metodologías de asignación.
- Guía de recopilación de datos.
- Guía sobre verificación de los datos.
- Guía sobre fugas de carbono.
- Guía sobre flujos de calor.
- Guía sobre nuevos entrantes y cierres.
- Guía sobre gases residuales y sub-instalaciones de proceso.
- Guía sobre sectores específicos.

Una vez completado el marco normativo con la adopción de la Decisión 2011/278/UE, los Estados Miembros abrieron un plazo para que los titulares de las instalaciones presentaran la documentación complementaria necesaria para determinar las asignaciones. Esta documentación ha sido objeto de un proceso de revisión por las autoridades competentes y completado el análisis de las alegaciones e introducidos los cambios y ajustes pertinentes, las asignaciones fueron remitidas a la Comisión europea.

De acuerdo con la Directiva 2009/29/CE y la Decisión 2011/278/UE, las asignaciones presentadas por los Estados miembros serán objeto de escrutinio por parte de la Comisión.

Conocidas las asignaciones preliminares de todas las instalaciones de todos los Estados miembros, corresponde también a la Comisión determinar si procede aplicar el factor de corrección intersectorial y su valor. Ello depende de que la suma de todas las

asignaciones preliminares supere el límite de asignación gratuita establecido con arreglo al artículo 10 bis, apartado 5, de la Directiva 2003/87/CE. La aplicación de este factor conllevaría una reducción a la baja de las asignaciones afectadas, proporcional para todas ellas, de modo que, en su conjunto, no superen el volumen máximo de asignación gratuita, tal como exige la Directiva.

La Comisión el 5 de septiembre de 2013 publicó la Decisión 2013/448/UE referente a las medidas nacionales de implementación (NIMs) para la asignación gratuita de derechos de emisión de acuerdo al artículo 11(3) de la Directiva 2003/87/EC en la que da las bases para el cálculo de derechos de emisión gratuitos que serán entregados a cada instalación hasta el 2020 donde se indica en su anexo II el factor de corrección uniforme intersectorial contemplado en el artículo 10 bis, apartado 5, de la Directiva 2003/87/CE y determinado de acuerdo con el artículo 15, apartado 3, de la Decisión 2011/278/UE:

Año	Factor de corrección intersectorial
2013	94,272151%
2014	92,634731%
2015	90,978052%
2016	89,304105%
2017	87,612124%
2018	85,903685%
2019	84,173950%
2020	82,438204%

Por otro lado, a las instalaciones que teniendo el carácter de generador eléctrico les corresponde recibir asignación gratuita por la generación de calor no se les aplica en ningún caso el factor de corrección intersectorial. En cambio, sí les es de aplicación un factor de reducción anual del 1,74%.

4.3. EL REGLAMENTO 601/2012 Y LOS MRR GUIDANCE DOCUMENTS

o Reglamento 601/2012 de seguimiento y notificación y documentos Guías

Tal y como se ha comentado en el punto 4.1 de acuerdo con la Directiva 2003/87/CE, la Comisión para el período 2013-2020 y en adelante, ha adoptado las directrices para el seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión que deberán cumplir con dos nuevos reglamentos de la Comisión:

- o Reglamento de seguimiento y notificación de emisiones de gases de efecto invernadero (Reglamento 601/2012). Establece las normas aplicables al seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero y datos de la actividad, con arreglo a lo dispuesto en la Directiva 2003/87/CE, para el período de aplicación del régimen de comercio de derechos de emisión de la UE que comienza el 1 de enero de 2013 y para los períodos posteriores. Se aplicará al seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero especificadas para las actividades enumeradas en el anexo I de la Directiva 2003/87/CE y a los datos de la actividad correspondientes a las

instalaciones fijas y a las actividades de aviación, así como al seguimiento y la notificación de los datos sobre tonelada-kilómetro de las actividades de aviación.

- Reglamento relativo a la verificación de informes de emisiones de gases de efecto invernadero y datos sobre tn-km y la acreditación de los verificadores (Reglamento 600/2012). Se aplicará a la verificación de las emisiones de gases de efecto invernadero y de los datos sobre tn-km que se produzcan a partir del 1 de enero de 2013

Estas reglas reemplazarán a las existentes al comienzo de la tercera fase del EU ETS (Régimen de comercio de emisión), a partir de 2013.

Además la Comisión Europea ha desarrollado documentos guías de carácter no legal, para una efectiva implementación y un enfoque armonizado de los requerimientos de estas regulaciones:

- GD1: Guía general de interpretación de los reglamentos arriba indicados para instalaciones.
- GD2: Guía general de interpretación para aviación.
- Contenidos mínimos del Plan de Seguimiento (formato excel).
- GD3: Guía sobre biomasa.
- GD4: Guía sobre cumplimiento de la incertidumbre.
- GD5: Guía para el análisis de los factores de cálculo.
- GD6: Guía sobre flujo de datos y sistemas de control.

- **Documento Guía general para las instalaciones de orientación de las MRR (Monitoring and Reporting Regulation)**

Como se ha comentado, la Comisión Europea ha desarrollado documentos guías para una efectiva implementación y un enfoque armonizado de los requerimientos de estas regulaciones. Este material consiste en manuales de interpretación de aspectos específicos, documentos de preguntas y respuestas, plantillas (basadas en excell), ejemplos de implementación.

En el documento Guía general de interpretación del Reglamento de seguimiento y notificación se interpreta esta regulación sobre los requisitos que deben seguir y cumplir las instalaciones. También se basa en la orientación y las mejores prácticas desarrolladas durante las dos primeras fases del ETS de la UE (2005 a 2007 y 2008 a 2012), en particular, la experiencia adquirida por los Estados miembros sobre la base de las Directrices de seguimiento y notificación (MRG 2007), incluyendo un conjunto de notas de orientación desarrollados en el marco de IMPEL. También tiene en cuenta las aportaciones del Task Force establecido en virtud del Foro de Cumplimiento de ETS de la UE, y desde el TWG (grupo de trabajo de expertos) de EE.MM establecido bajo el WG3 del Comité de Cambio Climático.

Este documento ha sido elaborado para aclarar e interpretar el Reglamento de seguimiento y notificación explicando sus requisitos en un lenguaje de carácter no legislativo y adaptándolo las prácticas industriales reales del sector.

La Comisión para otras cuestiones técnicas más específicas, ha desarrollado otros documentos de orientación. El conjunto de documentos de orientación se ha complementado con plantillas electrónicas de información que deben presentar los operadores a la autoridad competente.

○ **Novedades de las MRR**

El Reglamento de seguimiento y notificación ha sido desarrollado para aumentar en toda la UE la armonización del enfoque más allá de lo ya logrado por la aplicación de los Estados miembros de las MRG 2007.

Los principales cambios de estas MRR en relación con las MRG 2007 se resumen a continuación:

- Tipo de rango legal que tendrá esta “regulación”: paso de “directrices” a “reglamento”
- Nuevas definiciones o cambios en la terminología : flujo fuente, biomasa, combustible mixto, material mixto, fracción fósil.....
- El plan de seguimiento ha adoptado un papel más relevante: inclusión de contenido mínimo del plan de seguimiento, posibilidad de planes de seguimiento normalizados y simplificados junto con evaluación de riesgo por la autoridad competente...
- Modificación de requisitos para elegir el nivel adecuado, así como de definiciones para las categorías de flujos fuente.
- Límites del seguimiento de las emisiones para cada instalación (operaciones anómalas: arranques, paradas y situaciones de emergencia durante el periodo de notificación)
- Nueva definición de costes irrazonables
- Posibilidad de mayor flexibilidad para combinar dentro de la misma instalación varias metodologías de seguimiento (normalizadas basadas en cálculo, basadas en medición, y las del balance de masas) siempre que el titular garantice que no se producirán omisiones ni dobles contabilizaciones.
- Para los casos en que los factores de cálculo se determinan mediante análisis de laboratorio, las MRR contiene dos elementos nuevos e importantes: tener un plan de muestreo (en forma de procedimiento escrito), aprobado por la autoridad competente, y aclaraciones relativas a los criterios por los cuales un laboratorio puede considerarse como equivalente a un laboratorio acreditado por la norma EN ISO/IEC 17025.
- Se intensifica la aplicación del principio de mejora continua, que obliga a los titulares a revisar periódicamente su metodología de seguimiento al objeto de perfeccionarlo, y a tener en cuenta las recomendaciones formuladas por los verificadores durante las inspecciones correspondientes. Cuando se aplique una metodología no basada en niveles o no se alcancen los requisitos del nivel más alto, los titulares deben notificar periódicamente las medidas adoptadas para implantar una metodología de seguimiento basada en el sistema de niveles y para alcanzar el nivel más alto requerido.
- Se establecen condiciones muy específicas para transferencias de CO₂ inherente o puro la transferencia de CO₂ inherente se haga exclusivamente a otras instalaciones acogidas al régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión,
- Disposiciones específicas para la aviación en lo que respecta a los planes y al seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

5. EL CICLO DE CUMPLIMIENTO

5.1. IMPORTANCIA DE LA MONITORIZACIÓN, NOTIFICACIÓN Y VERIFICACIÓN (MNV).

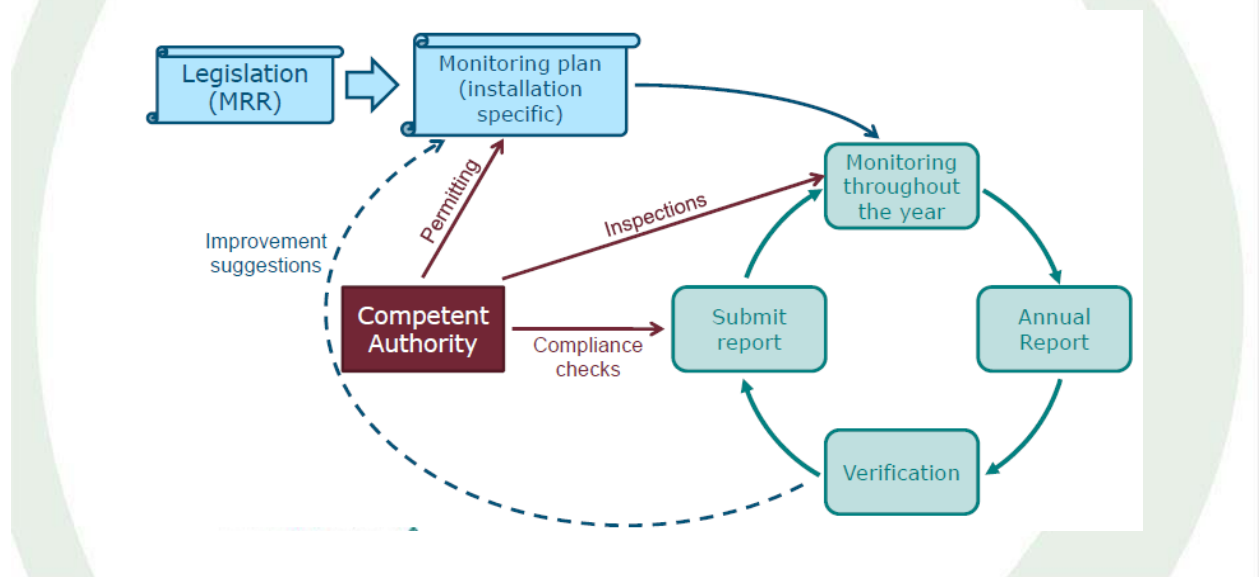
El seguimiento, la notificación y la verificación de emisiones (MNV) juegan un papel clave en la credibilidad de cualquier sistema de comercio de emisión. Sin el MNV, el cumplimiento carece de transparencia y la ejecución del sistema se puede ver comprometida.

Esto es válido por lo tanto para el régimen de comercio de emisión de la Unión Europea (EU ETS). Un consistente, preciso y transparente sistema de MNV da veracidad al EU ETS.

Con el fin de asegurar que esto se logra de una manera robusta, eficaz, transparente, y verificable, la Directiva ofrece una base sólida para conseguir un buen sistema de MNV.

5.2. EL CICLO DE CUMPLIMIENTO

El proceso anual de seguimiento, notificación, verificación de las emisiones y el procedimiento de la autoridad competente para la aceptación de los informes de emisiones se denomina a menudo como "**ciclo de cumplimiento**". En la figura que se muestra a continuación se muestran los elementos principales de este ciclo.



Por tanto, el operador deberá garantizar que la metodología de seguimiento se documenta por escrito, y no se puede modificar arbitrariamente. En el caso del EU ETS, esta metodología escrita se denomina plan de seguimiento (MP) de la instalación. Es parte del permiso que cada instalación debe tener para la emisión de gases de efecto invernadero.

El plan de seguimiento debe seguir los requisitos de la legislación aplicable en toda la UE, en particular, del Reglamento de Seguimiento y Notificación 601/2012.

Por otra parte la autoridad competente debe supervisar el cumplimiento de los operadores. Como primer paso la autoridad competente debe aprobar los planes de seguimiento antes de ser aplicados. Se chequea que los planes de seguimiento elaborados por el operador cumplen los requisitos de las MRR.

Además la autoridad competente puede llevar a cabo inspecciones en las instalaciones para asegurar que el plan de seguimiento esta en línea con la realidad de la instalación.

5.3. EL PLAN DE SEGUIMIENTO

La Ley 13/2010, de 5 de julio, en el *apartado dos.v.* de su artículo único, define el Plan de seguimiento como sigue: “*la documentación pormenorizada, completa y transparente de la metodología de seguimiento de una instalación u operador aéreo concreto, incluida la documentación de las actividades de adquisición y tratamiento de datos y el sistema de control de su veracidad.*”

En el núcleo del sistema establecido figura el plan de seguimiento, que debe incluir documentación pormenorizada, completa y clara relativa a la metodología de cada titular de instalación u operador de aeronaves concreto. Dicho plan debe ser objeto de actualizaciones periódicas, tanto en respuesta a los resultados de los verificadores como por propia iniciativa del titular de instalación u operador de aeronaves. La responsabilidad principal de la aplicación de la metodología de seguimiento, una parte de la cual se especifica mediante los procedimientos exigidos en el Reglamento de Seguimiento y Notificación 601/2012, debe seguir incumbiendo al titular de instalación u operador de aeronaves.

Los elementos típicos de un plan de monitorización incluirá las siguientes actividades del operador (aplicabilidad dependerá de las circunstancias específicas de la instalación):

- Información general de la instalación.
- La recogida de datos (datos de medición, facturas, protocolos de producción,...);
- Muestreo de materiales y combustibles;
- Análisis de laboratorio de combustibles y materiales.
- Mantenimiento y calibración de los medidores.
- Descripción de cálculos y fórmulas que son utilizadas.
- Control de actividades.
- Archivo de datos.
- Identificación periódica de posibilidades de mejora.

El contenido mínimo exigido respecto al Plan de Seguimiento de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, documento base de cada instalación, se relaciona en el anexo I del Reglamento 601/2012.

El Reglamento deja a decisión de los Estados miembros la posibilidad de utilizar planes de seguimiento normalizados. En este sentido, la Comisión Europea ha elaborado un formato de Plan de Seguimiento en forma de hoja Excel, similar al que se empleó para la solicitud de asignación de derechos para el periodo 2013-2020. El emplear un formato de plan de seguimiento normalizado refleja la preocupación de la Comisión por garantizar la aplicación homogénea de los requisitos de seguimiento y notificación en todos los Estados miembros.

Adicionalmente, se solicita a los titulares la presentación de documentos nuevos:

- Justificación de que cada flujo fuente o fuente de emisión cumple los umbrales de incertidumbre para los datos de actividad y factores de cálculo,
- Una evaluación de riesgo que demuestre que las actividades de control y procedimientos son proporcionales a los riesgos inherentes y de control identificados,
- Informes de mejora, en su caso (cuando se apliquen niveles diferentes a los exigidos, metodologías de seguimiento alternativas o cuando el verificador señale irregularidades en los informes de verificación).

6. CONCEPTOS BASICOS

6.1. PRINCIPIOS BASICOS

Los principios que deben regir el seguimiento y notificación aparecen desarrollados en los artículos 4 a 9 del Reglamento.

Exhaustividad

El seguimiento y la notificación deberán ser exhaustivos y abarcar todas las emisiones de proceso y de combustión de todas las fuentes de emisión y flujos fuente, y deberán tenerse en cuenta todos los gases de efecto invernadero asociados específicamente con esas actividades, pero evitando su doble contabilización.

Los titulares de instalaciones deberán aplicar medidas apropiadas para evitar lagunas de datos dentro del periodo de notificación

Coherencia, comparabilidad y transparencia

El seguimiento y la notificación deberán ser coherentes y comparables a lo largo del tiempo. Para lograrlo, los titulares de instalaciones deberán aplicar las mismas metodologías de seguimiento y conjuntos de datos, con sujeción a las modificaciones y excepciones aprobadas por la autoridad competente.

Los titulares de instalaciones y operadores de aeronaves deberán obtener, registrar, compilar, analizar y documentar los datos de seguimiento, incluyendo las hipótesis, referencias, datos de la actividad, factores e emisión, de oxidación y de conversión, de una manera transparente que permita al verificador y a la autoridad competente reproducir el proceso de determinación de las emisiones.

Exactitud

Los titulares de instalaciones y deberán velar por que la determinación de las emisiones no presente inexactitudes de carácter sistemático o deliberado.

Deberán identificar y reducir en lo posible las eventuales fuentes de incertidumbre.

Ejercerán la debida diligencia para asegurarse de que el cálculo y la medición de las emisiones presentan la mayor exactitud alcanzable

Integridad de la metodología

Los titulares de instalaciones u operadores de aeronaves deberán cerciorarse razonablemente de la integridad de los datos de emisión objeto de notificación. Deberán determinar las emisiones utilizando las metodologías de seguimiento apropiadas que se detallan en el Reglamento 601/2012.

Los datos de emisión notificados y las restantes informaciones no contendrán inexactitudes importantes, evitaran sesgos en la selección y presentación y proporcionaran una descripción fidedigna y equilibrada de las emisiones del titular de instalaciones. Al seleccionar una metodología de seguimiento, se contrastaran las mejoras derivadas de una mayor exactitud con los aumentos de costes que conlleven. El seguimiento y la notificación de las emisiones tendrán como objetivo alcanzar la exactitud más alta posible, siempre que sea técnicamente viable y no genere costes irrazonables.

Mejora continua

Los titulares de instalaciones y operadores de aeronaves deberán tener en cuenta, en sus posteriores actividades de seguimiento y notificación, las recomendaciones incluidas en los informes de verificación emitidos con arreglo al artículo 15 de la Directiva 2003/87/CE.

Es de crucial importancia entender el alcance de estos principios, que es necesario invocar a lo largo de esta guía, y remarcar la rigurosidad con la que se siguen los procesos de seguimiento y notificación de emisiones.

6.2. PLANTEAMIENTOS PARA LA MONITORIZACIÓN

Por primera vez la regulación de la monitorización introduce cuatro posibilidades respecto al planteamiento de monitorización general a aplicar:

- Monitorización con base en el cálculo.
- Monitorización con base en la medición de CO₂ en chimenea
- Monitorización no basada en niveles (fall back approach)
- Monitorización combinada

La Guía desarrollará el planteamiento base cálculo que es el utilizado por todas las fábricas de cemento españolas.

6.3. TIPOS DE EMISIONES

En las fábricas de cemento, las emisiones de CO₂ resultan de los flujos de combustible o material presentados a continuación clasificados en fuentes de proceso y fuentes de combustión de acuerdo al siguiente desglose:

Emisiones de proceso:

- Calcinación de piedra caliza en las materias primas,
- Contenido de carbono orgánico en la harina de crudo

La determinación de emisiones de proceso se describe en 7.2.2

Emisiones de combustión:

- Combustibles fósiles convencionales,
- Combustibles alternativos,
- Combustibles de biomasa (residuos de biomasa),
- Otras emisiones de combustión, si procede.

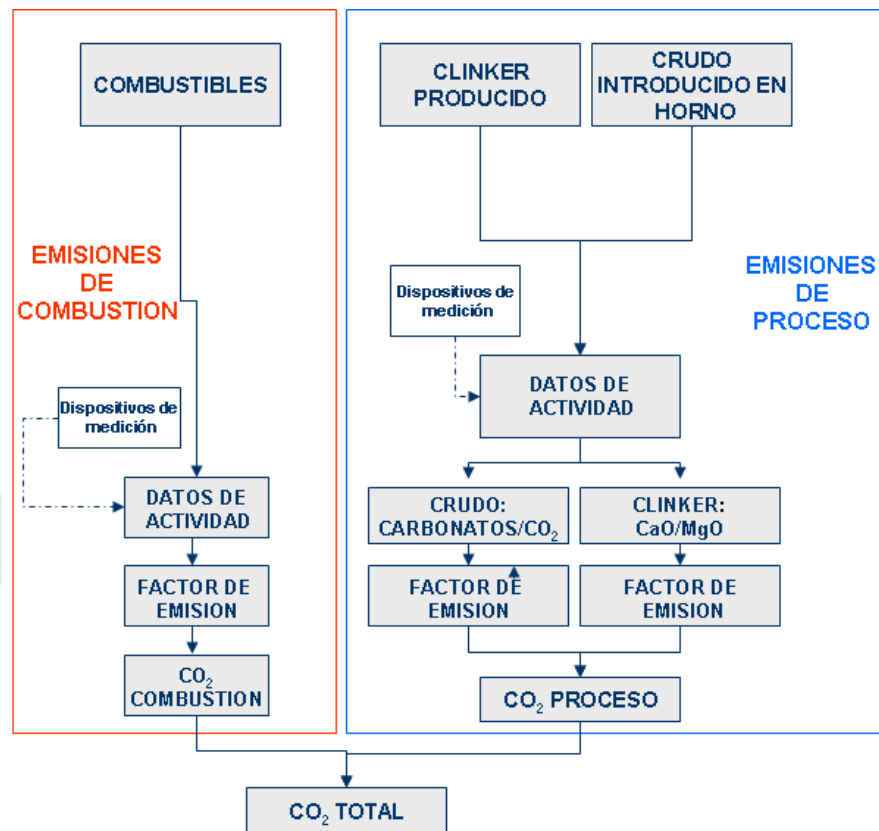
Emisiones de Biomasa

- Combustibles que consisten en biomasa pura (por ejemplo, maderas, restos de podas, ciertos tipos de lodos, harinas animales...)
- Combustibles en las que se puede determinar una fracción de biomasa (como por ejemplo, CDRs, NFUs y otros)

La determinación de emisiones de combustión se describe en 7.2.1

La determinación de emisiones de biomasa se describe en 7.6.

El esquema de cálculo común a todas las instalaciones se presenta en la siguiente figura:



Y de acuerdo a las siguientes expresiones generales:

Para emisiones de combustión:

$$\text{Emisiones} = \text{DA} \cdot (1 - \text{FB}^1) \cdot \text{VCN} \cdot \text{FEpre}^2 \cdot \text{FOX}$$

Para emisiones de proceso:

$$\text{Emisiones} = \text{DA} \cdot \text{FE} \cdot \text{FCON}$$

Donde;

DA: datos de actividad, expresados en t
 FE: factor de emisión, expresado en tCO₂/TJ
 FEpre: factor preliminar de emisión expresado en tCO₂/TJ
 FOX: factor de oxidación, adimensional
 FCON: factor de conversión, adimensional
 FB: fracción de biomasa expresada en %
 VCN: valor calorífico neto (TJ/t)

¹ Fracción de biomasa de acuerdo a la definición número 37 del artículo 3 del Reglamento

² Factor preliminar de emisión de acuerdo a la definición número 35 del artículo 3 del Reglamento

6.4. TIPOS DE INSTALACIONES, FUENTES DE EMISION, FLUJOS FUENTE

6.4.1. Categorías de instalación

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento las instalaciones pueden clasificarse en tres grupos de acuerdo a las emisiones anuales medias:

- Categoría A: con emisiones anuales medias iguales o inferiores a 50.000 toneladas de CO₂ (e)³;
- Categoría B: con emisiones medias anuales de más de 50.000 toneladas de CO₂ (e) e iguales e inferiores a 500.000 toneladas de CO₂ (e)
- Categoría C: con emisiones medias anuales de más de 500.000 toneladas de CO₂ (e)

Debe considerarse como emisiones anuales medias las emisiones verificadas correspondientes al periodo de comercio anterior excluyendo las procedentes de biomasa e incluyendo, en su caso, las que abandonan la instalación como CO₂ transferido.

En el caso de que las emisiones anuales medias del periodo inmediatamente anterior no estén disponibles se utilizará una estimación conservadora. Este tipo de situaciones pueden darse cuando, por ejemplo, tenga lugar un cambio en los límites del sistema debido a una reducción/ampliación de capacidad.

6.4.2. Instalaciones con bajas emisiones

Las instalaciones que emiten en promedio menos de 25.000 t de CO₂ (e) al año pueden ser clasificadas como "instalaciones de bajas emisiones", Para éstas, son aplicables las simplificaciones especiales del sistema de MNV con el fin de reducir los costes administrativos.

No existen sin embargo, actualmente instalaciones con bajas emisiones en el sector cementero español.

6.4.3. Límites del seguimiento

La actividad objeto de seguimiento de esta guía es la fabricación de cemento sin pulverizar (clinker) de acuerdo al desglose de fuentes indicados en 6.3 y a la AEGEI de la instalación.

6.4.4. Clasificación de fuentes

Conviene en este punto recordar la definición de fuente tal y como se ha redefinido en el Reglamento 601/2012:

Fuente de emisión: parte de una instalación identificable por separado, o proceso desarrollado dentro de una instalación, que produce emisiones de gases de efecto invernadero pertinentes o, en el caso de actividades de aviación, una aeronave en particular.

Que no hay que confundir con:

³ Se utilizará indistintamente CO₂ (e) o CO₂ ya que en la monitorización de CO₂ en fabricas de cemento sólo están implicadas las emisiones de CO₂ no incluyéndose ningún otro gas de efecto invernadero en el sentido expresado en la definición número 27 del artículo 3 del Reglamento

Flujo fuente: cualquiera de los siguientes:

- tipo concreto de combustible, materia prima o producto que provoca emisiones de gases de efecto invernadero pertinentes en una o más fuentes de emisión como consecuencia de su consumo o producción;
- tipo concreto de combustible, materia prima o producto que contiene carbono y que se incluye en el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero utilizando una metodología de balance de masas;

Lo que clasificamos son flujos-fuentes en el sentido de lo expresado en la primera definición. El objetivo de la clasificación es prestar mayor atención, y por tanto establecer requisitos más restrictivos en términos de incertidumbre exigida, a los flujos más importantes entendidos en términos de emisiones relativas.

Respecto a la clasificación de flujos fuente, la metodología a aplicar para su clasificación debe seguirse la siguiente secuencia

- a) Identificación de todos los flujos-fuente incluyendo aquellos que se consideran CO₂ transferido y excluyendo el CO₂ procedente de biomasa. Es decir, se considerará solamente el CO₂ procedente de fuentes fósiles.
Nota: esta identificación incluirá, en su caso, los flujos fuente que sean determinados por medición.
- b) Elaboración de la lista de las emisiones en valor absoluto de cada uno de los flujos-fuente en orden descendente
- c) Cálculo de las emisiones acumuladas en t CO₂
- d) Establecimiento de las emisiones totales por flujos-fuente en %
- e) Cálculo de las categorías de acuerdo a las siguientes definiciones:

Los flujos-fuentes pueden clasificarse de acuerdo a tres categorías en función de las toneladas anuales emitidas:

- **flujos fuente secundarios**, cuando los flujos fuente seleccionados por el titular equivalgan conjuntamente a menos de 5.000 toneladas anuales de CO₂ fósil, o bien a menos del 10 % (hasta una contribución máxima anual total de 100.000 toneladas de CO₂ fósil), considerándose la cifra más alta en valores absolutos;
- **flujos fuente de minimis**, cuando los flujos fuente seleccionados por el titular equivalgan conjuntamente a menos de 1.000 toneladas anuales de CO₂ fósil, o bien a menos del 2 % (hasta una contribución máxima anual total de 20.000 toneladas de CO₂ fósil), considerándose la cifra más alta en valores absolutos;
- **flujos fuente primarios**, cuando se trate de flujos fuente no clasificables en ninguna de las categorías anteriores.

De esta forma se dispone de toda la información necesaria para proceder a su clasificación. La metodología propuesta se ilustra en los dos ejemplos que se incluyen a continuación, los cuáles contienen datos que simulan la realidad de una fábrica de cemento en España en relación al tipo de flujos-fuente y la cantidad de emisión asociada.

FLUJOS-FUENTE	EMISIONES (tCO ₂)	EMISIONES ACUMULADAS (tCO ₂)	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)	CLASIFICACIÓN
Proceso	360.734	580.705	62,12	100	PPAL
Coque	194.478	219.971	33,49	37,97	PPAL
Aceites	12.485	25.493	2,15	4,48	SEC
Neumáticos*	6.155	13.008	1,06	2,33	SEC
Plásticos	4.530	6.853	0,78	1,27	MIN
Fuel-oil	1.219	2.323	0,21	0,49	MIN
Serrín impregnado*	581	1.104	0,10	0,19	MIN
Emulsiones	523	523	0,09	0,09	MIN

Nota 1: no se contabilizan para la clasificación de fuentes los combustibles de biomasa pura ya que su contribución a las emisiones de CO₂ son nulas de acuerdo a lo indicado en el artículo 19 del Reglamento.

Nota 2: en el ejemplo anterior, los flujos fuente neumáticos y serrín impregnado se clasifican con su contribución en tCO₂ fósil una vez descontada la fracción de biomasa de acuerdo con el procedimiento aprobado por la autoridad competente

FLUJOS-FUENTE	EMISIONES (tCO ₂)	EMISIONES ACUMULADAS (tCO ₂)	PORCENTAJE (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)	CLASIFICACION
Proceso	419.664	669.678	62,67	100	PPAL
Coque	214.646	250.014	32,05	37,33	PPAL
Neumáticos*	26.410	35.368	3,94	5,28	SEC
Carbón	6.108	8.958	0,90	1,34	MIN
Disolventes	2.674	2.940	0,40	0,44	MIN
Fuel-oil	266	266	0,04	0,04	MIN

***Nota 1:** en el ejemplo anterior, el flujo fuente neumáticos se clasifica con su contribución en tCO₂ fósil una vez descontada la fracción de biomasa de acuerdo con el procedimiento aprobado por la autoridad competente

Sobre el momento en que debe revisarse la clasificación se establece que todo titular de instalaciones comprobará periódicamente si el plan de seguimiento refleja las características y el funcionamiento de la instalación.

Algunas de las circunstancias que obligarán a repasar la clasificación de flujos fuente son las siguientes:

- cuando se produzcan nuevas emisiones como consecuencia de la realización de nuevas actividades o de la utilización de nuevos combustibles o materiales no incluidos previamente en el plan;
- cuando cambien los datos disponibles debido al empleo de nuevos tipos de instrumentos de medida, métodos de muestreo o análisis, o por otros motivos, de manera que introduzcan una mayor exactitud en la determinación de las emisiones;
- cuando se revelen incorrectos los datos obtenidos con la metodología de seguimiento aplicada previamente

- cuando se compruebe que el plan de seguimiento no se ajusta a los requisitos del presente Reglamento y la autoridad competente requiera al titular de las instalaciones su modificación;
- cuando resulte necesario para responder a las recomendaciones de mejora del plan de seguimiento incluidas en un informe de verificación.

En este punto caben varias posibilidades:

1. Que se hayan producido cambios de consideración de flujos-fuente y la autorización sí contemple específicamente dicha situación. Se considerará que la AEGEI contempla estas situaciones cuando describa la nueva situación mediante un sistema de niveles o por descripción del sistema de seguimiento (para secundarias y minimis).

En este caso no es necesaria notificación a la Administración.

2. Que se hayan producido cambios de consideración respecto a la AEGEI y la autorización no contemple específicamente la nueva situación.

En este caso se notificará a la Administración el cambio de consideración con una propuesta justificativa de la sistemática de seguimiento solicitada.

3. Que se hayan utilizado combustibles nuevos no incluidos en la AEGEI. Normalmente la utilización de nuevos combustibles implica la realización de un periodo de pruebas por cantidades que, en términos de emisiones, darían como resultado una clasificación de minimis a los nuevos flujos-fuente.

4. Que se hayan dejado de utilizar combustibles autorizados.

En este caso no es necesario notificación a la Administración.

Nota: Siempre que la AEGEI indique obligatoriedad de notificación en alguna circunstancia prevalecerá la AEGEI sobre cualquier criterio expuesto en esta guía incluidos los indicados en el punto 3 del artículo 15 del Reglamento.

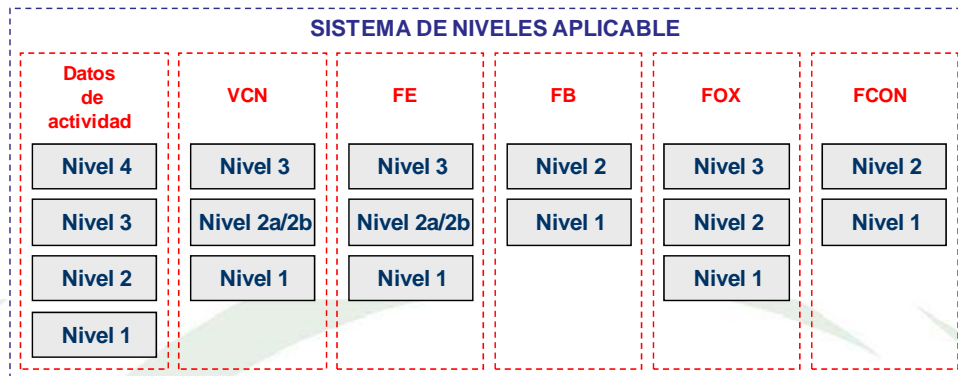
6.4.5. Criterios de clasificación

La definición de *nivel* (o nivel de planteamiento): *es el elemento específico de una metodología para determinar datos de las actividades (DA), factores de emisión (FE) y factores de oxidación (FOX) o conversión (FCON).*

Cada nivel de planteamiento lleva aparejada una metodología de cálculo que puede implicar:

- DA: la manera de determinar los datos de actividad y su incertidumbre asociada.
- VCN: valor calorífico neto de los combustibles utilizados
- FE: los requisitos sobre cómo determinar los factores de emisión. Normalmente se indica la necesidad o no de realizar análisis y los requerimientos sobre la norma a utilizar, el laboratorio o el origen de FE bibliográficos.
- FB: fracciones de biomasa. Para una referencia completa de la utilización de FBs véase el epígrafe 7.6.
- FOX: los requisitos sobre cómo determinar los factores de oxidación. Normalmente se indica la necesidad o no de realizar análisis y los requerimientos sobre la norma a utilizar, el laboratorio o las condiciones de uso del FOX en cada uno de los distintos sectores industriales afectados por la Directiva.

La selección de los niveles de planteamiento se realiza, para flujos fuentes principales, de acuerdo al cuadro del anexo II y Anexo V (artículo 26 del Reglamento), de acuerdo al siguiente esquema resumido:



De tal manera que serán aplicables:

CASO A. Cuando se trate de flujos fuente asociados a combustibles comerciales estándar los niveles indicados en el Anexo V del Reglamento, es decir:

Flujo Fuente	Datos de actividad (t)	VCN	FE	Contenido en carbono	FOX	FCON
Combustibles comerciales estándar	2	2a/2b	2a/2b	NA	1	NA
DA: 2	Incertidumbre del 5%					
VCN: 2a	Bibliográficos ⁴					
VCN:2b	Reservado para combustibles objeto de intercambios comerciales en cuyo caso el VCN se deducirá de registros de compra siempre que éstos refieran a Normas nacionales o internacionales aceptadas					
FOX: 1	Se aplicará el valor numérico 1					

CASO B. Para el resto de flujos fuente (con independencia de su clasificación) se aplicará de acuerdo al artículo 26 "el nivel más alto de los indicados en el anexo II":

El artículo 26 establece las siguientes excepciones:

- Bajo una justificación de costes irrazonables⁵ podrá rebajarse un nivel para instalaciones tipo C y dos niveles para instalaciones tipo B. Esto aplica igualmente a flujos fuente principales y secundarios.

⁴ De acuerdo al artículo 31 del Reglamento: o bien los del Inventario Nacional, o bien valores bibliográficos acordados con la autoridad competente

⁵ Véase una completa reseña respecto a los costes irrazonables en el epígrafe 6.4.6.

Nota: la rebaja de los niveles aplica tanto a los que se refieren a los datos de actividad como a los que se refieren a factores de cálculo (FE, VCN, FB, FOX).

- Para flujos fuente de minimis se podrá utilizar o bien, el sistema de niveles, pudiendo elegirse cualquiera de ellos, o bien un sistema de estimación prudente propuesto a la AC.

El sistema de niveles aplicable es por tanto:

Flujo Fuente	Datos de actividad (t) VCN		FCÓN	
	Obligatorio	Rebajado justificadamente	Obligatorio	Rebajado justificadamente
Combustibles líquidos y gaseosos	4 (±1,5%)	3 (±2,5%)	-	-
Combustibles sólidos	4 (±1,5%)	3 (±2,5%)	-	-
Proceso. Método carbonatos	3 (±2,5%)	2 (±5%)	-	-
Proceso. Método clinker	2 (±2,5%)	1 (±5%)	1	2
Proceso. CKD	2 (±7,5%)	NA	-	-
Proceso. Carbono no carbonatado	2 (±7,5%)	1 (±15%)	1	2

Nota: en la tabla anterior las cifras en paréntesis se refieren a la incertidumbre requerida en el proceso de determinación de los datos de actividad (t).

Flujo Fuente	FE		VCN		FB		FOX	
	Obligatorio	Rebajado justificadamente	Obligatorio	Rebajado justificadamente	Obligatorio	Rebajado justificadamente	Obligatorio	Rebajado justificadamente
Combustibles líquidos y gaseosos	3	2a/2b	3	2a/2b	2	1	1	2
Combustibles sólidos	3	2a/2b	3	2a/2b	2	1	1	2
Proceso. Método carbonatos	1	NA	-	-	-	-	-	-
Proceso. Método clinker	3	2	-	-	-	-	-	-
Proceso. CKD	2	1	-	-	-	-	-	-
Proceso. Carbono no carbonatado	2	1	-	-	-	-	-	-

Nota 1 ⁽⁶⁾: resumidamente, para FE: Nivel 1 y 2a representan valores bibliográficos; nivel 2b, valores sustitutivos+correlación empírica; nivel 3, análisis.

Nota 2: resumidamente, para VCN: Nivel 1 y 2a representan valores bibliográficos; Nivel 2b valores de proveedor; Nivel 3, análisis.

Nota 3: resumidamente, para FOX: Nivel 1, valor numérico 1; Nivel 2, valores bibliográficos; Nivel 3, análisis.

Nota 4: una explicación pormenorizada del significado de los niveles para emisiones de combustión y proceso, además de las reseñadas aquí, se indican en los epígrafes correspondientes.

Nota 5: la aplicación del sistema de niveles se ajustará además a las circunstancias particulares de cada instalación que, justificadamente, pudieran establecerse y a las referidas en la AEGEI de la misma.

⁽⁶⁾ Para una reseña completa del significado de los niveles véase el punto 2 del anexo II del Reglamento y los epígrafes correspondientes de los capítulos 8 y 9 de esta Guía.

6.4.6. Costes irrazonables

Cuando un titular de instalaciones alegue que la aplicación de una metodología de seguimiento específica genera costes irrazonables, la autoridad competente procederá a evaluar el carácter irrazonable de los costes teniendo en cuenta las justificaciones aportadas por el titular u operador.

Para evaluar estos costes irrazonables el Reglamento establece que:

- Se incurrirá en costes irrazonables cuando la estimación de los costes supere a los beneficios. Dichos beneficios se calcularán multiplicando un factor de mejora por un precio de referencia de 20 EUR por derecho de emisión, y en los costes se incluirá un periodo de amortización adecuado, basado en la vida útil de los equipos.
- El factor de mejora se calculará como la diferencia entre el grado de incertidumbre actual y el umbral de incertidumbre del nivel correspondiente a la mejora, multiplicada por las emisiones medias anuales generadas por el flujo fuente durante los tres últimos años.

La expresión a utilizar para efectuar los análisis de costes razonables es la siguiente:

$$C < P * EM * (U_{con} - U_{req})$$

Donde:

C: costes (€/año).

P: precio de los derechos 20€/tCO₂.

EM: emisiones medias del flujo fuente considerado (tCO₂/año).

U_{con}: incertidumbre considerada para el proceso de medición en cuestión. Esta incertidumbre será mayor que la del nivel de planteamiento aplicable.

U_{req}: incertidumbre requerida, correspondiente al nivel de planteamiento.

Cuando se realice una evaluación de costes irrazonables en el que no estén implicados directamente incertidumbres (expresadas en %), el factor de mejora (U_{con}-U_{req}) a considerar será del 1%. Estos análisis estarán encaminados principalmente a evitar costes excesivos para obtener resultados que, con otras aproximaciones, no rebajan la exactitud de los datos. Por ejemplo:

- Exención de medición de determinado parámetro
- Sustitución de factores de cálculo obtenidos por análisis con valores obtenidos por defecto.
- Cambio de la de la frecuencia de los análisis de cada flujo fuente;
- Cambio de los intervalos de calibración y mantenimiento de los instrumentos de medida;

Ejemplo 1. Exención de medición del COT de la materia prima.

Para una reseña completa de la procedencia y posible tratamiento del carbono orgánico presente en la materia prima véase el epígrafe 9.8.

La cantidad de carbono orgánico en la materia prima depende fundamentalmente de la cantera de donde se extraen las materias primas. Su contenido es variable y variable también de otros condicionantes pero su contenido es siempre muy bajo en relación con otros parámetros clave del crudo.

Sea una fábrica en la que el consumo de crudo ha sido respectivamente durante los años 2010-2012: 300.000, 400.000 y 500.000 toneladas.

Nota: este consumo de crudo puede determinarse directamente a través de alguno de los métodos indicados en 9.4 o a partir de la cifra de clinker producido a través de factor crudo clinker de la instalación.

El laboratorio de la fábrica reporta unos contenidos de carbono orgánico de 0,16%, 0,20% y 0,18% respectivamente para los citados años. Dichas medidas son obtenidas de medias mensuales determinadas a partir de muestras diarias de crudo objeto del control de producción de la fábrica.

Por el lado de los beneficios:

En primer lugar se calcularán las emisiones procedentes de COT multiplicando el contenido en carbono del crudo por el factor estequiométrico correspondiente al carbono 3,664 tCO₂/tC

$$300.000 * 0,16\% * 3,664 = 1758,72 \text{ tCO}_2$$

$$400.000 * 0,20\% * 3,664 = 2931,20 \text{ tCO}_2$$

$$500.000 * 0,18\% * 3,664 = 3297,60 \text{ tCO}_2$$

En segundo lugar se calculará la media del periodo correspondiente a los tres años y aplicará el factor de mejora del 1% ya que el artículo 18 del Reglamento establece que "...la autoridad competente utilizará un factor de mejora igual al 1% de las emisiones medias anuales de los flujos fuente respectivos durante los tres últimos periodos de notificación"

De tal manera que las emisiones medias correspondientes al periodo 2010-2012 son de 2662,50 tCO₂. Aplicando el factor de mejora del 1%, tenemos: 26.63 tCO₂

En tercer lugar calculamos el beneficio aplicando a estas emisiones un precio de 20€/tCO₂ lo que supone 26,63 * 20 = 532.6€

Por el lado de los costes:

Deben contabilizarse todos los costes, en base anual, incurridos en el análisis. Estos son:

- Coste anual del análisis en laboratorio acreditado: 200€
- Coste de toma de muestra, que incluya, costos de laborante, costos de procesado homogeneización y composición de las muestras: 2.000€

Lo que hace un total de 2.200€ de costes asociados

Los costes: 2.200€ superan a los beneficios: 532,6€ por lo cual no es razonable proceder a la medida del COT y puede aceptarse la exención a dicha medida.

7. PLAN DE SEGUIMIENTO

Todos los titulares de instalaciones realizarán el seguimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero basándose en un plan de seguimiento (PS) aprobado por la autoridad competente, teniendo en cuenta las características y el funcionamiento de la instalación a la que se aplica.

El plan de seguimiento se complementará con procedimientos escritos que el titular de instalaciones deberá elaborar, documentar, aplicar y mantener, según proceda, en relación con las actividades incluidas en dicho plan. Estos procedimientos escritos formarán parte de los sistemas de gestión de la fábrica de cemento ya sea de los sistemas de calidad, medio ambiente o cualquier otro relacionado.

El nuevo Reglamento se acompaña de un formato electrónico de plan de seguimiento que recoge todos los requisitos descritos en el mismo. El formato electrónico se acompaña de la documentación justificativa necesaria para evidenciar el cumplimiento de los requisitos aplicables, fundamentalmente en lo que se refiere a los límites de incertidumbre aplicables.

7.1. DESARROLLO DEL PLAN DE SEGUIMIENTO

En cualquier caso la redacción del Plan de Seguimiento observará los siguientes criterios básicos:

- Conocimiento de la propia instalación tratando de utilizar los datos más robustos y basados en instrumentos fiables y en procesos de control efectivos. Esto posibilitará la construcción de Planes de Seguimiento lo más sencillos posible.
- Perspectiva de tercera parte, consistente en que cuando se diseñe el PS se tenga en cuenta las preguntas que el verificador nos planteará en el futuro tratando de dar las repuestas más directas y posibilitando una transmisión de la información sencilla y transparente.
- Perspectiva de cambio, ya que los planes de seguimiento evolucionarán tal y como evolucione el estado del arte y las condiciones de producción.

La siguiente aproximación secuencial puede ser útil cuando se definan planes de seguimiento:

1. Definición de los límites del sistema.
2. Determinación de la categoría de la instalación.
3. Identificación y categorización de todos los flujos fuente.
4. Identificación de los niveles de planteamiento aplicables.
5. Identificación de las fuentes de datos que se utilizarán.
 - Para los datos de actividad: báscula puente, báscula dosificadora, cinta, caudalímetro, etc.
 - Para lotes, conocimientos de embarque, stocks, etc.
 - Para otros datos proporcionados por terceros: albaranes, registros de entrada, etc.
 - Para análisis de laboratorio: propio o de terceros. Factores de emisión VCNs, etc.
6. Evaluación de si los niveles de planteamiento pueden alcanzarse o si es necesario aplicar algún valor alternativo basado en análisis de costes irrazonables o en métodos alternativos.
7. Definición de los flujos de datos preferentemente con diagramas de flujo.

8. Definición de la evaluación de riesgos.
9. Análisis del resultado de la evaluación de riesgos y tomar acciones en consecuencia⁷.
10. Redacción del Plan de Seguimiento de acuerdo a las plantillas electrónicas definidas al efecto junto con la documentación justificativa necesaria.

7.2. SELECCION DEL NIVEL DE PLANTEAMIENTO Y EVIDENCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LA INCERTIDUMBRE REQUERIDA

Para definir los niveles pertinentes con arreglo al artículo 26 del Reglamento, a efectos de la determinación de los datos de la actividad y de los factores de cálculo, el titular deberá aplicar:

- a) como mínimo los niveles indicados en el anexo V del Reglamento cuando la instalación pertenezca a la categoría A, o cuando se necesite un factor de cálculo para un flujo fuente que sea un combustible comercial estándar, o,
- b) cuando se trate de un supuesto distinto del descrito en la letra a), el nivel más alto de los indicados en el anexo II.

Estos niveles están descritos con detalle en el epígrafe 6.4.5 de esta guía. Una vez seleccionado el nivel de planteamiento requerido con ayuda del formato electrónico del plan de seguimiento, ¿cómo ha de evidenciarse que se cumple el nivel requerido?.

Ha de distinguirse dos situaciones:

- a) Evidencia del cumplimiento de la incertidumbre con la que se miden datos de actividad (cantidades). En este caso las cantidades se miden con instrumentos (básculas, contadores volumétricos...) cuyas incertidumbres se comparan con aquellas requeridas en cada nivel de planteamiento.
- b) Aplicación del sistema de niveles a los factores de cálculo. En este caso el sistema de niveles no se refiere a incertidumbres numéricas sino al grado de exigencia sobre el sistema en que se determina el parámetro factores por defecto, bibliográficos, por análisis, de proveedor, etc.

Consecuentemente la evidencia del cumplimiento de niveles de planteamiento en términos de incertidumbre implica solamente a medidas de cantidades.

En medidas de cantidades existen dos casos principales:

CASO A. Instrumentos de medición bajo el control del operador.

En este caso significa que el instrumento está ubicado en sus instalaciones y el operador tiene control sobre su funcionamiento, mantenimiento, verificación y/o calibración. Son los casos mayoritarios en fábricas de cemento, típicamente, básculas puente y basculas dosificadoras.

El caso A a su vez puede subdividirse en tres subcasos:

A1. Básculas⁸ sujetas a control metrológico legal que disponen del dato de incertidumbre. En este caso la incertidumbre expandida del certificado de calibración se compara con la del nivel de planteamiento aplicable.

⁷ Esta colección de acciones irá encaminada a bajar la incertidumbre asociada (por ejemplo seleccionando el proceso de medida con una incertidumbre más baja de entre varias alternativas) o a minimizar los riesgos evaluados (por ejemplo tomando medidas de control interno adicionales)

⁸ Pueden incluirse aquí cualquier otro instrumento de medición aunque nos referiramos a basculas por ser el más frecuente

En las fábricas de cemento la calibración o verificación interna de las básculas puente o básculas dosificadoras se hace teniendo en cuenta las condiciones reales de operación de la misma. Las calibraciones periódicas se realizan in situ y, normalmente, mediante equipos especialmente diseñados para estas operaciones: pesones, cadenas, o incluso mediante paso de material. De esta manera se tienen en cuenta estas condiciones reales de funcionamiento por lo que, si estas condiciones se cumplen, no es necesario considerar ningún factor que mayor el dato de incertidumbre del certificado.

El operador, por su parte, determinará y tendrá en cuenta todas las restantes contribuciones que configuran la cifra de incertidumbre global⁹. En función de las condiciones de operación deberían considerarse al menos: la relacionada con la división de escala o resolución, la de repetibilidad y la de la deriva.

En cualquier otro caso donde no se tengan en cuenta ni las posibles contribuciones adicionales ni las condiciones de operación reales del instrumento deberá considerarse un factor conservador en el sentido indicado en el artículo 28 del Reglamento.

A2. Básculas sometidas a control metrológico legal que no disponen del dato de incertidumbre. Puede suceder que la documentación técnica que soporta las revisiones legales metrológicas de las básculas no indiquen la incertidumbre de las mismas ni que se dispongan de certificados de calibración aparte. En este caso los errores máximos permitidos están regulados (Orden 22/12/94 y Orden 27/04/1999) en el apartado 3.5.2 UNE 45.501. De acuerdo a la legislación vigente los aparatos sometidos a verificación legal cada dos años incluyen una evaluación de que los errores máximos permitidos están de acuerdo de los rangos permitidos tanto en el caso de ensayo de tara como en el ensayo de repetibilidad descritos en el anexo II de la Orden 27/04/1999 por lo que la superación de dicha verificación periódica es la garantía de que el instrumento de medición, en el caso de básculas, puente cumple los niveles de incertidumbre nivel 4.

A3. Básculas no sometidas a control metrológico legal que disponen del dato de incertidumbre. Por ejemplo, básculas dosificadores calibradas internamente. Este caso es equivalente al caso A1 en el que la evidencia del cumplimiento del nivel correspondiente se realiza por comparación del valor de la incertidumbre determinado teniendo en cuenta las consideraciones relativas a:

- Condiciones reales de funcionamiento del equipo.
- Contribuciones mínimas a la incertidumbre del instrumento.

Con carácter general, debe verificarse que los instrumentos de medida están instalados y funcionan conforme a las especificaciones y ambiente para el que estaban diseñados. La vigilancia del cumplimiento de estas condiciones se establece en la documentación del sistema de gestión de la fábrica.

⁹ En este caso la incertidumbre global se refiere únicamente a la del instrumento teniendo en cuenta todas las contribuciones necesarias.

CASO B. Instrumentos de medición fuera del control del operador.

En este caso significa que el operador NO tiene control sobre su funcionamiento, mantenimiento, verificación y/o calibración. Los casos más frecuentes en fábricas de cemento son básculas puente de puertos, o proveedores desde donde se suministran combustibles o materias primas.

En estos casos las materias primas van acompañadas de albaranes o documentación comercial equivalente en el que aparece inequívocamente:

- El material de que se trata.
- El instrumento (báscula) donde se ha pesado.
- La cantidad obtenida.

Para evidenciar cumplimiento con el nivel de planteamiento debe cumplirse una condición previa que es la independencia entre las partes es decir entre el proveedor y la fábrica de cemento. Esta condición de independencia no debe prevalecer sobre el hecho fundamental de demostrar evidencia a través del certificado de calibración del instrumento de tal manera que la evidencia de su cumplimiento será equivalente a la de los casos A1 y A3 en función del grado de detalle de la información recopilada.

Nota: un caso particular es el de combustibles procedentes de barco en el que se dispone del conocimiento de embarque, en este caso, las cantidades suministradas son las que figuran en dicho documento y, si son suministradas directamente a fábrica, no sería posible asociar una incertidumbre en el sentido de los casos anteriores. En estos casos, de igual manera que para otros parámetros como los factores de cálculo, véase 9.3.2 y 10.1, la documentación relativa a la transacción tiene todas las garantías respecto a su validez y al cumplimiento del sistema de niveles.

8. EMISIONES DE COMBUSTION

Los datos de actividad en relación con las emisiones de combustión se refieren a la cantidad de combustible consumido en la fábrica en actividades cubiertas por la Directiva. De acuerdo a la naturaleza del combustible podrán aplicarse:

- Planteamientos con almacenamiento intermedio, típicos de combustibles principales del horno (coque o hulla) y de combustibles alternativos sólidos. En estos casos tendrá que tenerse en cuenta el efecto de los stocks a principio y fin del periodo de acuerdo a la expresión:

$$DA = \text{Entradas} - \text{Salidas} + (S_{\text{inicial}} - S_{\text{final}})$$

- Planteamientos sin almacenamiento intermedio, es decir, con medición directa del flujo de combustible. Puede utilizarse para combustibles sólidos o más típicamente con combustibles líquidos (gasoil, fueloil o gas natural) o combustibles alternativos líquidos. Normalmente, en estos últimos casos, se emplea como dispositivo un medidor volumétrico cuya incertidumbre, según el caso, debe ser conocida. Las medidas ofrecidas por los contadores serán corregidas, en cada caso, por la densidad del fluido o presión y temperatura en caso de gases. Se tendrán en cuenta los posibles retornos en instalaciones de trasiego de fuel para evitar errores de computación.

8.1. METODOLOGÍA GENERAL EN EMISIONES DE COMBUSTIÓN

El sector cementero español consume un total de 2.609.446 t de combustibles, el 76,71 % (en peso) corresponde a combustibles tradicionales y el 23,3% a combustibles alternativos. En este primer grupo, predomina el coque de petróleo, con un 95,6% del consumo. En términos de energía el coque de petróleo representa el 96,98% de la energía correspondiente a los combustibles tradicionales y el 81,63 % si lo comparamos con el total del mix de combustibles utilizados.

Entre los combustibles alternativos pueden destacarse los neumáticos fuera de uso y los combustibles derivados de residuos CDRs, ambos con una importancia cada vez mayor en la cuota de utilización tanto en términos de datos de entrada como en términos de energía.

Las fórmulas a emplear tanto para los combustibles tradicionales como para los combustibles alternativos son comunes y responden a la siguiente expresión:

$$\text{Emisiones} = DA * (1 - FB^{10}) * VCN * FEpre^{11} * FOX$$

Donde;

DA: datos de actividad, expresados en t
VCN: valor calorífico neto (TJ/t)
FEpre: factor de emisión, expresado en tCO₂/TJ
FOX: factor de oxidación, adimensional

¹⁰ Fracción de biomasa de acuerdo a la definición número 37 del artículo 3 del Reglamento

¹¹ Factor preliminar de emisión de acuerdo a la definición número 35 del artículo 3 del Reglamento

FB: fracción de biomasa, adimensional

Nota: en el caso de que los datos de actividad estén expresados en unidades de energía (TJ) para combustibles sólidos y en Nm³ para gas natural es necesario transformar los datos medidos a la entrada de la fábrica en toneladas a unidades de energía a través de la siguiente fórmula¹²:

$$DA [TJ] = \text{Cantidad de Combustible [toneladas]} * \text{Valor Calorífico neto [TJ/t]}.$$

El factor de emisión, en el caso que figure en unidades homogéneas, podrá obtenerse directamente del informe del análisis del combustible o calcularse a partir del contenido en carbono y VCN que figuren en éste de acuerdo a la siguiente expresión:

$$FE (t \text{ CO}_2/\text{TJ}) = \% \text{ Carbono en el combustible recibido} * (44 t \text{ CO}_2 / 12 t \text{ C}) / \text{Valor calorífico neto (TJ/t combustible)}.$$

8.1.1. Combustibles comerciales estándar

Los niveles aplicables a combustibles comerciales estándar, independientemente de la clasificación de la fuente, son los siguientes:

Flujo Fuente	Datos de actividad (t)	VCN	FE	Contenido en carbono	FOX	FCON
Combustibles comerciales estándar	2	2a/2b	2a/2b	NA	1	NA

Nota 1: Combustible comercial estándar es aquel combustible comercial normalizado a nivel internacional que presenta un intervalo de confianza del 95 % para una desviación máxima del 1 % respecto a su valor calorífico especificado, incluidos el gasóleo, el fuelóleo ligero, la gasolina, el petróleo lampante, el queroseno, el etano, el propano, el butano, el queroseno para motores de reacción (jet A1 o jet A), la gasolina para motores de reacción (jet B) y la gasolina de aviación (AvGas).

Nota 2: La lista nominal de combustibles a que se refiere la nota 1 debe entenderse como no exhaustiva de manera que, si se demuestra que el VCN de cierto combustible se mantiene dentro del límite del 1% y presente un intervalo de confianza del 95%, se considerará a éste como combustible comercial estándar.

Para una detallada reseña del tratamiento de los combustibles comerciales estándar y su sistema de niveles véase el epígrafe 8.2.4

¹² Los de actividad para combustibles gaseosos se determinan mediante $AD(TJ) = FQ(Nm^3) * VCN(TJ/Nm^3)$

8.1.2. Flujos-fuente principales y secundarios

Los niveles aplicables para factores de cálculo son los siguientes.

Flujo Fuente	FE		VCN		FB		FOX	
	Obligatorio	Rebajado justificadamente	Obligatorio	Rebajado justificadamente	Obligatorio	Rebajado justificadamente	Obligatorio	Rebajado justificadamente
Combustibles líquidos y gaseosos	3	2a/2b	3	2a/2b	2	1	1	2
Combustibles sólidos	3	2a/2b	3	2a/2b	2	1	1	2

Los niveles aplicables para datos de actividad en términos de incertidumbre son los siguientes:

Flujo fuente	Parámetro	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Combustión de combustibles y combustibles utilizados como insumo					
Combustibles comerciales estándar	Cantidad de combustible en (t) o (Nm ³)	±7,5%	±5%	±2,5%	±1,5%
Otros combustibles líquidos y gaseosos	Cantidad de combustible en (t) o (Nm ³)	±7,5%	±5%	±2,5%	±1,5%
Combustibles sólidos	Cantidad de combustible en (t) o (Nm ³)	±7,5%	±5%	±2,5%	±1,5%

8.1.3. En flujos-fuente de minimis

En el caso de los datos de actividad y factores de cálculo correspondientes a los flujos fuente de minimis, el titular podrá determinarlos haciendo uso de estimaciones prudentes en lugar de niveles, salvo que pueda alcanzarse, sin esfuerzos adicionales, uno de los niveles definidos

8.2. DATOS DE ACTIVIDAD. CONCEPTO DE PARTIDA.

Los datos de actividad se emplearán en el cálculo con sus unidades claramente expresadas. Con carácter general:

- Toneladas en el caso de combustibles sólidos.
- Nm³ en caso de gas natural. En algunos casos factores de emisión o VCNs vienen expresados en unidades por 1000 Nm³ lo que se tendrá en cuenta en los cálculos.
- Toneladas o m³ para combustibles líquidos. En estos casos se tendrá en cuenta que los poderes caloríficos vengán dados en unidades homogéneas expresadas en términos de volumen o masa para obtener resultados coherentes.

Los lotes, expresados conforme a algunas de las unidades mencionadas anteriormente, de los que son representativos el poder calorífico, el contenido de carbono, el factor de emisión o cualquier otro atributo útil para el cálculo de las emisiones se denominan partidas. Debe definirse cada partida de manera que los parámetros utilizados en el cálculo representen fielmente las propiedades o atributos del lote al que corresponden.

Esta definición se realizará normalmente por conjuntos homogéneos de propiedades tales como la procedencia, en cuanto a lugar de producción: minas para carbones, refinerías para coque, explotaciones para gas natural. Siempre cabe la posibilidad de definir partida como lotes de combustibles que han sido muestreados de manera representativa, en base a procedimientos documentados y que posibilitan la definición de partidas en fábricas de cemento en los siguientes términos¹³:

- Coque de petróleo suministrado en barco: cada barco si éste es muestreado en el embarque o en el desembarque según normas reconocidas.
- Carbón suministrado en barco: cada barco si éste es muestreado en el embarque o en el desembarque según normas reconocidas.
- Coque de petróleo suministrado por camiones: cada suministrador u origen en periodos de tiempo que habrán de definirse en el Plan de Seguimiento.
- Carbón suministrado por camiones: cada suministrador u origen en periodos de tiempo que habrán de definirse en el Plan de Seguimiento.
- Fuel: cada suministrador en espacios temporales de un año.
- Gas natural: análisis semestral en caso de que se requiera.
- Combustibles alternativos: de acuerdo a la AEGEI en función de su naturaleza.

Nota 1. La partida puede ser definida por propiedades homogéneas de combustible definidas en contratos de aprovisionamiento y controladas o bien expedición o bien en recepción, en tal caso se tendrá en cuenta o bien la cantidad comprada o bien el tiempo de suministro. Se evitará re-muestrear lotes ya muestreados de acuerdo a lo establecido en el epígrafe 10.1.

Nota 2. La definición de partida, para el control de un combustible medido directamente, sin almacenamiento intermedio, se realizará en conjuntos homogéneos de calidad, en base a las propiedades del combustible a medir. En este sentido, se considerarán todos los datos históricos de control de calidad disponibles para definir la partida del combustible, viendo variaciones temporales de características, etc.

Las consideraciones sobre el concepto de partida son de importancia fundamental en el momento de definir la frecuencia de muestreo y análisis sobre cada flujo fuente. Para una reseña completa respecto a las estrategias de muestreo véase el epígrafe 10.

8.2.1. Humedad en combustibles

Los datos de actividad vienen afectados por la humedad que acompaña al material. Esta humedad debe ser tenida en cuenta en el cálculo por tres razones:

1. La modificación que pueda suponer en la cifra de los datos de actividad. Debe tenerse en cuenta el lugar, la fecha y condiciones de determinación de los datos de humedad a los que se refiere la partida y si éstos pueden haber cambiado debido a las condiciones de almacenamiento o transporte del combustible antes de la entrada en la fábrica.
2. La modificación que puede suponer para el valor calorífico neto que está determinado asumiendo un determinado grado de humedad en la muestra ensayada. Se tendrá en cuenta por tanto los posibles cambios de humedad del combustible consumido con respecto a los datos del análisis.
3. Por último, la humedad de los stocks cuando realizamos la medición al inicio/final del periodo y como éstas se integran en el cálculo de manera coherente con la de los diferentes lotes de combustible consumidos en la instalación durante el ejercicio.

¹³ Véase también el epígrafe 10 a este respecto.

Debido a la variabilidad de condiciones de suministro y su control, necesidades y tipos de espacios de almacenamiento y sistemas de control de producción, el tratamiento de la humedad seguirá el siguiente criterio general de aplicación a todas las instalaciones:

- La determinación de los datos de actividad, que pueden incluir el efecto de los stocks, se realizarán con combustibles húmedos o secos pero no se mezclarán ambos tipos de datos en un ejercicio. Para la transformación de datos en húmedo o en seco se utilizarán datos de humedad documentados, bien por el suministrador o bien por determinación interna o externa. Se tendrá en cuenta, cuando resulte aplicable, la corrección de los valores de VCN a bases distintas de humedad en caso de que los cálculos se realicen en base húmeda.
- La determinación de los datos de humedad se podrá realizar en un laboratorio interno de fábrica ajustándose a las normas aplicables de gestión de calidad y/o producto.

Las determinaciones de humedad se realizarán preferentemente conforme a un método normalizado. Se aceptarán métodos de determinación de humedad realizados por el laboratorio de la fábrica si estos están descritos en el sistema de gestión de calidad o ambiental certificado de la misma.

Algunas de las normas más utilizadas para la determinación de humedad en combustibles son las siguientes: “ISO 589:08, Hard coal. Determination of total moisture”; “ISO 11465:93, Determination of dry matter and water content on a mass basis. Gravimetric method”.

8.2.2. Densidad aparente en combustibles

La medición de stocks en combustibles obliga, con carácter general a integrar medidas de carácter geométrico obtenidas normalmente por topografía con valores de densidad aparente para obtener el peso inicial/final del periodo.

La medida de densidad aparente deberá realizarse de acuerdo a procedimientos documentados en laboratorios externos o en el laboratorio de la fábrica y tendrá en cuenta los siguientes criterios básicos:

- Será representativa del material a que haga referencia y el método de ensayo tendrá en cuenta sus características físicas en especial su granulometría.
- Tendrá en cuenta el tipo de stock respecto a su grado de compactación, forma y altura de apilamiento, cantidad acopiada, etc.

A continuación se presenta una lista orientativa de normas que podrían aplicarse en el cálculo de las densidades aparentes:

Método de ensayo	Descripción
ISO 567/1995	Coque_ Determinación de la densidad a granel en un pequeño contenedor
ISO 758/1976	Productos químicos para uso industrial- Determinación de la densidad a 20 ° C.
ISO 1013:1995	Coque_ Determinación de la densidad a granel en un contenedor grande.
ISO 1014: 1985	Coque_ Determinación de la densidad relativa verdadera, densidad relativa aparente y porosidad.

8.2.3. Determinación y gestión del stock: lifo y fifo.

El cálculo de las emisiones de combustión para combustibles principales en los que se utiliza un planteamiento con almacenamiento intermedio ofrece las siguientes posibilidades en cuanto a la gestión del stock y el cálculo del VCN/FE del combustible remanente:

Lotes en pilas distintas clasificados por procedencias. De esta manera podemos calcular las emisiones con los datos de VCN/FE que corresponden a cada uno de los lotes. El tamaño de los mismos es reducido de manera que es fácil estimar el stock final/inicial mediante pesada del remanente en bascula puente reduciéndose la incertidumbre de su determinación.

Gestión del parque de combustible según LIFO, FIFO o media ponderada. Para situaciones de composición homogénea de las partidas, no debería tener mucha influencia en las emisiones totales a lo largo de un ejercicio.

8.2.4. Aplicación de los niveles de planteamiento para los datos de actividad de combustibles

Se establecen tres categorías en las cuales deben ser clasificados los combustibles empleados en las fábricas:

- Combustibles comerciales estándar.
- Otros combustibles líquidos y gaseosos.
- Combustibles sólidos.

Serán considerados como “combustibles comerciales estándar”, aquellos combustibles cuyo valor calorífico no difiera en más del 1%, con un intervalo de confianza del 95%, en los diferentes análisis que les sean realizados. Si los combustibles usados comúnmente en la industria cementera tales como el coque de petróleo y el carbón cumplen la condición de constancia de su VCN en el 1% se podrán considerar como pertenecientes a la categoría de combustibles comerciales estándar.

Para la aplicación del sistema de niveles acúdase al epígrafe 7.2.1.1

8.2.5. Cantidades medidas en básculas. Criterios mínimos de verificación y calibración.

La determinación de datos de actividad de combustible en los que intervengan básculas de proceso¹⁴, por ejemplo en planteamientos sin almacenamiento intermedio para combustibles principales o alternativos, implica el control de estos dispositivos de medición para los que el sistema de verificación o calibración seguirá, en función de su naturaleza, los siguientes criterios básicos:

1. Instalaciones con tolva dosificadora sobre células de carga con señal en sala de control. En este caso es posible verificar el funcionamiento de las básculas mediante la descarga parcial de la tolva en contraste con la señal proporcionada por la báscula. En este caso se documentará por parte de la instalación una verificación periódica documentada en la documentación de la instalación.

¹⁴ En el caso de básculas puente estaremos en el caso A del epígrafe 7.2.

2. Verificación estática de la báscula dosificadora. Se realizará con una periodicidad al menos anual
3. Calibración de las básculas dosificadoras mediante métodos que permitan el paso de material. Se realizará con una periodicidad al menos anual.
4. Calibración de las básculas dosificadoras mediante métodos que no permitan el paso de material. Se realizará con una periodicidad al menos anual.

8.3. EMISIONES DE COMBUSTION. OBTENCION DEL FACTOR DE EMISION.

El factor de emisión (tCO_2/TJ combustible) correspondiente a cada combustible es medido por el titular de la instalación en un laboratorio acreditado o que cumpla con los requisitos del sistema de niveles aplicable a cada flujo fuente.

Las emisiones son calculadas mediante la fórmula:

$$\text{Emisiones} = \text{DA} * (1 - \text{FB}) * \text{VCN} * \text{FE} * \text{FOX}$$

Donde;

DA: datos de actividad, expresados en t
VCN: valor calorífico neto (TJ/t)
FE : factor de emisión, expresado en tCO_2/TJ
FOX: factor de oxidación, adimensional

Pudiéndose obtener los datos de actividad en TJ mediante la expresión indicada en 8.1

8.3.1. Aplicación de los niveles de planteamiento para los factores de emisión de combustibles

El sistema de niveles para emisiones de combustión se define de la siguiente manera:

Nivel 1: se deberá aplicar:

- a) Los factores de referencia indicados en la sección 1 del anexo VI, es decir, factores bibliográficos.
- b) Cuando no sean aplicables alguno de estos valores bibliográficos podrán utilizarse otros valores constantes de conformidad con el artículo 31, apartado 1, es decir, aquellos valores especificados y garantizados por el proveedor del material, siempre que el titular pueda demostrar a satisfacción de la autoridad competente que el contenido de carbono presenta un intervalo de confianza del 95 % para una desviación máxima del 1 % de su valor especificado. También podrán utilizarse valores basados en análisis realizados en el pasado, siempre que el titular pueda demostrar a satisfacción de la autoridad competente que son representativos de las futuras partidas del mismo material.

Nivel 2a: El titular aplicará los factores de emisión específicos del país para el combustible o material correspondiente, es decir

- a) los factores estándar utilizados por el Estado miembro en el inventario nacional entregado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático;
- b) los valores de la bibliografía acordados con la autoridad competente, incluyendo los factores estándar publicados por esta que, siendo compatibles con los factores indicados en la letra b), puedan aplicarse de forma representativa a unos flujos fuente de combustible mas desagregados

Nivel 2b: El titular deducirá los factores de emisión del combustible basándose en alguno de los valores sustitutivos que se indican a continuación, en combinación con una correlación empírica realizada al menos una vez al año de acuerdo con las disposiciones de los artículos 32 a 35 y 39 (basada en análisis).

- a) Medición de la densidad de aceites o gases específicos, incluidos los utilizados comúnmente en la industria del refino o del acero, o bien,
- b) El valor calorífico neto correspondiente a los tipos de carbón específicos.

El titular se asegurará de que dicha comprobación satisface los requisitos de las buenas prácticas de ingeniería y de que se aplica solamente a los valores sustitutivos correspondientes a la gama para la que se haya establecido.

Nivel 3: El titular determinará el factor de emisión de conformidad con las disposiciones pertinentes de los artículos 32 a 35, es decir basados en análisis.

8.3.2. Uso de factores bibliográficos.

El uso de factores bibliográficos es común en flujos-fuente a los que les sea de aplicación niveles de planteamiento de Nivel 1 menores precisiones o planteamientos alternativos planteados en estos términos.

Las dificultades que ofrece el uso de factores bibliográficos se reduce a encontrar la fuente adecuada para el dato, comprobar si tiene implícito un factor de oxidación y éste es el adecuado. Caben varias posibilidades:

1. Empleo del último inventario nacional más reciente presentado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Este documento puede encontrarse en los siguiente enlaces:
 - <http://cdr.eionet.europa.eu/es/eu/colqfqaq/envrfkew>
 - http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/3929.php

Las tablas donde pueden encontrarse los datos sobre VCN (y que puede encontrarse por su denominación más común PCI) y FE se encuentran en las páginas finales de dicho documento en su anexo 8. Existen tablas generales y tablas sectoriales. Se utilizarán preferentemente las sectoriales teniendo la precaución de corregir en cualquier caso el factor de oxidación implícito en caso de que no se corresponda con el que nos exige nuestro nivel de planeamiento.

2. Empleo de los factores de la tabla 1 del Anexo VI del Reglamento. Estos factores se emplean cuando apliquen los niveles de planteamiento correspondientes a las menores precisiones. Se comprobará si los valores de la tabla llevan implícito algún factor de

oxidación. Debe tenerse precaución con las unidades en las que viene expresado el VCN (TJ/Gg).

3. El WBCSD publica factores de emisión para combustibles no presentes en alguna de las fuentes reseñadas anteriormente. Cuando se trate de combustibles alternativos las tablas del WBCSD pueden ser una opción factible disponible en el enlace (www.ghgprotocol.org).
4. El artículo 31 del Reglamento ofrece además dos posibilidades adicionales de carácter más general:
 - valores de la bibliografía acordados con la Autoridad Competente y compatibles con los indicados en el número 1.
 - valores basados en análisis realizados en el pasado siempre que pueda demostrarse que son representativos de las futuras partidas de material.

8.3.3. Uso de factores del suministrador.

Si está permitido el uso de factores del suministrador, se utilizará el dato del factor que aparezca en la factura siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- Se aplique al lote/partida facturada
- Se haya obtenido de acuerdo a Normas nacionales o internacionales

8.3.4. Aplicación de los niveles de planteamiento para el VCN de combustibles

La determinación del VCN de combustibles de acuerdo al sistema de niveles atenderá a lo siguiente:

Nivel 1: se deberá aplicar:

- a) Los factores de referencia indicados en la sección 1 del anexo VI, es decir, factores bibliográficos o bien
- b) Otros valores constantes de conformidad con el artículo 31, apartado 1, letras d) es decir, aquellos valores especificados y garantizados por el proveedor del material, siempre que el titular pueda demostrar a satisfacción de la autoridad competente que el contenido de carbono presenta un intervalo de confianza del 95 % para una desviación máxima del 1 % de su valor especificado. También podrán utilizarse valores basados en análisis realizados en el pasado, siempre que el titular pueda demostrar a satisfacción de la autoridad competente que son representativos de las futuras partidas del mismo material.

Nivel 2a: El titular aplicará los factores de emisión específicos del país para el combustible o material correspondiente, es decir:

- a) los factores estándar utilizados por el Estado miembro en el inventario nacional entregado a la Secretaria de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático;
- b) los valores de la bibliografía acordados con la autoridad competente, incluyendo los factores estándar publicados por esta que, siendo compatibles con los factores indicados en la letra b), puedan aplicarse de forma representativa a unos flujos fuente de combustible más desagregados

Nivel 2b: En el caso de combustibles objeto de intercambios comerciales, se aplicará el valor calorífico neto deducido de los registros de compra proporcionados por el proveedor del combustible, siempre que se haya deducido con arreglo a las normas nacionales o internacionales aceptadas.

Nivel 3: El titular determinará el valor calorífico neto de conformidad con los artículos 32 a 35, es decir por análisis.

8.4. EMISIONES DE COMBUSTION. OBTENCION DEL FACTOR DE OXIDACION.

La determinación del FOX de acuerdo al sistema de niveles atenderá a lo siguiente:

Nivel 1: El titular aplicará un factor de oxidación de 1.

Nivel 2: El titular aplicará los factores de oxidación, de conformidad con el artículo 31, apartado 1, letras b) o c)¹⁵.

Nivel 3: En el caso de los combustibles, el titular determinará los factores específicos de la actividad a partir de los correspondientes contenidos de carbono de las cenizas, efluentes y otros residuos y subproductos, y de otras variantes de carbono gaseoso oxidado de forma incompleta, excepto el CO. Los datos de composición se determinarán de acuerdo con los artículos 32 a 35, es decir basados en análisis.

8.5. FRACCIONES DE BIOMASA

En las fábricas de cemento españolas se consumen como combustibles constituidos por un 100% de biomasa principalmente: harinas animales y residuos agrarios y forestales (según el catálogo del apartado 12 del anejo 1 del Reglamento 601/2012).

De acuerdo al artículo 39.1 de dicho Reglamento "Cuando el titular determine mediante análisis la fracción de biomasa de un combustible o material específico, con sujeción a los requisitos correspondientes al nivel y a la disponibilidad de los valores por defecto apropiados a los que hace referencia el artículo 31, apartado 1, dicha determinación se realizará basándose en una norma aplicable y en los métodos analíticos incluidos en la misma, y únicamente con la aprobación de la autoridad competente". En el caso de los NFUs existe una norma nacional, la UNE 80602, complementaria a normas europeas que son de aplicación más específica por razones de orden técnico basadas en una aproximación sectorial. Ésta incluye, tanto las frecuencias de muestreo, como el método de análisis, ofreciendo una aproximación global a dicho flujo fuente.

Recordemos que la fracción de biomasa se refiere al porcentaje de masa de carbono procedente de biomasa, respecto a la masa total de carbono en una muestra. El procedimiento específico para determinar la fracción de biomasa de un combustible o material específico, incluido el procedimiento de muestreo, será acordado con la autoridad competente antes del

¹⁵ b) los factores estándar utilizados por el Estado miembro en el inventario nacional entregado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

c) los valores de la bibliografía acordados con la autoridad competente, incluyendo los factores estándar publicados por esta que, siendo compatibles con los factores indicados en la letra b), puedan aplicarse de forma representativa a unos flujos fuente de combustible más desagregados.

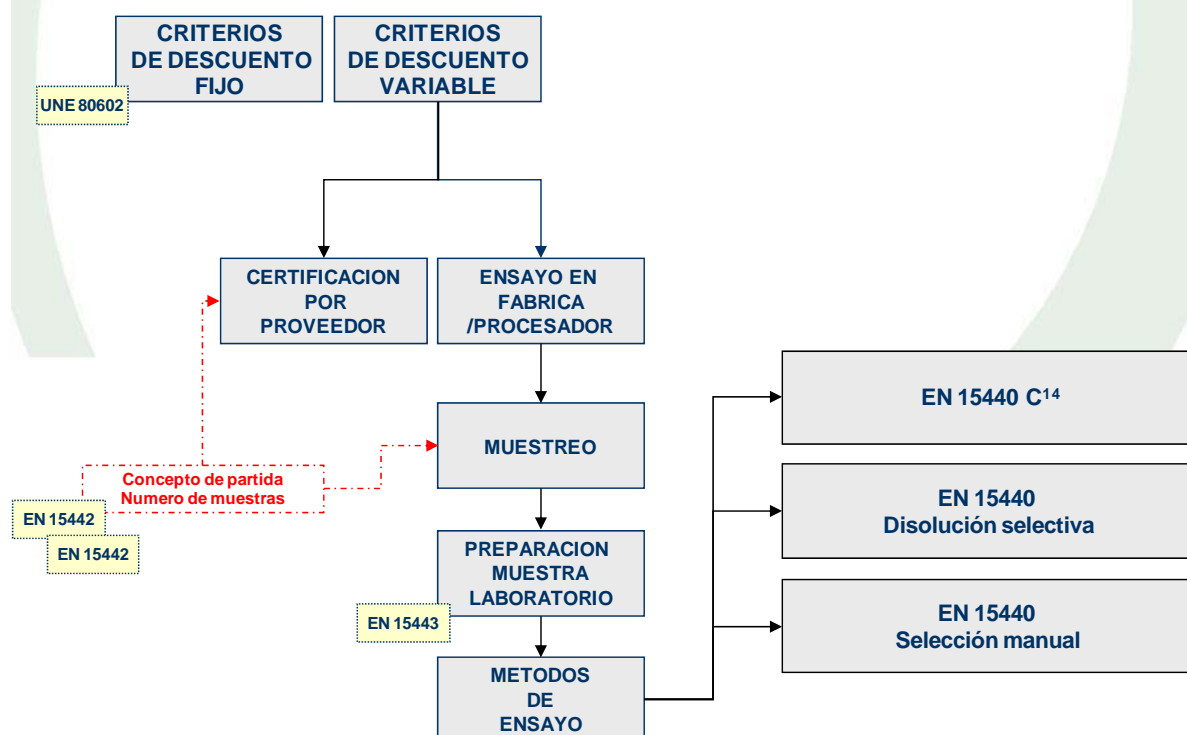
comienzo del período de notificación en el que se aplicará y se ajustarán a un método normalizado, de haberlo, que limite el margen de error en el muestreo y la medición y cuya incertidumbre de medición sea conocida.

Ante la variabilidad de combustibles alternativos que pueden consumirse actualmente en las fábricas de cemento, se proponen en este documento un abanico de métodos que pueden ser utilizados para realizar el descuento de la fracción de biomasa en función de la naturaleza del residuo.

Los métodos de descuento de fracciones de biomasa se han agrupado en dos categorías genéricas en función de la metodología utilizada para diseñar el plan de muestreo aplicable:

1. Criterios de descuento fijo: en los que a partir de un modelo estadístico y para un periodo de tiempo fijo (durante el que el valor determinado es válido) se determina la fracción de biomasa para todas las fábricas que utilizan dicho combustible en el que, además, las emisiones relacionadas deben cumplir una serie de características. Un ejemplo de la aplicación de este criterio es el utilizado para los neumáticos fuera de uso según la Norma UNE 80.602.
2. Criterios de descuento variable: estos métodos proponen un método de muestreo ad-hoc para cada tipo de combustible en función de la naturaleza del mismo, de la categoría de las emisiones y de otras consideraciones técnicas relacionadas con el método de medición de los datos de actividad. Este método de muestreo estará incluido en el plan de muestreo general de la fábrica de acuerdo a lo indicado en el artículo 33 de las directrices de monitorización.

En cualquiera de los dos casos pueden utilizarse varios métodos de ensayo dependiendo de la naturaleza del residuo. En la figura 1 se indica el esquema metodológico seguido en tres etapas:



Una vez definido el lote o partida (tanto en el enfoque de certificación por proveedor como en el de ensayo en proveedor/fábrica) se procederá, en este último caso, a realizar el muestreo de acuerdo a los preceptos de la norma EN 15.442, a preparar la muestra de laboratorio conforme a la norma EN 15.443 y a realizar la determinación de la fracción de biomasa mediante algunos de los métodos propuestos en el Anexo II.

8.5.1. Criterios de descuento fijo

Este método se utiliza a nivel nacional para realizar el descuento de biomasa de los neumáticos fuera de uso y está regulado por la Norma UNE 80.602. Para una reseña completa del método de muestreo y ensayo acúdase a dicha Norma.

8.5.2. Criterios de descuento variable.

Para establecer un método de descuento de fracción de biomasa variable en función de la naturaleza de los residuos consumidos caben dos planteamientos:

- **Métodos de certificación por proveedor.** En casos particulares y, de acuerdo a procedimientos incluidos en el plan de muestreo, podrá establecerse un cálculo de la fracción de biomasa, basándose en los datos de actividad del combustible, mediante un conocimiento de la composición de mismo en origen certificado por el proveedor o proveedores.
- **Métodos para Combustibles Derivados de Residuos (CDRs).** Nos referiremos, en este capítulo, a combustibles derivados de residuos, o tal y como se refieren las directrices, de una manera general a, combustibles mezclados¹⁶ o materiales mezclados referenciado indistintamente a unos o a otros. En el caso general de cualquier combustible alternativo con fracción de biomasa y en el caso particular de CDRs, ésta se podrá determinar mediante un muestreo representativo del material para el que se definirá el método de muestreo y frecuencia. Este método de muestreo se basará en procedimientos documentados y con carácter general será propio del combustible y de la instalación y al concepto de partida que se determine de acuerdo a lo establecido en el epígrafe 1.2.2 y siguientes.

8.5.3. Método de certificación por proveedor.

Estos métodos son aplicables a combustibles en los que el proveedor pueda certificar, para cada lote o partida que se determine la proporción de material asociado a carbono biogénico diferenciadamente del resto.

Este método es de aplicación, de forma general, a los serrines impregnados en los que la proporción de serrín limpio es la que debe contabilizarse con un factor de emisión cero. En este caso el porcentaje de serrín limpio presente en cada partida de serrín impregnado será determinado por el suministrador a partir de los partes de producción y comunicado oficialmente a la instalación mediante un escrito firmado por el responsable de planta del suministrador.

8.5.4. Métodos para combustibles derivados de residuos.

Para el muestreo de CDRs tendremos en cuenta dos variables principales: categoría de las emisiones y concepto de partida.

¹⁶ Definiciones (32) y (33) del Reglamento UE sobre el seguimiento y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

En primer lugar los métodos de muestreo dependerán de la categoría de las emisiones del flujo fuente correspondiente, entendiendo flujo fuente en este caso como la emisión procedente de todos los residuos considerados como combustibles mezclados con fracciones de biomasa.

La categoría de fuente se refiere a la clasificación de flujos-fuente en minimis, secundaria o principal de acuerdo a lo establecido en el epígrafe 6.4 de esta guía y contabilizando, para dicha clasificación, el carbono fósil únicamente.

De acuerdo a este principio cabe distinguir dos situaciones:

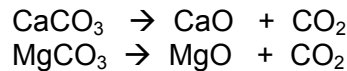
1. CDRs que constituyen fuente de minimis.
2. CDRs que constituyen fuentes secundarias o principales.

Por su entidad, el desarrollo de la metodología de cálculo de las fracciones se presenta en el Anexo I de esta guía.

9. EMISIONES DE PROCESO

9.1. METODOLOGÍA GENERAL EN EMISIONES DE PROCESO

El origen de las emisiones de proceso es la descarbonatación de materias primas por la cual se disocian térmicamente las moléculas de carbonato cálcico y carbonato magnésico presentes en el crudo de acuerdo a las siguientes reacciones químicas:



El proceso de disociación térmica de las moléculas de carbonato tiene lugar en el proceso de cocción del crudo, previo a la formación de los compuestos hidráulicos del clinker.

El punto 9 del Anexo IV del Reglamento establece que las emisiones de proceso se calcularán determinando la cantidad de carbonatos a la entrada del horno, y relacionándolos de forma estequiométrica con el CO₂ de disociación (método de cálculo A) o con la cantidad de clinker producido (método de cálculo B).

Esta guía desarrolla, adicionalmente, metodologías de seguimiento que, basándose en los métodos del Reglamento, superarán las dificultades técnicas de su aplicación real a las instalaciones. Las variaciones a los métodos tienen que ver con la sistemática utilizada para obtener los datos de actividad o los factores de cálculo, dependiendo de las particularidades de cada instalación, siendo todos ellos válidos, precisos y exactos de acuerdo al Reglamento.

Las emisiones de proceso pueden variar, de una instalación a otra en función de la presencia o uso de materia descarbonatada en la materia prima. El tratamiento de materia prima descarbonatada y de otro tipo de cálculos adicionales a los del Reglamento se discuten también en los siguientes epígrafes.

La fórmula genérica para el cálculo de las emisiones de proceso aplicable a cualquier método de cálculo es la siguiente:

$$\text{Emisiones}_{\text{proceso}} = \text{CO}_2 \text{ emisiones clinker} + \text{CO}_2 \text{ polvo} + \text{CO}_2 \text{ emisiones carbono orgánico de la materia prima}$$

Donde:

Con carácter general, cada uno de los tres sumandos anteriores, se calculan de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones}_{\text{proceso}} = \text{DA} * \text{FE} * \text{FCON}$$

Donde;

DA: datos de actividad, expresados en t
FE: factor de emisión, expresado en tCO₂/t
FCON: factor de conversión, adimensional

9.1.1. Flujos-fuente principales

Los Niveles a aplicar de acuerdo al Reglamento se resumen en el siguiente cuadro:

Flujo fuente	Datos de Actividad		Factor de emisión	Contenido en carbono	Factor de oxidación	Factor de conversión
	Cantidad de material	VCN				
Basado en los materiales de entrada en el horno (método A o crudo)	3	n.a.	1	n.a.	n.a.	1
Producción de clínker (método B o clínker)	2	n.a.	3	n.a.	n.a.	1
Polvo de horno de cemento (CKD) ¹⁷	2	n.a.	2	n.a.	n.a.	n.a.
Carbono no carbonatado	2	n.a.	2	n.a.	n.a.	1

Para los datos de actividad, en términos de incertidumbre:

Flujo fuente	Parámetro	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Producción de cemento sin pulverizar (clínker)					
Basado en los materiales de entrada en el horno (método A o crudo)	Cantidad de material de entrada al horno correspondiente (t)	±7,5%	±5%	±2,5%	
Producción de clínker (método B o clínker)	Clinker producido (t)	±5%	±2,5%		
Polvo de horno de cemento (CKD)	CKD o polvo desviado (t)	n.a.	±7,5%		
Carbono no carbonatado	Cada materia prima (t)	±15%	±7,5%		

9.1.2. Flujos-fuente secundarios y de minimis

Todos los flujos-fuente de proceso resultan clasificados como principales por lo que este epígrafe no resulta de aplicación práctica.

9.2. DATOS DE ACTIVIDAD EN EMISIONES DE PROCESO, CONSIDERACIONES PARTICULARES.

9.2.1. Tratamiento de la humedad

Los datos de actividad vienen afectados por la humedad que acompaña a las materias primas. Esta humedad, que es variable, depende de la naturaleza de la materia prima de su proceso de extracción y almacenamiento y debe ser tenida en cuenta en el cálculo por dos razones:

¹⁷ En caso de existir un flujo fuente referido al CKD podría ser fácilmente una fuente de minimis y por tanto ser de aplicación un sistema no basado en niveles en este caso particular.

1. La modificación que pueda suponer en la cifra de los datos de actividad. Debe tenerse en cuenta el lugar, la fecha y las condiciones de determinación de los datos de humedad a los que se refiere la partida y si éstos pueden haber cambiado debido a las condiciones de almacenamiento o transporte del material antes de la entrada en la fábrica.
2. En segundo lugar, la humedad de los stocks cuando realizamos la medición al inicio/final del periodo y como éstas se integran en el cálculo de manera coherente con la de los diferentes lotes de material consumidos en la instalación durante el ejercicio.

El tratamiento de humedad de la materia prima seguirá el siguiente criterios básicos:

- El tratamiento de los datos de actividad, que pueden incluir el efecto de los stocks, se realizarán con materiales húmedos o en base seca pero no se mezclarán ambos tipos de datos en un ejercicio. El muestreo para la obtención de la humedad se efectuará según lo especificado en el sistema de gestión de calidad de la instalación.
- La determinación de los datos de humedad se podrá realizar en un laboratorio intrno de fábrica siempre que éste se encuentra sujeto a las exigencias de las normas de gestión de calidad y/o producto aplicables.

Podrán utilizarse las siguientes normas de carácter orientativo:

Materias	Posible tipo de ensayo	Laboratorio
Caliza	UNE EN 1097-5	Interno
Yeso	--	Interno
Cenizas	UNE 83431:1992	Interno
Escorias	UNE 83488:96 EX o UNE 83488:96 EX/1M EX	Interno
Sulfato ferroso	--	Interno
Cementos	UNE 80220-2000	Interno
Clinkeres	--	Interno
Harina de crudo	UNE 80220-2000.	Interno

9.2.2. Tratamiento de la densidad

La medición de stocks en materias primas obliga, con carácter general a integrar medidas de carácter geométrico obtenidas normalmente por topografía con valores de densidad aparente para obtener el peso inicial/final del periodo.

La medida de densidad aparente deberá realizarse de acuerdo a procedimientos documentados en laboratorios externos o en el laboratorio de la fábrica y tendrá en cuenta los siguientes criterios básicos:

- Será representativa del material a que haga referencia y el método de ensayo tendrá en cuenta sus características físicas en especial su granulometría.
- Tendrá en cuenta el tipo de stock respecto a su grado de compactación, forma y altura de apilamiento, cantidad acopiada, etc.

De modo orientativo, las series estadísticas analizadas en el sector presentan los siguientes datos de densidad por tipo de material y almacenamiento:

	Media (g/cm³)	Desviación típica
Clinker (nave y silo)	1,460	$\pm 0,17$
Cemento (silo)	1,209	$\pm 0,32$
Yeso (acopio)	1,173	$\pm 0,23$
Sulfato ferroso (acopio)	1,021	$\pm 0,54$
Puzolana (acopio)	1,278	$\pm 0,07$
Ceniza volante (silo)	1,129	$\pm 0,58$
Caliza (acopio)	1,521	$\pm 0,30$
Filler calizo (acopio)	1,6	$\pm 0,12$
Polvo de filtro (silo)	0,5	$\pm 0,20$
Material refractario (acopio)	1,3	$\pm 0,10$
Marga (acopio)	1,502	$\pm 0,020$
Escoria (acopio)	1,390	$\pm 0,270$

9.3. DATOS DE ACTIVIDAD, MÉTODO CLINKER.

En cualquiera de las tres variantes de cálculo del método de clinker que se presentan en el apartado 9.3.1 el clinker producido se obtiene como sumando de varios factores entre los que se incluyen:

- Datos obtenidos mediante básculas puente. Por ejemplo salidas de cemento o entradas de clinker comprado.
- Datos obtenidos mediante básculas de proceso. Por ejemplo adiciones de polvo de filtro o adiciones procedentes de canteras propias cuya fracción empleada en adiciones no ha sido pesada previamente en básculas puente.
- Datos procedentes de determinación de stocks de adiciones, cemento o clinker cuyos métodos de medición pueden variar desde determinación con pesones, medición de nivel en silos o determinaciones topográficas en naves o exteriores.

Se trata pues, de medidas con una incertidumbre conocida (o que puede ser determinada) de manera individual que se suman para obtener la cantidad del clinker producido que es a la que aplica el nivel de planteamiento correspondiente a los datos de actividad del flujo fuente proceso de acuerdo al nivel correspondiente.

9.3.1. Método clinker. Datos de actividad.

Para la determinación de los datos de actividad podrán utilizarse cualquiera de las variantes de cálculo siguientes:

Métodos de cálculo o variantes:	Descripción:
Clinker. Salida del enfriador	Se calcula la cantidad de clinker producido mediante una báscula ubicada a la salida del enfriador y previo al almacenamiento.
Clinker. Molienda de cemento.	Se calcula la cantidad de clinker consumido en las básculas de alimentación a los molinos de cemento. Se aplicará la siguiente fórmula: $\text{clinker consumido [t]} = \text{clinker molido-entradas[t]} + \text{salidas[t]} + \text{variación stock[t]}$ <p>Este clinker consumido representa, a efectos de cálculo, el clinker producido en la instalación durante el periodo de notificación</p>
Clinker. Expedición de cemento por tipo.	A partir de las entregas de cemento utilizando la fórmula siguiente (balance de materiales teniendo en cuenta el clinker expedido, los suministros de clinker y la variación de las existencias de clinker): $\text{clinker producido [t]} = ((\text{entregas de cemento [t]} - \text{variación de las existencias de cemento [t]} \cdot \text{relación clinker/cemento [t clinker/t cemento]}) - (\text{clinker suministrado [t]}) + (\text{clinker expedido [t]}) - (\text{variación de las existencias de clinker [t]})$ <p>La relación cemento/clinker se obtendrá, mediante análisis de laboratorio, para cada uno de los diferentes productos de cemento o se calculará a partir de la diferencia de las entregas de cemento, de los cambios de las existencias y de todos los materiales utilizados como aditivos del cemento, incluidos el polvo desviado y el polvo del horno de cemento.</p>
Clinker. Expedición de cemento global.	Cantidad de clinker producido mediante la cantidad de cemento producido en global, no por diferentes tipos de cemento. $\text{clinker producido [t]} = \text{cemento expedido [t]} \pm \text{variación existencias de cemento[t]} - \text{adiciones empleadas[t]} \pm \text{variación stock} + \text{adiciones[t]} - \text{entradas clinker[t]} + \text{ventas clinker} \pm \text{variación stock clinker [t]}$ <p>El dato de las adiciones empleadas se obtendrá por balance de masas, o mediante determinación analítica. Siendo este último caso aplicable a la caliza consumida, que puede ser calculada determinando el CO₂ de los cementos y considerando la riqueza media de CO₂ en la caliza empleada.</p>

9.3.2. Contribución de incertidumbre en adiciones, clinker y cemento expedido en sacos. Casos particulares.

El cálculo de la incertidumbre con la que se determina el dato de actividad puede presentar algunos casos particulares:

En caso de que flujos de materiales tales como las salidas de cemento o entradas de adiciones intervenga en el cálculo de otros de rango superior, por ejemplo en el cálculo del clinker producido en el método B, se plantea el problema de que debemos demostrar numéricamente que se cumple la incertidumbre que aplica al clinker producido que está definida por el nivel de planteamiento correspondiente. Entonces, ¿cuál es la contribución, en términos de incertidumbre, de las adiciones? Caben dos posibilidades:

1. Que aunque no sea necesario obtener el dato de incertidumbre del material (en nuestro ejemplo, las adiciones) lo podamos obtener fácilmente ya que se pesan en una báscula de incertidumbre conocida (ya sea propia o ajena). Esta incertidumbre asociada al proceso de medición será la contribución de las adiciones en el proceso de propagación de errores para obtener la incertidumbre del clinker producido.
2. Que no podamos obtener el dato directamente por utilizarse básculas de proveedores o transacciones por barco o ferrocarril. En este caso deberemos estimar la incertidumbre por analogía al sistema de medición propio más afín. Por ejemplo, si se utilizan basculas puente ajenas podemos utilizar rangos de incertidumbre de básculas puentes propias.

En caso de no poder acogernos a alguna de estas dos posibilidades podremos utilizar el siguiente cuadro orientativo de incertidumbres:

DISPOSITIVO DE MEDICIÓN	MEDIO	CAMPO DE APLICACIÓN	MARGEN DE INCERTIDUMBRES HABITUALES
Contador de orificio	Gas	Diversos gases	± 1-3 %
Contador Venturi	Gas	Diversos gases	± 1-3 %
Flujómetro ultrasónico	Gas	Gas natural/gases varios	± 0,5-1,5 %
Contador rotativo	Gas	Gas natural/gases varios	± 1-3 %
Contador de turbina	Gas	Gas natural/gases varios	± 1-3 %
Flujómetro ultrasónico	Líquido	Combustibles líquidos	± 1-2 %
Contador de inducción magnética	Líquido	Fluidos conductores	± 0,5-2 %
Contador de turbina	Líquido	Combustibles líquidos	± 0,5-2 %
Báscula de camiones	Sólido	combustibles/mat. primas/cemento	± 0,5-1 %
Báscula de ferrocarril (trenes en movimiento)	Sólido	combustibles/mat. primas/cemento	± 1-3 %
Báscula de ferrocarril (un solo vagón)	Sólido	combustibles/mat. primas/cemento	± 0,5-1,0 %
Barco (desplazamiento)	Sólido	combustibles/mat. primas/cemento	± 0,5-1,0 %

Cemento ensacado

El cemento ensacado es un caso particular expedición en fabricas de cemento. De acuerdo a este planteamiento, si las salidas de cemento ensacado son muestreadas de manera homogénea mediante un procedimiento documentado¹⁸, se asumirá que la incertidumbre será equivalente al dispositivo de medición encargado de comprobar dichos pesos o a la báscula de salida de la instalación

¹⁸ Podrá utilizarse la sistemática de control establecida en el Reglamento de la Marca N de cementos o la del mercado CE.

9.3.3. Determinación de stocks

La medición de stocks en materias primas, cemento o clinker obliga, con carácter general a integrar medidas de carácter geométrico con valores de densidad aparente para obtener el peso inicial/final del periodo.

La medida de densidad aparente deberá realizarse de acuerdo a procedimientos documentados y mediante laboratorios externos o en el laboratorio de la fábrica, y tendrá en cuenta los siguientes criterios básicos:

- Será representativa del material a que haga referencia y el método de ensayo tendrá en cuenta sus características físicas en especial su granulometría.
- Tendrá en cuenta el tipo de stock respecto a su sistema de almacenamiento (silo, nave o exterior) grado de compactación, forma y altura de apilamiento, cantidad acopiada, etc.
- En caso de mediciones internas de stocks en naves el procedimiento documentará al menos los siguientes puntos:
 - Dimensiones de la malla de medida.
 - Procedimiento y dispositivo de toma de alturas.
 - Calculo de incertidumbre asociado.
- En caso que la medición de stocks no se realice el último/primer día del periodo de notificación se podrá realizar en una fecha distinta siempre que se compense el balance de entradas/salidas desde la fecha de medición a la fecha de inicio/fin del ejercicio.

9.3.4. Tratamiento del CKD

El CO_2 polvo lo deberán calcular aquellas instalaciones en las que los flujos de material abandonen el circuito con descarbonataciones parciales que es necesario considerar.

La fábrica justificará en el Plan de Seguimiento y en la documentación de la fábrica los puntos del circuito donde el material pueda descargarse identificando cantidades y grado de descarbonatación.

Los cálculos de las emisiones del polvo de filtro disponen de dos niveles de planteamiento:

- Nivel 1: con respecto a los datos de actividad, el CKD se estimará según las directrices sobre mejores prácticas de la industria. Con respecto al factor de emisión se utilizará un factor fijo de $0,525 \text{ tCO}_2/\text{t}_{\text{CKD}}$.
- Nivel 2: Con respecto a los datos de actividad, el CKD se determinará con una incertidumbre mínima del 7,5%. Con respecto al factor de emisión, éste se calculará con arreglo al grado de calcinación y composición del polvo que se determinará al menos una vez al año con arreglo a los artículos 32 a 35 del Reglamento. La relación entre el grado de calcinación del CKD y las emisiones de CO_2 por tonelada de CKD no es lineal. Puede conseguirse una aproximación con la fórmula siguiente:

$$FE_{CKD}(tCO_2/t_{CKD}) = \frac{\frac{FE_{clinker}(tCO_2/tck) * d}{1 + FE_{clinker}(tCO_2/tck)}}{1 - \frac{FE_{clinker}(tCO_2/tck) * d}{1 + FE_{clinker}(tCO_2/tck)}}$$

Donde $t_{ck}=t_{clinker}$ y d =grado de calcinación del CKD

- Nivel 3: el nivel 3 no será aplicable al factor de emisión.

9.3.5. Descuento por cenizas de combustibles

El clinker producido incluye las cenizas aportadas por los combustibles introducidos en el horno que no son emisores de CO₂ y por tanto pueden ser descontados. El descuento se realizará de acuerdo a lo que se describa en el PSE y de acuerdo a los siguientes criterios básicos:

- Podrán descontarse las cenizas de todo tipo de combustibles introducidos en el horno por quemador principal o precalcinador.
- Para calcular la cantidad de cenizas a descontar deberá ponderarse el contenido de cenizas de cada uno de los combustibles por la cantidad consumida en el periodo de seguimiento interno (típicamente mensual).
- El porcentaje de cenizas podrá obtenerse mediante un análisis inmediato o elemental para cada combustible. El tipo de análisis y el laboratorio utilizado será el especificado en la AEGEI. No podrán descontarse cenizas de combustibles que no estén analizados.
- Tendrá que indicarse el origen de los datos de consumo de combustible y su contribución, en términos de incertidumbre, al dato del clinker producido.

9.3.6. Descuento por aditivos

El cemento expedido incluye aditivos que no son emisores de CO₂ y por tanto pueden ser descontados. El descuento se realizará de acuerdo a lo que se describa en el PSE partiendo de los siguientes criterios básicos:

- Podrán descontarse aditivos sólidos de todo tipo justificando en el PSE el comportamiento de dicho aditivo respecto a su permanencia en el cemento expedido. En este sentido, no podrán descontarse aditivos líquidos si no son capaces de medirse con las mismas garantías de uno sólido y su permanencia en el cemento se justifica debidamente.
- Para calcular la cantidad a descontar se calculará el consumo de cada aditivo en el periodo de seguimiento interno (típicamente mensual). Se justificara el origen de este dato así como la contribución que, en términos de incertidumbre, tendrá sobre el dato del clinker producido.

9.4. DATOS DE ACTIVIDAD, MÉTODO CARBONATOS.

El método de los carbonatos consiste en calcular las emisiones de proceso por medición de atributos del crudo. Pueden presentarse las siguientes variantes:

9.4.1. Método A1. Carbonatos. Molienda de crudo.

Para determinar el material entrante al horno se utilizarán las básculas de alimentación al molino de crudo, con una incertidumbre global conjunta definida por el nivel de planteamiento.

Una subvariante de este método consiste en aplicar lo descrito en el Reglamento y que se refiere a que la cantidad neta de harina de crudo puede determinarse mediante una relación empírica crudo/clinker específica del emplazamiento, que debe actualizarse una vez al año como mínimo aplicando las directrices sobre mejores prácticas de la industria, la incertidumbre, de igual manera, sería la definida por el nivel de planteamiento.

9.4.2. Método A2. Carbonatos. Alimentación de crudo.

Se utilizarán los datos de la báscula de alimentación de crudo al intercambiador, con una incertidumbre máxima definida por el nivel de planteamiento y se corregirán con el factor de eficiencia de la primera etapa de la torre de ciclones.

Se calculará el crudo entrante al horno teniendo en cuenta el factor de eficiencia de la torre que determinará mediante pesada estática en marcha directa del horno con la participación de una tercera parte independiente una vez por periodo y siempre que se produzcan cambios en las condiciones de operación que puedan afectar a ese factor de eficiencia.

9.4.3. Método A3. Carbonatos. Balance de masas.

El crudo consumido se calcula mediante un balance de masas de materias primas que entran a la fábrica.

Crudo consumido = entrada de materias primas-salidas de materias primas+stock inicial de crudo+stock inicial de materias primas-stock final de crudo-stock final de materias primas

Donde:

Las entradas y salidas de materia prima se calcularán mediante pesada de los camiones que las transportan en básculas de materias primas (<1% de incertidumbre).

Medición de stocks. (<10% de incertidumbre)

Para el cálculo del crudo que entra realmente al horno se aplicará la siguiente expresión:

Crudo alimentado al horno=crudo consumido-crudo desviado al molino de cemento.

La cantidad de crudo desviado al molino de cemento será el resultado de la cantidad de crudo que recupera el filtro del horno (t/h) por las horas que se encuentre parado el molino de crudo. La cuantificación de este polvo se determinará periódicamente mediante descarga en camiones y pesada del mismo en la báscula de materias primas, obteniendo así un valor de eficiencia.

Una vez obtenidas las toneladas de crudo se calculará el CO₂ emitido asumiendo que el crudo desviado en la torre de alimentación tiene la misma composición que el crudo alimentado al horno y su descarbonatación es nula en base a los análisis realizados. En otro caso habría que sumar estas emisiones como emisiones de proceso.

9.4.4. Cantidades medidas en básculas. Criterios mínimos de verificación y calibración.

Los métodos de carbonatos en que intervengan básculas de proceso tienen, en el control de éstas, uno de los elementos fundamentales para la obtención de resultados satisfactorios. El sistema de verificación seguirá, en función de su naturaleza, los siguientes criterios básicos:

1. Instalaciones con tolva dosificadora sobre células de carga con señal en sala de control. En este caso es posible verificar el funcionamiento de las básculas mediante la descarga parcial de la tolva en contraste con la señal proporcionada por la báscula. En este caso se documentará por parte de la instalación una verificación periódica.
2. Verificación estática de la báscula dosificadora. Se realizará con una periodicidad al menos anual.

3. Calibración de las básculas dosificadoras mediante métodos que permitan el paso de material. Se realizará con una periodicidad al menos anual.
4. Calibración de las básculas dosificadoras mediante métodos que no permitan el paso de material. Se realizará con una periodicidad al menos anual.

9.5. FACTOR DE EMISIÓN. MÉTODO CLINKER.

9.5.1. Factores estequiométricos

La determinación del factor de emisión será realizada de acuerdo a una de las siguientes posibilidades:

1. Se determinará el valor promedio mensual de los datos de control de proceso determinados, con una frecuencia mínima diaria, en el laboratorio de la fábrica.
2. Se tomarán muestras mensuales a partir de las muestras diarias de control de proceso que se analizarán en laboratorio acreditado ISO 17025.

Se determinarán los óxidos de Ca y Mg presentes en el clinker y se utilizará el siguiente factor de emisión

$$FE(tCO_2/t\ ck) = 0,785*\%CaO + 1,092*\%MgO$$

Para la determinación de los óxidos de calcio, magnesio del clinker podrán utilizarse la norma UNE 196-2.

9.5.2. Factores híbridos

También es posible obtener el factor de emisión del clinker a través del factor de emisión del crudo o a través de atributos relacionados con ambos materiales (crudo y clinker). Estos métodos se denominan híbridos. En este caso los datos de actividad se obtendrán por algunas de las variantes explicadas anteriormente tanto si se trata del crudo como del clinker y los factores de emisión que se utilizan pueden incluir algunas de las siguientes subvariantes que hemos agrupados en los siguientes casos:

CASO A. Determinación del factor de emisión del clinker a través del crudo.

Para convertir el factor de emisión del crudo a factor de emisión del clinker, se utilizará el resultado del análisis de la pérdida por calcinación del crudo, determinado mediante la siguiente expresión:

$$FE_{clinker}(t\ CO_2 / t\ ck) = FE_{crudo}(t\ CO_2 / t\ crudo) \cdot \left[\frac{1}{1 - (PF\% / 100)} \right]$$

Donde PF% es la pérdida por calcinación del crudo, y ésta se puede corregir restándola con la pérdida al fuego de clinker

A partir de este caso básico se pueden introducir correcciones adicionales en el sentido de lo indicado en 9.3.5, descuento por cenizas del combustible, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$tCO_2 = FE_{ck} \cdot \left[\left(1 - \frac{t_{cenizas}}{t_{clinker}} \right) \cdot t_{clinker} \right]$$

CASO B. En este caso el factor de emisión se calcula mediante una nueva expresión y se añade tanto las emisiones de carbono no carbonatado (orgánico) como la corrección por cenizas:

$$FE_{clinker}(tCO_2 / tck) = \left(\frac{\%CO_{2\text{crudo}}}{\%CaO_{\text{crudo}} \times 0,785 + \%MgO_{\text{crudo}} \times 1,092} \right) \times \left(\frac{\%CaO_{\text{clinker}} \times 0,785 + \%MgO_{\text{clinker}} \times 1,092}{100} \right) + \left(\frac{\%C(\text{orgánico}) \times \frac{44,00995}{12,01115}}{100} \right) \times \left(\frac{100}{\left(1 - \frac{\%PF}{100} \right)} \right) \times \left[1 - \left(\frac{\%cenizas_{\text{combustibles}} \cdot t_{\text{combustibles}}}{t_{\text{clinker producido}}} \right) \right]$$

Caso C. En esta subvariante se utiliza una nueva expresión para el factor crudo clinker:

$$\text{Factor de emisión } (tCO_2/tclinker) = tCO_2/tcrudo \times \text{factor crudo/clinker}$$

Donde el factor crudo clinker tiene la siguiente expresión:

$$\text{Factorcrudo / clinker} = \frac{\frac{CaO_{clinker}}{CaO_{crudo}} + \frac{MgO_{clinker}}{MgO_{crudo}}}{2}$$

Caso D. En esta subvariante se utiliza una nueva expresión para el factor crudo clinker o factor de conversión:

$$\text{Factor de conversión}_{clinker} = CO_2 \text{ análisis} / CO_2 \text{ estequiométrico}$$

Siendo:

$CO_2 \text{ análisis}$ el CO2 obtenido aplicando el FE estequiométrico en el clinker utilizando el factor de corrección por cenizas de combustible.

$$CO_2 \text{ estequiométrico} = CaO_{\text{crudo}} \cdot 0,785 + MgO_{\text{crudo}} \cdot 1,092$$

Caso E. En esta subvariante se utiliza una nueva expresión para el factor crudo clinker:

$$FE_{clinker}(tCO_2/tck) = (0,785 \times (\% CaO_{clinker}) + 1,092 \times (\% MgO_{clinker})) \cdot ((CO_2(A)/CO_2(B)))$$

Siendo:

- CA2(A)= CO₂ medido directamente en el crudo por el método de la calcimetría (t CO₂/ t crudo)
- CO2(B)= CO₂ máximo teórico determinado a partir del CaO y MgO del crudo aplicando el cálculo estequiométrico

9.5.3. Corrección de factores de emisión por aporte de materiales descarbonatados

En el caso de que se quiera descontar los óxidos de calcio y magnesio presentes en materias primas descarbonatadas, que no resultan en emisiones de descarbonatación deberá procederse de acuerdo a los siguientes criterios básicos que deberán estar incluidos en el Plan de Seguimiento:

- Determinar la composición del material, mediante análisis o datos del proceso en que se genera. Para ello las determinaciones se realizarán de acuerdo a algunas de las dos posibilidades ofrecidas para el cálculo del factor de emisión del proceso.
- Determinar la cantidad alimentada al horno en el mes correspondiente,
- Restar dichos contenidos de Ca y Mg a los determinados en el clinker corrigiendo así los multiplicadores de sus factores estequiométricos.

En este caso el factor de emisión se corregiría de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\text{Factor de emisión (tCO}_2\text{/tck)} = 0,785 \times (\text{tCaO}_{\text{clinker}} - \text{tCaO}_{\text{en las mmp}} \text{ descarbonatadas}) + 1,092 \times (\text{tMgO}_{\text{clinker}} - \text{tMgO}_{\text{en las mmp}} \text{ descarbonatadas})$$

9.6. FACTORES DE EMISIÓN EN MÉTODOS CARBONATOS

La determinación de la cantidad de carbonatos en el crudo se realizará sobre una muestra representativa de acuerdo a una de las siguientes posibilidades ya conocidas:

1. Se determinará el valor promedio mensual de los datos de control de proceso determinados, con una frecuencia mínima diaria, en el laboratorio de la fábrica.
2. Se tomarán muestras a partir de las muestras diarias de control de proceso que se analizarán en laboratorio acreditado ISO 17025.

Para una completa reseña de las frecuencias de muestreo en emisiones de proceso véase el epígrafe 10 de esta guía.

9.6.1. Factores estequiométricos.

Se pueden determinar el contenido en carbonatos y utilizar los siguientes factores estequiométricos:

- 0,440 tCO₂/tCaCO₃
- 0,522 tCO₂/tMgCO₃
- 3,664 tCO₂/tC

No existen métodos normalizados para la determinación directa de carbonato cálcico ni magnésico en el crudo, por lo que una alternativa es la determinación de Ca y Mg por fluorescencia de RX y asumir que todos ellos se encuentran en forma de carbonatos.

9.6.2. Conversión directa.

Otra alternativa es la determinación de CO₂ mediante calcimetría, por análisis gravimétrico a través de la adsorción de CO₂ en un adsorbente adecuado según Norma EN 196-2, u otras técnicas instrumentales (descarbonatación y detección IR, termogavimetría ...) y obtener un factor de emisión en t CO₂/t crudo.

La norma de referencia EN UNE 196-2:06, métodos de ensayo para cementos, parte2, análisis químico de cementos, establece en su apartado 15 la determinación de dióxido de carbono mediante el tratamiento con ácido fosfórico que desprende el CO₂ que es tratado en una serie de tubos de absorción. Existe también la posibilidad de aplicar el método alternativo descrito en el apartado 16 de la misma norma en el que la eliminación se realiza mediante ácido sulfúrico el cual se absorbe por hidróxido de sodio y se determina gravimétricamente.

En ambos casos la desviación típica de repetibilidad es del 0,07% y la de la reproducibilidad es del 0,10% lo que da idea de la robustez del método y de su validez, precisión y exactitud a efectos de determinación del FE_{crudo}.

9.7. EMISIONES DE PROCESO. FACTOR DE CONVERSION.

El Reglamento en los apartados 4.1. y 4.4 de punto 4 del anexo 11 establece dos posibles niveles para el factor de conversión tanto para el método A como para el B.

Para el método A se establece que se tendrán en cuenta los carbonatos y otros carbonatos resultantes del proceso aplicando un factor de conversión cuyo valor estará comprendido entre cero y uno. El titular podrá asumir que se realiza la conversión total de uno o varios materiales de entrada y atribuir los materiales no convertidos u otros carbonatos a los materiales de entrada restantes.

Para el método B se establece que la cantidad de compuestos no carbonatados de los metales presentes en las materias primas incluyendo el polvo de retorno o las cenizas volantes u otros materiales ya calcinados se reflejará aplicando valores de conversión con un valor comprendido entre 0 y 1, correspondiendo el valor 1 a la conversión total en óxidos de los carbonatos contenidos en las materias primas.

Aunque los aplicables son los de nivel más bajo es decir nivel 1, que significa la aplicación del valor numérico 1 en los dos casos (conversión total).

9.8. EMISIONES PROCEDENTES DE CARBONO PRESENTE EN LA MATERIA PRIMA.

Las emisiones de CO₂ de proceso se deben a la calcinación de los carbonatos presentes en las materias primas utilizadas para la fabricación de clinker, a la calcinación parcial o total del polvo del horno de cemento o del polvo desviado eliminado del proceso y, en algunos casos, del contenido en carbono no carbonatado de las materias primas; el cálculo de las emisiones de CO₂ procedente de carbono orgánico en la materia prima podrá realizarse o no realizarse de acuerdo a las condiciones particulares de la instalación.

Deben fijarse, por tanto, los criterios por los cuales este cálculo debe ser tenido en cuenta y las emisiones añadidas a las emisiones de proceso.

En primer lugar, hay que realizar una serie de consideraciones respecto a la presencia de la materia orgánica en las materias primas:

- Su presencia depende de la materia prima y dentro de cada materia prima de su origen y fase de producción de su explotación minera.
- La heterogeneidad de las materias primas que hacen necesarios procesos de homogenización del crudo desaconsejan el análisis del problema desde el punto de vista de materias primas individuales y por tanto debe pensarse, cuando sea posible, en analizar parámetros del crudo.
- La materia orgánica que acompaña al crudo homogeneizado puede no sufrir una transformación completa en CO₂ ya que se detectan y reportan emisiones de COT debido a las complejas reacciones que tienen lugar en las primeras etapas de las torres de intercambio, si bien, estas emisiones son, en todos los casos, muy bajas.

La fábrica informará en su Plan de Seguimiento, bien el método de cálculo de estas emisiones o la exención de realizarlo. Esta exención se basará en un análisis de costes irrazonables. Un ejemplo de este análisis puede verse en el apartado 6.4.6 de esta guía.

Las emisiones se calcularán de acuerdo al punto 24.2 del Reglamento.

Para el cálculo de los datos de actividad se utilizarán técnicas análogas a las presentadas en el método de carbonatos. Parecen especialmente adecuados el método A1 y A2. Podría utilizarse también un método de clinker con una transformación a crudo a través de un ratio crudo/clinker en cuyo caso la justificación de la incertidumbre aplicable al dato de actividad necesitaría una propagación de errores.

En lo que respecta a la determinación del carbono orgánico en el crudo caben varias posibilidades, entre otras, destacamos:

Determinación del carbono orgánico total (COT) del crudo según el método de referencia de la UNE-EN-13639:2002, o de acuerdo a alguno de los métodos alternativos presentados en dicha norma:

- Determinación gravimétrica por oxidación en horno (método alternativo 1)
- Determinación instrumental mediante combustión en atmósfera oxidante y medición por espectrometría de infrarrojos (método alternativo 2).
- Métodos de determinación automáticos (método alternativo 3)

Si no se realiza previamente un ataque ácido a la muestra, puede realizarse una determinación instrumental por diferencia entre la combustión en atmósfera oxidante y no oxidante y medición por espectrometría de infrarrojos.

Hay que tener en cuenta que la determinación directa del CO₂ según la EN 196-2 excluye el carbono orgánico por lo que debe realizarse la determinación de forma paralela.

Respecto al sistema de niveles aplicable a la determinación de las emisiones relacionadas con el carbono no carbonatado en la materia prima, será de aplicación lo siguiente:

- Nivel 1: El contenido de carbono no carbonatado en la materia prima pertinente se calculará mediante las directrices sobre mejores prácticas de la industria.

- Nivel 2: El contenido de carbono no carbonatado en la materia prima pertinente se calculará al menos una vez al año con arreglo a las disposiciones de los artículos 32 a 35 del Reglamento.

Además, se aplicarán las siguientes definiciones de nivel para el factor de conversión:

- Nivel 1: Se utilizará un factor de conversión de 1.
- Nivel 2: El factor de conversión se calculará aplicando las directrices sobre mejores prácticas de la industria

10. CONSIDERACIONES SOBRE FRECUENCIAS DE MUESTREO

Además de las consideraciones sobre lote y partida indicadas en los epígrafes 8 y 9, el Reglamento establece, como ya lo hacía las anteriores Decisiones de monitorización, un anexo indicando las frecuencias mínimas de muestreo de acuerdo a su artículo 35.

Dichas frecuencias mínimas son las siguientes:

Combustible/material	Frecuencia mínima de los análisis
Gas natural	Semanal como mínimo
Gases del proceso (gas mezclado de refinería, gas de coquería, gas de alto horno y gas de convertidor)	Diaria como mínimo, aplicando los procedimientos apropiados a cada parte del día
Fuelóleo	Cada 20 000 toneladas y seis veces al año como mínimo
Carbón, carbón de coque, coque de petróleo	Cada 20 000 toneladas y seis veces al año como mínimo
Residuos sólidos (de combustibles fósiles únicamente, o de combustibles fósiles mezclados con biomasa)	Cada 5 000 toneladas y cuatro veces al año como mínimo
Residuos líquidos	Cada 10 000 toneladas y cuatro veces al año como mínimo
Minerales carbonatados (incluyendo la piedra caliza y la dolomita)	Cada 50 000 toneladas y cuatro veces al año como mínimo
Arcillas y pizarras	Cada vez que se consuman las cantidades de material correspondientes a 50 000 toneladas de CO ₂ y cuatro veces al año como mínimo
Otros flujos de entrada y salida en el balance de masas (no aplicable a los combustibles o agentes reductores)	Cada 20 000 toneladas y una vez al mes como mínimo
Otros materiales	Cada vez que se consuman las cantidades de material correspondientes a 50 000 toneladas de CO ₂ y cuatro veces al año como mínimo dependiendo del material y de la variación

Con carácter general la fábrica de cemento preparará y mantendrá al día un plan de muestreo de todos los parámetros (factores de cálculo) de todos los flujos fuente que intervengan en el proceso de monitorización de CO₂.

El plan de muestreo estará normalmente integrado con el Plan de Control de la fábrica e incluirá información sobre la metodología empleada para preparar las muestras, detallando en particular las responsabilidades, lugares, frecuencias, cantidades y procedimientos para el almacenamiento y transporte de las mismas.

En particular, el Plan de Control incluirá al menos:

- Parámetro a medir y su flujo fuente asociado incluso si el factor de cálculo que se use es por defecto.
- Método de muestreo de los materiales combustibles indicando, en su caso, la secuencia de composición de muestras y homogeneización de las mismas. Cadena de custodia y condiciones de almacenamiento.
- Preparación de muestras de laboratorio.
- Laboratorio (de la fábrica o tercero) y método analítico con referencia a la norma aplicable.
- Responsabilidades, y gestión de los registros generados.

Las especiales condiciones de los combustibles y materiales en fábricas de cemento hacen necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones en relación con dichas frecuencias de muestreo:

10.1. COQUE DE PETRÓLEO Y OTROS COMBUSTIBLES

Se consideran tres casos específicos:

CASO A. Coque o combustible procedente de un barco considerado una partida o lote único de acuerdo a lo indicado en el epígrafe 8.2. Los barcos se muestrean de manera integral por *surveyors* que obtienen los valores representativos de la totalidad de la carga del mismo, en función de métodos estandarizados, y la evidencian en su conocimiento de embarque. En el caso de que los barcos se descarguen directamente a fábrica no es necesario volver a muestrear un combustible que responde a un valor integrado y que, normalmente, forma parte de la ecuación de pago.

El control interno de la fábrica para asegurar el correcto tratamiento y trazabilidad del combustible incluirá la siguiente documentación:

- Los conocimientos de embarque de cada uno de los barcos que está previsto consumir reflejando la metodología de muestreo conforme a Normas Internacionales.
- Los albaranes de entrada (o una muestra de ellos) en que figura la procedencia del coque de manera inequívoca junto con un resumen de báscula del total adquirido.
- Las condiciones sobre la trazabilidad interna del combustible en la instalación.

Caso B. Coque o combustibles procedentes de un suministrador único (por ejemplo una refinería determinada).

En este caso podrá aplicarse la definición de combustible comercial estándar que es "aquel combustible comercial normalizado a nivel internacional que presenta un intervalo de confianza del 95 % para una desviación máxima del 1 % respecto a su valor calorífico especificado (...)".

El cuadro I del anexo V del Reglamento establece que para instalaciones A y para combustibles comerciales estándar los niveles aplicables son: y 2a/2b para VCN luego para dichos factores de cálculo serán de aplicación:

Para FE.

- Nivel 2a. Se aplicará, o bien, los factores de emisión específicos del país para el combustible o material correspondiente, utilizados por el Estado miembro en el inventario nacional entregado a la Secretaría de la Convención Marco de las

Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. O bien los valores de la bibliografía acordados con la autoridad competente, incluyendo los factores estándar publicados por esta que, siendo compatibles con los factores indicados anteriormente, puedan aplicarse de forma representativa a unos flujos fuente de combustible más desagregados.

- Nivel 2b. Se deducirán los factores de emisión del combustible basándose en alguno de los valores sustitutivos que se indican a continuación, en combinación con una correlación empírica realizada al menos una vez al año mediante un análisis.
 - medición de la densidad de aceites o gases específicos, incluidos los utilizados comúnmente en la industria del refino o del acero, o bien,
 - el valor calorífico neto correspondiente a los tipos de carbón específicos.

El titular se asegurará de que dicha comprobación satisface los requisitos de las buenas prácticas de ingeniería y de que se aplica solamente a los valores sustitutivos correspondientes a la gama para la que se haya establecido.

Para VCN.

- Nivel 2a. Se aplicará, o bien, los factores de emisión específicos del país para el combustible o material correspondiente, utilizados por el Estado miembro en el inventario nacional entregado a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. O bien los valores de la bibliografía acordados con la autoridad competente, incluyendo los factores estándar publicados por esta que, siendo compatibles con los factores indicados anteriormente, puedan aplicarse de forma representativa a unos flujos fuente de combustible más desagregados.
- Nivel 2b: Se aplicará el valor calorífico neto deducido de los registros de compra proporcionados por el proveedor del combustible, siempre que se haya deducido con arreglo a las normas nacionales o internacionales aceptadas.

Por lo tanto los factores de cálculo bibliográficos para FE y basados en registros de proveedor para VCN serán los datos preferidos.

El sistema de control de la fábrica generará y conservará evidencia de los siguientes registros que garanticen la trazabilidad del consumible consumido:

- Cumplimiento de que el combustible cumple las condiciones de la definición, es decir, con un intervalo de confianza del 95 % el valor del VCN para una desviación máxima del 1 % respecto a su valor calorífico especificado. Este análisis debe basarse en datos históricos.
- Trazabilidad de las partidas entrantes mediante albaranes que identifiquen de manera inequívoca dicha procedencia. En el caso del coque además los la documentación relativa al acopio y tratamiento separado de cada partida respecto de las demás en el sistema de calidad de la fábrica.

Caso C. Coque o combustible procedente de un acopio o suministrador donde existen o pueden existir diversas procedencias.

La característica fundamental en este caso es que el combustible no está muestreado de manera integrada y su variabilidad hace que no se cumplan las condiciones establecidas (1% del VCN) establecidas en el apartado anterior. No existe por tanto un valor

representativo de las características del mismo por lo que es necesario realizar un muestreo en la puerta de la fábrica o en el punto de introducción al proceso. Para ello el plan de seguimiento deberá incluir la frecuencia que indique el artículo 35 del Reglamento. Siempre podrá utilizarse la regla de $1/3$ ¹⁹ para cambiar la periodicidad establecida utilizando datos históricos por proveedor.

Nota: si a pesar de que el combustible tenga diversas procedencias, cumple la condición de la constancia del 1% respecto a su VCN le será de aplicación lo indicado en el Caso B.

10.2. CRUDO Y CLINKER

En el establecimiento de frecuencias de muestreo para crudo y clinker deben considerarse por separado tres situaciones:

- Análisis de crudo o clinker sin contrastes externos. Se utiliza en este caso el laboratorio de la fábrica únicamente.
- Análisis de crudo o clinker con contrastes externos. Se utiliza en este caso el laboratorio de la fábrica y un laboratorio acreditado externo.
- Análisis externo de crudo o clinker en laboratorio acreditado.

La garantía de control de los atributos medidos sobre crudo (típicamente CO₂ directo u óxidos del clinker) se consigue a través de:

- El control de las variables de proceso en la fábrica que incluye atributos de crudo y clinker, módulos de composición y óxidos.
- La sistemática de toma de muestras para la adquisición de estas variables de control en la que hay un gran número de muestras y éstas son tomadas, preparadas y homogeneizadas de tal manera que son fiel reflejo del proceso productivo.

En cualquier caso, estas frecuencias de muestreo se encuentran recogidas en los planes contenidos en los sistemas de gestión certificados de las fábricas.

10.3. ANÁLISIS DE COSTES IRRAZONABLES EN RELACIÓN CON FRECUENCIAS DE MUESTREO

Además de las especiales circunstancias que concurren en el muestreo y análisis de materiales en una fábrica de cemento, el reglamento permite desviarse de lo indicado en el anexo de frecuencias obligatorias en dos casos:

- El cumplimiento de la regla de $1/3$ consistente en que, con arreglo a los datos históricos, los cuales deberán incluir los valores analíticos del combustible o material correspondiente durante el período de notificación inmediatamente anterior al actual, cualquier variación de dichos valores analíticos no supera un tercio del grado de incertidumbre que está obligado a respetar para la determinación de los datos de la actividad correspondientes al combustible o material en cuestión.

Nota: La aplicación de la regla de $1/3$ podrá ampliarse a más periodos de notificación si la existencia de datos en el periodo inmediatamente anterior es insuficiente para efectuar el análisis.

¹⁹ De tal manera que con arreglo a los datos históricos, los cuales deberán incluir los valores analíticos del combustible o material correspondiente durante el período de notificación inmediatamente anterior al actual, cualquier variación de dichos valores analíticos no supera un tercio del grado de incertidumbre que está obligado a respetar para la determinación de los datos de la actividad correspondientes al combustible o material en cuestión.

Para la aplicación de la regla de 1/3 se dispone de una plantilla electrónica http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/templates/index_en.htm donde se introducen los datos históricos a analizar. Se permite que estos datos históricos se separen en partes homogéneas con respecto al parámetro medido.

El número de muestras a tomar vendrá dado por la expresión:

$n = u_i^2 / u_{total}^2$, donde:

u_i = incertidumbre relativa de la determinación analítica de la muestra i (de un total de p muestras). Se calcula por la desviación estándar del conjunto de resultados de los mismos multiplicado por el factor de t student con p grados de libertad.

u_{total} = es la incertidumbre requerida por la regla de 1/3, es decir, la correspondiente al nivel de planteamiento dividida por 3.

- Que la aplicación de las frecuencias requeridas genere costes irrazonables. En este caso el análisis de costes irrazonables se realizará mediante la comparación del coste de los análisis con los beneficios obtenidos que vendrán dados por la fórmula:

$P * E_m * F_M$, donde

P : 20€/t

E_m emisiones medias correspondientes al flujo fuente (t)

F_M : factor de mejora: 1%

10.4. LABORATORIOS ACREDITADOS

Con carácter general, y siempre que el nivel de planteamiento así lo requiera, el operador deberá asegurarse de que los laboratorios encargados de realizar los análisis para la determinación de los factores de cálculo están acreditados con arreglo a la norma EN ISO/IEC 17.025 para los métodos analíticos correspondientes.

Sin embargo, el uso de laboratorios no acreditados puede ser necesario en varias circunstancias:

- Que no esté disponible ningún laboratorio acreditado aunque sí se disponga de la norma que defina el método normalizado. Por ejemplo determinación de la fracción de biomasa de acuerdo a la Norma UNE 80.602.
- Que no se disponga de método normalizado. En cuyo caso la entidad de acreditación puede acreditar el método interno de laboratorio. Por ejemplo la medición de CO₂ directa en crudos.
- Que los parámetros a determinar formen parte de los análisis habituales de la fábrica mediante el uso del laboratorio propio, tal como en el caso de: humedad, densidad aparente, pérdida al fuego, PCI, etc.

El uso de laboratorios no acreditados se autoriza por el Reglamento en el artículo 34 bajo ciertas condiciones encaminadas a que el laboratorio no acreditado pueda demostrar un nivel de cualificación equivalente.

Este nivel de cualificación equivalente se demostrará de manera detallada a partir de las siguientes evidencias:

- Certificado ISO 9.000 del laboratorio. Caso de laboratorios centrales y similares.
- En caso de que el laboratorio no disponga de certificado ISO 9.000 se debe demostrar competencia técnica de acuerdo con los apartados a) a l) del Reglamento. Esta competencia técnica puede evidenciarse a partir del Reglamento de la marca N de cementos y el certificado ISO 9.000 de la fábrica, en el que, en todos los casos, el laboratorio también está incluido. Los laboratorios están sometidos a un régimen mínimo de inspecciones específicas bianual definidos en el Reglamento Particular de la marca N de Cementos. Todos los aspectos de gestión de laboratorio están incluidos en dichas inspecciones:
 - Calibraciones
 - Mantenimiento, verificación de equipos.
 - Competencia del personal de laboratorio.
 - Gestión de registros

Las inspecciones cubren todos los ensayos y dispositivos de laboratorio, tanto para ensayos físicos como químicos.

11. CALCULO DE INCERTIDUMBRE

11.1. CONCEPTO DE PROCESO DE MEDICION

La determinación de la incertidumbre del sistema de medición (o del proceso de medida) dentro de un sistema fijo de niveles, comprenderá la incertidumbre especificada de los instrumentos de medida aplicados, la incertidumbre asociada a la calibración y cualquier incertidumbre adicional relacionada con la forma práctica de utilizar los instrumentos de medida.

Cuando se apliquen sistemas de medición, el titular deberá tener en cuenta el efecto acumulativo de todos los componentes del sistema de medición sobre la incertidumbre de los datos anuales de la actividad. Para ello se utilizará la ley de propagación de errores (composición de incertidumbres), que proporciona las normas prácticas para combinar incertidumbres no correlacionadas o bien obtener aproximaciones si se producen incertidumbres interdependientes.

Cabe diferenciar tres casos separadamente:

Caso A. Cuando se usa el sistema de niveles. Es el caso más frecuente en fábricas de cemento. La manera de calcular la incertidumbre del proceso de medición y de compararla con el nivel de planteamiento para evidenciar su cumplimiento se describe en el apartado 7.2 de esta guía.

Caso B. Cuando se utiliza una aproximación alternativa²⁰ no basada en el sistema de niveles. Podría darse algún caso de aproximación alternativa en el que, justificadamente, no se aplicara el sistema de niveles. En este caso el titular:

- Evaluará y cuantificará una vez al año la incertidumbre de todos los parámetros usados para la determinación de las emisiones anuales de acuerdo con la Guía ISO para la expresión de incertidumbres en mediciones (GUM)²¹ o en otra guía equivalente comúnmente aceptada.
- Demostrará a satisfacción de la autoridad competente que aplicando dicha aproximación alternativa se cumple que la incertidumbre global de las emisiones anuales para toda la instalación no excede de:
 - 2,5% para instalaciones tipo C
 - 5% para instalaciones tipo B

Caso C. Cuando se usa una aproximación por medición. No utilizada en fábricas de cemento actualmente. En cualquier la evaluación de la incertidumbre, en la que intervienen de manera fundamental los equipos de medida, tendrá en cuenta las normas EN 14181, EN 15259 y otras normas EN e ISO relacionadas.

²⁰ Fall-back approaches

²¹ JCGM 100:2008, GUM. Para una reseña completa véase las referencias de esta guía y el apartado 5 de la GD4.

11.2. POSIBLES CONTRIBUCIONES A CONSIDERAR EN CÁLCULOS DE INCERTIDUMBRE.

Consideraremos las siguientes definiciones en relación con el tratamiento de la incertidumbre.

- **Medición (o medida):** Conjunto de operaciones que tienen por finalidad determinar un valor de una magnitud. (VIM). Ej.: Cálculo de un volumen de un silo.
- **Resultado de un ensayo o medida:** Valor de una característica obtenido tras la realización de un método de ensayo o medición específico. (UNE 82009-1). Ej.: Volumen calculado de un silo.
- **Incertidumbre de medida:** Estimación que caracteriza el intervalo de valores en el que se sitúa, generalmente con una alta probabilidad dada, el valor verdadero de la magnitud de medida. (UNE EN 30012-1).

A este respecto el Reglamento define incertidumbre como el parámetro asociado al resultado obtenido en la determinación de una magnitud mediante el cual se caracteriza el grado de dispersión de los valores que cabría atribuir razonablemente a la misma y que incluye los efectos de los factores de error aleatorios y sistemáticos; se expresa en % y describe un intervalo de confianza en torno al valor medio que comprende el 95% de los valores obtenidos teniendo en cuenta cualquier asimetría presente en la correspondiente distribución

- **Calibración:** Conjunto de operaciones que establecen en unas condiciones especificadas, la relación que existe entre los valores indicados por un instrumento o sistema de medida o los valores representados por una medida materializada y los correspondientes valores conocidos de una magnitud de medida. (VIM).

11.2.1. Estimación de la incertidumbre.

Existen dos modos de estimar incertidumbres.

a) Estimación Tipo A:

Se obtiene partiendo de una serie de resultados repetidos (10 repeticiones mínimo). Una vez se han obtenido los resultados la incertidumbre se estima a partir de la varianza poblacional.

$$U = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

b) Estimación Tipo B:

En este caso la estimación se realiza por métodos científicos distintos a los estadísticos. Para ello se debe conocer información previa a la medición, que estará normalmente relacionada con las características del equipo de medición, como por ejemplo:

- Si conocemos la distribución: $U = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
- Si se estima un intervalo máximo. (Distribución rectangular o equiprobable): $U = \frac{\alpha}{\sqrt{n}}$

- Si se importa el dato de una fuente externa: $U = \frac{I}{K}$

11.2.2. Composición de incertidumbres.

Una vez hemos estimado las diferentes incertidumbres debemos componerlas. Para ello aplicaremos los siguientes pasos:

- Definir la fórmula que vamos a usar.
- Estimar cada una de las incertidumbres de las magnitudes independientes que se han definido.
- Aplicar ley de propagación de probabilidades²² a dicha formula. Caben distinguirse dos casos:
 - No correlacionadas. En el caso de que las magnitudes estén no correlacionadas y el mensurando responda a la expresión general $Y=Y(X_1, X_2, \dots, X_n)$, la incertidumbre correspondiente a la variable aleatoria Y, queda definida por la siguiente expresión:

$$U_y = \sqrt{\left(\frac{\partial Y}{\partial X_1} \cdot U_{x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_2} \cdot U_{x_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_n} \cdot U_{x_n}\right)^2}$$

- Correlacionadas. En el caso de que las magnitudes estén correlacionadas se utilizará la siguiente expresión:

$$U_y = \left(\frac{\partial Y}{\partial X_1}\right) \cdot U_{X_1} + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_2}\right) \cdot U_{X_2} + \dots + \left(\frac{\partial Y}{\partial X_n}\right) \cdot U_{X_n}$$

- Multiplicar por el factor de cobertura.
- Expresar el resultado en forma absoluta o relativa.

11.2.3. Posibles contribuciones a la incertidumbre

Con carácter general, para cada uno de los procesos de medición asociados a un determinado dispositivo, los certificados de calibración incluirán determinadas contribuciones de la incertidumbre que es necesario conocer, para evitar incluirlas si ya han sido tenidas en cuenta. Podrán considerarse y utilizarse las siguientes aproximaciones:

²² Para una referencia más completa sobre la aplicación de los dos casos que siguen puede consultarse el apartado 8.2 de la GD4 Europea

1) Debidas al patrón.

- Incertidumbre del patrón: $u_{pat} = \frac{U_{pat}}{k}$
- Incertidumbre debida a la deriva del patrón: $u_{\delta pa} = \frac{U_{pat}}{\sqrt{12}}$
- Incertidumbre debida a las incertidumbres ambientales $u_{ca} = \frac{0.02 \times FE \times \Delta T \times coef}{100\sqrt{12}}$

Generalmente todas estas incertidumbres ya están incluidas en las incertidumbres calculadas del equipo que aparecen en el certificado de calibración.

2) Debidas a la propia incertidumbre y corrección.

En el certificado de calibración de cada equipo tendremos una incertidumbre y una corrección.

- Incertidumbre debida a la calibración: $u_{cal} = \frac{U}{K}$
- Incertidumbre debida a la corrección: $u = \frac{corrección}{\sqrt{3}}$

3) Debida a la repetibilidad.

- En el caso de tener medidas repetidas: $u = \frac{s}{\sqrt{n}}$
- En el caso de no tener medidas repetidas estimaremos con: $u = \frac{Tolerancia}{\sqrt{3}}$

Este término aparecerá siempre independientemente de que se realicen o no repeticiones.

4) Debida a la resolución.

$$u = \frac{resolución}{\sqrt{3}}$$

5) Debida a la deriva.

- Si tuviésemos datos de certificados anteriores: $u = \frac{Deriva}{\sqrt{3}}$
(Deriva= Corrección1–Corrección2)

6) Debida a la excentricidad.

$$u = \frac{(\text{Valor.máx} - \text{Valor.mín.}) \times d}{\frac{D}{2} \sqrt{3}}$$

d.: distancia de la masa a la diagonal.

D.: longitud de la diagonal.

7) Debida a la histéresis.

$$u = \frac{\bar{x}_{\text{rec.}} - \bar{x}_{\text{decr.}}}{\sqrt{12}}$$

8) Debido al error de paralaje.

$$u = \frac{\text{error.paralaje}}{\sqrt{12}}$$

Donde, $\text{error.paralaje} = \frac{\text{resolución}}{\sqrt{12}}$

De todas las contribuciones que se han expuesto en este apartado deberán utilizarse, dependiendo de cada caso y, en función de la disponibilidad del dato, aquellas que supongan una aportación significativa al total.–En cualquier caso, y de acuerdo a lo establecido en el epígrafe 7.2 de esta guía y, siempre en función de las condiciones de operación, deberían considerarse al menos: la relacionada con la división de escala o resolución, la de repetibilidad y la de la deriva

11.2.4. Básculas puente.

Se incluye en esta guía el tratamiento de la báscula puente por ser un equipo mayoritariamente utilizado y del que dependen un alto porcentaje de las emisiones calculadas.

Los datos que utilizaremos para estimar la incertidumbre de medida serán, siempre en función de la disponibilidad del dato y pudiendo despreciar aquellas contribuciones no significativas, los derivados del

- Del propio equipo: rango, escalón resolución,
- de la medida en si misma; carga del camión medio y
- del certificado de calibración:
 - error de indicación con la corrección y la incertidumbre.
 - repetibilidad
 - histéresis

En el caso de básculas puente en condiciones normales de uso (sin temperaturas extremas, con grandes derivas,...) y con un certificado de calibración del equipo en el que la estimación de la incertidumbre del equipo haya incluido todas las contribuciones mencionadas en el apartado anterior, las contribuciones a utilizar, en función de la disponibilidad de los datos, serían preferentemente:

- Debida a la calibración.
- Debida a la corrección.

- Debida a la repetibilidad.
- Debida a la resolución.

Hay que reseñar que en la realidad industrial no siempre se cuenta con todos los datos para tener poder calcular las contribuciones aquí reseñadas:

- En ocasiones por limitaciones en la información que aportan los certificados de calibración respecto a la consideración de contribuciones en el propio certificado o en la conservación de valores históricos para consideración, por ejemplo, de la deriva.
- En ocasiones por limitaciones derivadas de Reglamentación aplicable en la que, por ejemplo, no es práctica usual o incluso no se permite aportar información con respecto a la incertidumbre para organismos encargados de la verificación legal de básculas.
- En ocasiones porque es de aplicación el principio coste/eficacia por el cual tener en cuenta alguna de las contribuciones puede llevar a costes irrazonablemente altos

En estos casos se considerará válido como criterio de aceptación la comparación de la incertidumbre que ofrece el certificado de calibración (o la información equivalente respecto a la incertidumbre) con la dada por el nivel de planteamiento correspondiente siempre de acuerdo a la sistemática de evidenciar el cumplimiento del nivel correspondiente descrita en el apartado 7.2 de esta guía.

12. ACTIVIDADES DE FLUJO DE DATOS.

El Reglamento define actividades de flujo de datos como aquellas actividades *de adquisición, tratamiento y manipulación de los datos que son necesarias para preparar un informe de emisiones a partir de los datos de las fuentes primarias.*

La exigencia del artículo 57 del Reglamento sobre las actividades de flujo de datos es la siguiente: *el titular de instalaciones elaborará, documentará, aplicará y mantendrá procedimientos escritos relativos a las actividades de flujo de datos para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero, y se asegurará de que el informe anual de emisiones resultante de estas actividades no contenga inexactitudes y sea conforme con el plan de seguimiento, con los referidos procedimientos escritos y con el presente Reglamento.*

Los procedimientos escritos que se incluyen o referencian en el plan de seguimiento incluirán la siguiente información:

- a) Respecto a los procedimientos:
 - La denominación del procedimiento, es decir su título.
 - Una referencia identificativa del procedimiento que sea trazable y verificable es decir, su codificación dentro del sistema de calidad o gestión medioambiental²³.
 - La identificación de la función o departamento responsable de la aplicación del procedimiento y de los datos generados o administrados a través del mismo.
 - Una breve descripción del procedimiento que permita al titular, a la autoridad competente y al verificador conocer los principales parámetros y operaciones realizadas.
 - La localización de los registros e información pertinentes.
 - La denominación del sistema informático utilizado, si procede.
 - Una lista de las normas EN utilizadas o de otro tipo si procede.
- b) Respecto a los datos: la identificación de las fuentes de datos primarios. Es decir, una descripción de la fuente de datos primaria utilizada para el cálculo, por ejemplo albaranes, tickets de báscula, lecturas de un instrumento en el sistema SCADA, etc.
- c) Respecto al flujo de datos: las distintas fases del flujo de datos, desde los datos primarios hasta las emisiones anuales, reflejando la secuencia e interacciones entre las actividades de flujo de datos. Las fases relevantes del procesamiento relacionado con cada actividad específica de flujo de datos, incluyendo las fórmulas y datos utilizados para determinar las emisiones. Los sistemas electrónicos utilizados para el tratamiento y almacenamiento de los datos, así como las interacciones entre estos sistemas y otros datos de entrada incluidos los introducidos manualmente. Por último se referenciará también la forma de registrar de los datos de salida producidos por las actividades de flujo de datos.

²³ O cualquier otro sistema de gestión, integrado o no, en el que se incluyan estos procedimientos.

Las actividades de flujo de datos en fábricas de cemento constan generalmente de los siguientes elementos:

- Hoja de cálculo de las emisiones, en la que se efectúan los seguimientos periódicos y los cálculos finales. Receptora de datos finales de múltiples fuentes.
- Sistema de báscula, que registra el movimiento de camiones y todas las entradas y salidas de materias primas, combustibles, clinker y cemento. En métodos tipo B es la fuente principal de datos.
- Sistema de control: registra los datos de básculas de proceso. En métodos tipo A es la fuente principal de datos relacionados con las emisiones de proceso.
- Sistema de producción: documenta diariamente todos los movimientos de materias primas, combustibles, clinker y cemento en la fábrica. Registra el estado de stocks diariamente. Con carácter general es soporte y medio principal de verificación de datos.
- Sistema de control/gestión de laboratorio, donde se registran todas las determinaciones relevantes que pudieran incluirse en el cálculo, cantidades, humedades, composiciones, y cualquier parámetro físico o químico que pueda utilizarse en el cálculo (coeficiente estequiométrico, PCI, etc.).

Existen además otros sistemas de información no menos importantes que complementan a los anteriores y dan cumplimiento a las actividades de flujo de datos requeridas tales como comercial, administración y mantenimiento.

Las actividades de flujo de datos que se describen en los procedimientos citados pueden incorporar como complemento diagramas de flujo, listas de tareas o cualquier otra herramienta que facilite su manejo y comprensión a criterio del operador.

12.1. PRINCIPIOS BÁSICOS. INTEGRACION CON SISTEMAS DE GESTION

Todas las fábricas de cemento españolas poseen sistemas de gestión que en todos los casos incluyen Calidad y Medio Ambiente y que en otros casos pueden incluir además OSHAS, y Energía²⁴. Además también en todos los casos las fábricas disponen de sistemas de control que incluyen los sistemas clave indicados anteriormente: báscula, producción y laboratorio y éstos se integran además con los sistemas de gestión general de la compañía tipo SAP o equivalentes.

Es claro que los requisitos respecto a la actividad de flujo de datos indicados en el epígrafe anterior quedan cubiertos con los sistemas de gestión que acabamos de presentar. Cabe señalar no obstante algunas recomendaciones que harán más efectiva dicha integración, teniendo en cuenta que el seguimiento de emisiones es una actividad que debe poder ser reconstruida sin pérdida de información durante el proceso de verificación.

En este sentido, las características básicas que son exigibles a los documentos relacionados con las actividades de flujo de datos son las siguientes:

- Con carácter general los datos se extraerán de documentos empleados en la gestión normal de la instalación de manera que no aporten resultados diferentes o

²⁴ Según la ISO 50001.

contradictorios con datos equivalentes procedentes de otros sistemas de gestión/información de la fábrica.

- Cuando sea posible se utilizarán datos procedentes de documentación de carácter oficial, entendiendo por carácter oficial, facturas, albaranes, asientos contables y, con carácter general, datos sobre transacciones económicas o datos de carácter público.

Se tendrá en consideración las ventajas que, desde el punto de vista de la completitud de la información, ofrecen los albaranes y que podríamos enumerar como sigue:

- El albarán refleja la procedencia del material o combustible (básico cuando se acompaña de análisis o cuando ha de comprobarse el lugar de pesada).
- El examen de albaranes o sistemas de información de báscula pueden aportar datos acerca de devoluciones de ventas (o compras) o movimientos de materiales intra-grupo que tienen un reflejo contable difícil de traducir en términos de toneladas.

Se tendrá en consideración igualmente, las dificultades que puede tener obtener los datos de actividad mediante un examen de las facturas, sobre todo en el caso de materiales sólidos a granel y combustibles ya que éstas pueden incorporar formulas de facturación indexadas a ciertos parámetros (por ejemplo: molturabilidad, riqueza, PCI en combustibles), o el hecho de que se facture por periodos distintos al de notificación, lo que puede provocar una difícil traducción de los datos de actividad en términos de toneladas.

Para la adquisición de datos de actividad procedentes de básculas de proceso o contadores de fábrica serán válidos registros informáticos así como registros de producción cumplimentados manualmente (por ejemplo, en Sala de Control).

12.2. SISTEMA DE CONTROL

El Reglamento establece en su artículo 58 que *el titular de instalaciones elaborará, documentará, aplicará y mantendrá un sistema eficaz de control para garantizar que los informes anuales de emisiones y, en su caso, de datos sobre resultantes de las actividades de flujo de datos no contienen inexactitudes y son conformes con el plan de seguimiento y con el presente Reglamento.*

En esencia, que los datos sobre las emisiones totales estén libres de errores e inexactitudes, constituye el sistema de control que el titular debe aplicar. Este sistema de control consta de los siguientes elementos:

- Una evaluación de los riesgos inherentes y de los riesgos para el control del titular de las instalaciones
- Procedimientos escritos relativos a las actividades de control capaces de mitigar los riesgos identificados

12.2.1. Concepto de Riesgo.

Se define como riesgo inherente (RI) la propensión de un parámetro del informe anual de emisiones a contener inexactitudes que pueden ser importantes, consideradas individualmente o agregadas a otras, antes de tener en cuenta los efectos de las actividades de control.

Se define riesgo para el control (RC) como la propensión de un parámetro del informe anual de emisiones a contener inexactitudes que pueden ser importantes, consideradas individualmente

o agregadas a otras, que el sistema de control no evita, detecta ni corrige en el momento oportuno.

Es decir, el titular establecerá un sistema que evalúe (en una primera fase) los riesgos que son aplicables a la actividad de seguimiento y notificación y que son tanto los riesgos *inherentes* como los *para el control* y, en una segunda fase, unas actividades que reduzcan dichos riesgos.

12.2.2. Elementos del sistema de control.

Antes de analizar y proponer un sistema de evaluación de riesgos se analizarán cuáles son exactamente los requisitos del sistema de control que pueden minimizar los riesgos identificados:

- El aseguramiento de la calidad de los equipos de medida y del sistema informático utilizado. En este sentido existe, de acuerdo con el Reglamento, un requisito adicional expresado en el artículo 59 según el cual el titular de instalaciones se asegurará de que todos los equipos de medida correspondientes se calibran, ajustan y comprueban a intervalos regulares, incluida la fase previa a su puesta en servicio, y se contrastan con patrones de medición basados en normas internacionales, si existen, de conformidad con los requisitos del presente Reglamento y de forma proporcional a los riesgos identificados. En las fábricas de cemento, la integración con los sistemas de gestión antedichos garantiza el cumplimiento de estas condiciones al ser comunes a todos ellos los puntos sobre control de la producción, control operacional y mantenimiento de equipos.
- En las actividades de flujo de datos, incluyendo la tecnología de control de procesos por ordenador, la separación de funciones en las actividades de flujo de datos y de control, así como en la gestión de las competencias necesarias. Condiciones que se encuentran establecidas y descritas en los sistemas de gestión de las fábricas
- La realización de revisiones internas y la validación de los datos. Mas allá de la realización de auditorías periódicas internas estas actividades de control pueden verse complementadas con la realización de:
 - Benchmarking horizontal. Consistente en alguna de las siguientes actividades: comparaciones con otras instalaciones similares dentro del mismo sector, comparación de datos sobre la compra de combustible o material con datos sobre cambios en las existencias (a partir de la información sobre la variación de existencias y consumos anuales), comparación de factores de emisión obtenidos por diversas fuentes (análisis, proveedor, bibliografía).
 - Benchmarking vertical. Consistente en la comparación con resultados de años anteriores.
 - Análisis de tendencias. Por ejemplo, de indicadores seleccionados por el titular o en el marco de sistemas de monitorización como el del WBCSD.
 - Verificaciones cruzadas. Por ejemplo los obtenidos con otro sistema de cálculo (clinker/carbonatos, balance de masas/medición directa etc.).

Además, con carácter general las actividades de revisión validación incluirán rutinariamente:

- La comprobación de si los datos están completos;

- La comparación de los datos y valores obtenidos a través de los distintos sistemas de recogida de datos operativos, incluyendo:
 - La comparación de los datos de compras de combustible o material con los cambios en los niveles de existencias y con los consumos correspondientes a los flujos fuente objeto de seguimiento.
 - La comparación de los factores de cálculo que se hayan determinado mediante análisis u obtenido por cálculo, o procedan del proveedor del combustible o material, con los factores de referencia nacionales o internacionales para combustibles o materiales comparables.
 - En general, la comparación de los datos agregados con los datos primarios.
- La realización de correcciones y la adopción de medidas correctoras, de acuerdo a la sistemática habitual de los sistemas de gestión implicados. Un caso particular lo encontramos cuando una vez establecido el análisis de las causas y buscado la manera de reparar la inexactitud o el error se encuentre una falta o laguna de datos²⁵. En este caso se deberá aplicar un método de estimación adecuado a fin de obtener datos sustitutos prudentes para el período de tiempo correspondiente y los parámetros que falten. Este método de estimación deberá plasmarse en un procedimiento escrito y se someterá a la aprobación del organismo competente.
- El control de los procesos externalizados.
- El mantenimiento de registros y de documentos, incluyendo la gestión de las versiones de los documentos, de acuerdo a la sistemática habitual de los sistemas de gestión implicados.

12.2.3. Análisis de riesgos.

Como complemento a las definiciones de riesgo incluidas en 12.2.1 se incluyen a continuación dos adicionales que ayudarán a completar la visión de su control:

Considerando las fuentes de error más importantes de acuerdo a las siguientes definiciones:

- **Riesgo para la detección (RD):** riesgo de que el verificador no detecte una inexactitud o irregularidad importantes;
- **Riesgo para la verificación (RV):** riesgo de que el verificador formule un dictamen de verificación inadecuado; el riesgo para la verificación es una función de los riesgos inherentes, los riesgos para el control y el riesgo para la detección;

Se cumple que $RV=RI \times RC \times RD$ de tal manera que el operador tiene control o puede incluir en RI y RC y el verificador minimizará por su parte el RD.

El riesgo inherente depende, por una parte de la complejidad de la instalación y por otra, de lo robustos que sean los sistemas de información y cálculo que empleemos.

²⁵ En el sentido de lo indicado en el artículo 65 del Reglamento.

Para realizar el análisis de riesgos se han considerado tres posibilidades:

Posibilidad A²⁶.

Se puede utilizar un sistema semicuantitativo simplificado que, con ciertas variantes y adaptaciones, viene utilizándose en fábricas de cemento desde el inicio del régimen de comercio de derechos de emisión.

Por una parte se consideran los riesgos inherentes:

El cálculo se efectúa por balances estequiométricos, y su complejidad vendrá dada, en primer lugar, por la cantidad de combustibles diferentes que se utilicen (ya que las emisiones de proceso siempre existen) y la clasificación de éstos en distintas categorías de flujos fuente.

El número de flujos fuente implicados está relacionado con la cantidad de líneas de producción, la cantidad de tipos de clinker producido y la cantidad de combustibles empleada. El análisis incluirá los posibles cambios de consideración de los distintos flujos fuente dentro de un mismo periodo de notificación. En este sentido se prestará especial atención a la posibilidad de uso de combustibles alternativos y su influencia en el seguimiento y verificación de las emisiones GEI de los mismos.

Otra de las posibles variaciones viene dada tanto por el tipo de proceso (vía seca o vía húmeda) así como por el sistema de seguimiento de las emisiones (carbonatos o clinker). Se tendrá en cuenta la influencia de la cantidad de tipos de clinker producidos en el seguimiento y si existen casos en los que la producción de determinados tipos de clinker exige un seguimiento separado de las emisiones de proceso para éstos (gris/blanco/MR/SR/CAC).

Relacionado con el número de tipos de cemento producido está el número de adiciones a controlar, se analizará el tipo de dispositivo empleado para pesar cada uno de los tipos de adiciones, especialmente en los casos en que las adiciones no se pesen en basculas puente. De igual manera la cantidad de tipos de cemento puede estar relacionada con la expedición de los mismos, se analizarán las posibilidades de expedición (por ejemplo cargue bajo silo 24h) y su influencia en el número de dispositivos de medición a verificar. Asimismo se tendrá en cuenta la existencia de descuentos y correcciones en la metodología de seguimiento que aumenta la cantidad de análisis de materias primas a manejar.

Por otra parte se consideran los riesgos para el control:

En primer lugar se tendrá en cuenta el grado de integración de los sistemas de información o gestión y la existencia de procesos automatizados de adquisición de datos. Este último punto es de especial importancia ya que si los sistemas informáticos que realizan el cálculo de las emisiones se comunican y adquieren los datos automáticamente se evitan errores de transcripción que de otra manera pueden pasar inadvertidos.

²⁶ El uso de la posibilidad A o B es indistinto y queda a criterio del Titular.

Además se tendrá en cuenta la sistemática de verificación interna que se realice de manera adicional a la auditoría periódica. Entre estas actividades pueden destacarse las indicadas en el epígrafe 12.2.2.

La evaluación semicuantitativa consiste en la construcción de un diagrama de doble entrada que reúna en forma de rangos los criterios enunciados en los apartados correspondientes a los riesgos inherentes y de control. La puntuación resultará en una serie de valores X, Y y Z equivalentes a valores de riesgo ALTO, INTERMEDIO y BAJO de acuerdo al esquema que se incluye en el anexo IIIa de esta guía.

Posibilidad B.

Se trata de una evaluación semicuantitativa en tres pasos:

- Detección de los riesgos principales, según información previa.
- Identificación de medidas empleadas para mitigar cada riesgo, según información previa.
- Evaluación del riesgo en base a dos componentes: frecuencia y gravedad en base a los errores detectados en los últimos tres años.

Para la frecuencia se asignará un valor en función de lo acontecido en los tres últimos años a través de los informes de auditoría interna, preverificación o verificación, de acuerdo a la valoración siguiente.

Frecuencia	VALORACIÓN
Nunca detectado	0
<3 veces en 3 años	1
3-6 veces en 3 años	3
≥6 veces en 3 años	10

Para la gravedad se realiza una valoración en función de la repercusión del fallo sobre la desviación provocada en el dato de emisión del flujo fuente correspondiente.

Gravedad	VALORACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Variación del dato de emisión CO₂ < incertidumbre máxima permitida del dato de actividad del flujo fuente. • Incumplimiento de frecuencias de muestreo/calibración igual o menor al 5% de lo establecido 	1
<ul style="list-style-type: none"> • Variación del dato de emisión CO₂ > incertidumbre máxima permitida y ≥ 2 veces el dato de actividad del flujo fuente. • Incumplimiento de frecuencia de muestreo / calibración entre 5%-25% de lo establecido 	3
<ul style="list-style-type: none"> • Variación del dato de emisión CO₂ ≥2 veces incertidumbre máxima permitida y ≥ 2 veces el dato de actividad del flujo fuente. • Incumplimiento de frecuencia de muestreo / calibración ≥25% de lo establecido • Contabilidad doble de emisiones de CO₂ u omisión de flujos fuente 	10

La valoración final de los riesgos surgirá del producto de ambos factores según se indica a continuación.

Riesgo	VALORACIÓN
0	No detectado
<5	Leve
Entre 5 y 10	Moderado
≥10	Elevado

Serán aceptables riesgos leves, si bien, en caso de detectarse un riesgo moderado se revisará si las medidas empleadas para mitigar el riesgo se han llevado a cabo según lo previsto y se revisarán éstas en la auditoría o verificación interna siguiente. En caso de riesgos elevados, se adoptarán acciones que deben documentarse y ser trazables en el contexto de las actividades de flujo de datos.

Las situaciones para las que se evalúan los riesgos pueden ser agrupadas en categorías. En el anexo IIIb de esta guía, se proponen algunas agrupaciones tanto para flujos fuente como para los criterios de posible evaluación.

Posibilidad C.

La sistemática de evaluación semicuantitativa puede particularizarse, en caso necesario, a un proceso de medición específico²⁷. El operador en este caso determinará los criterios de evaluación mediante un listado de chequeo específico en el que se incluyan todas las situaciones en que el proceso de medición pueda fallar o, en el caso más general, los datos ofrecidos puedan no existir o contener errores. Las situaciones que han de considerarse incluirán al menos:

- Posibles fallos de operación del instrumento y periodos de mantenimiento programados.
- Funcionamiento fuera de especificaciones.
- Interrupción de suministro eléctrico.
- Fallo de conexión informática.
- Falta de verificación/calibración/mantenimiento.
- Errores de transcripción de datos.
- Accidente, fuerza mayor, etc.

La particularización de esta evaluación de riesgos específica debe considerarse en casos muy especiales tales como planteamientos alternativos de medición.

²⁷ Ejemplos específicos de aplicación a instrumentos de medición pueden consultarse en la GD6 Europea

13. SEGUIMIENTO, NOTIFICACION y VERIFICACIÓN

El titular presentará a la autoridad competente, antes del 31 de Marzo²⁸ de cada año, un informe de emisiones que incluya las emisiones anuales del período de notificación y que haya sido verificado con arreglo al Reglamento.

El informe de emisiones tendrá los contenidos indicados en el Anexo X del Reglamento. Se utilizarán los formatos electrónicos que ponga a disposición los organismos implicados en el proceso: Comisión Europea, organismo competente o verificador.

Adicionalmente, cada fábrica de cemento deberá comprobar periódicamente si es posible mejorar la metodología de seguimiento. Para ello, el titular deberá someter a la aprobación de la autoridad competente un informe conteniendo la información referida a continuación, con carácter anual²⁹ y antes del 30 de Junio de cada año.

La información³⁰ que debe incluir este informe se refiere fundamentalmente a tres situaciones:

- La primera se refiere al hecho de que el titular no aplique al menos los niveles requeridos y se actualice la justificación de los motivos técnicos o de costes aplicables.
- La segunda se refiere al hecho de utilizar planteamientos alternativos y de si la aplicación de dichos planteamientos, que evita la aplicación del sistema de niveles sigue siendo vigente y justificable.
- La tercera se refiere al hecho de que el titular haya recibido un informe de verificación que señale irregularidades importantes o contenga recomendaciones de mejora. En este caso este informe incluirá³¹ la argumentación, medidas y plazos que se han aplicado o se pretenden aplicar para corregir/implantar dichas irregularidades o mejoras.

²⁸ En el caso de que el OC requiera el informe en una fecha anterior ésta nunca será antes del 28 de Febrero

²⁹ Para instalaciones tipo B cada dos años.

³⁰ Para una reseña completa de esta información véase los apartados 2 y 3 del artículo 69 del Reglamento.

³¹ Este informe al que se refiere al apartado 4 del artículo 69 del Reglamento puede presentarse, si se desea, separadamente.

ANEXO I. DETERMINACION DE FRACIONES DE BIOMASA PARA COMBUSTIBLES DERIVADOS DE RESIDUOS

El muestreo de CDR para la determinación de la fracción de biomasa debe tener en cuenta dos variables principales: categoría de las emisiones y concepto de partida.

Categoría de los flujos fuente:

En primer lugar los métodos de muestreo dependerán de la categoría de las emisiones del flujo fuente correspondiente, entendiendo flujo fuente en este caso como la emisión procedente de todos los residuos considerados como combustibles mezclados con fracciones de biomasa.

La categoría de fuente se refiere a la clasificación de flujos-fuente en minimis, secundaria o principal de acuerdo a lo establecido en el epígrafe 6.4 de esta guía y contabilizando, para dicha clasificación, el carbono fósil únicamente.

De acuerdo a este principio cabe distinguir dos situaciones:

1. CDRs que constituyen fuente de minimis
2. CDRs que constituyen fuentes secundarias o principales

CDRs que constituyen fuentes de minimis

De acuerdo con el artículo 26 de las Directrices, para la determinación de los datos de actividad y factores de cálculo, incluyendo el factor relativo al descuento de biomasa, el titular puede determinarlos haciendo uso estimaciones conservadoras en vez del sistema de niveles. Por tanto en este caso pueden ser de aplicación los siguientes criterios:

Para la determinación de los datos de actividad: se utilizarán los datos de entrada de báscula de fábrica.

Para la determinación de VCN, FE y FD³² se utilizarán, de acuerdo con el artículo 31 del Reglamento, alguna de las siguientes posibilidades:

- Factores estándar, estequiométricos o aquellos utilizados por el Estado miembro en el inventario nacional entregado a la Secretaria de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- Valores de la bibliografía acordados con la autoridad competente, por ejemplo los citados en el Reglamento, en el inventario nacional o en el WBCSD.
- Valores especificados y garantizados por el proveedor del material, siempre que el titular pueda demostrar a satisfacción de la autoridad competente que el contenido de carbono presenta un intervalo de confianza del 95 % para una desviación máxima del 1 % de su valor especificado.
- Valores basados en análisis realizados en el pasado, siempre que el titular pueda demostrar a satisfacción de la autoridad competente que son representativos de las futuras partidas del mismo material.

³² Con carácter general se utilizará un Factor de Descuento de biomasa (FD) que afecta a los datos de actividad.

CDRs que constituyen fuentes secundarias o principales.

En este caso la variable que define la estrategia de muestreo es el concepto de partida. El sistema de niveles es de aplicación en lo que respecta a la determinación de datos de actividad y factores de cálculo. En particular la aplicación del sistema de niveles para la determinación de fracciones de biomasa estará de acuerdo a lo indicado en el punto 2.4 del Anexo II de las Directrices es decir:

- Si es de aplicación el nivel 1. el operador basará sus cálculos o bien en factores de emisión y fracciones de biomasa estándar y en base a métodos estándar publicados por la Comisión Europea.

O bien, si lo anterior no existe, de acuerdo a lo establecido en las Directrices se considerará algún método de estimación aprobado por la autoridad competente.

En este caso la determinación de VCN, FE y FD se realizará anualmente sobre una muestra representativa compuesta de muestras puntuales del CDR entrante en la fábrica considerado como un único flujo fuente.

- Si el nivel de aplicación es 2, el operador determinará factores específicos por medio de análisis, de acuerdo a una norma relevante y según un método aprobado por la autoridad competente.

Nota: De acuerdo al artículo 26 de las directrices se establece que, para fuentes secundarias, y tanto para datos de actividad como para cada factor de cálculo, el operador debe aplicar el máximo nivel de planteamiento que sea técnicamente factible y no incurra en costes irrazonables con el mínimo de 1.

Sobre la consideración del concepto de partida en este caso, cabe hacer las siguientes consideraciones generales.

Concepto de partida

En primer lugar ha de distinguirse claramente los objetivos a los que obedece un control de recepción en fábrica con respecto a la valoración global de la fracción de biomasa de un combustible.

El muestreo de un combustible o materia prima con respecto a su especificación de compra en la entrada de la fábrica obedece a tres tipos de condicionantes:

- **Técnicos:** en los que la medición de uno o varios parámetros sirven para:
 - Establecer zonas de almacenamiento o acopio
 - Para un tratamiento diferenciado respecto a su transporte y molienda (humedad, dureza, fracción granulométrica, etc)
 - Para poder predecir la posible influencia del mismo en parámetros fundamentales de proceso: conducción del horno, reactividad del clinker etc.
- **Económicos:** en los que los parámetros medidos sirven para la aceptación y facturación del lote: peso (o dato de actividad), poder calorífico etc.
- **Medioambientales:** en los que los parámetros medidos sirven como medida de salvaguardia de que los contaminantes relacionados se encuentran en todo momento dentro de los rangos establecidos en la Autorización Ambiental Integrada de la instalación.

Cualquiera de estos tres condicionantes, y en particular los económicos y medioambientales, obligan a que el muestreo a la entrada de la fábrica sea intensivo y se aplique a cualquiera de las corrientes de materias primas o combustibles que suministra cada proveedor independientemente.

Por otra parte existen parámetros en los que no es necesario un conocimiento inmediato de los mismos sino que éstos pueden extraerse de información integrada correspondiente a un tiempo o cantidad determinada que constituye una unidad homogénea de información que puede considerarse a todos los efectos un lote o partida.

Esta información integrada se extrae de muestras compuestas obtenidas por composición homogénea de muestras individuales obtenidas en el control de recepción. Estas muestras serán fiel reflejo del combustible que realmente va a entrar en el horno. En este caso dejan de tener importancia cuestiones tales como el número de proveedores o la cantidad de toneladas recibidas sino que cobra importancia la representatividad de las muestras así formadas.

Concepto de partida en CDRs

En este sentido, para la definición de partida para CDRs se adopta el enfoque indicado en el Anexo VII de las Directrices de acuerdo a alguna de las dos alternativas siguientes:

- Residuos sólidos (residuos fósiles puros o una mezcla de residuos fósiles con residuos de biomasa) Cada 5.000 toneladas, al menos cuatro veces al año. (...)
- En caso de establecerse una frecuencia distinta, está será tal que se garantice que la media anual del parámetro considerado se determine con una incertidumbre máxima de menos de 1/3 de la incertidumbre máxima requerida en el nivel aprobado con respecto a los datos de la actividad para el mismo flujo fuente.

Estrategia de muestreo en CDRs

La aplicación de esta estrategia de muestreo queda limitada a los flujos para los que se haya establecido un nivel de planteamiento 2, el más alto, en lo que respecta a la determinación de la fracción de biomasa, es decir, en base a análisis.

Atendiendo a los criterios del Anexo VII de las Directrices, en lo que se refiere a combustibles y materiales mezclados, se empleara una estrategia de muestreo basada en las toneladas entrantes en fábrica y a la estrategia de muestra compuesta definida en la guía nº 5 Europea.

El plan de muestreo en este caso incorpora la aproximación de partida compuesta de tal manera que el muestreo se realiza conjuntamente para la corriente de CDR entrante tomando muestras puntuales que incluyan todos los proveedores existentes.

La estrategia de muestreo es válida tanto para los factores de biomasa como para los análisis de FE y VCN de acuerdo al siguiente cuadro indicativo:

DEFINICIÓN DE LOTE	CONDICIONES ESPECIALES	COMPOSICIÓN DE MUESTRAS	APLICABILIDAD
Cada 5000 t con el enfoque de muestra compuesta Se muestrea en la entrada de báscula o en la tolva de entrada	Fábrica con suministro anual mayor de 5.000t/año ³³	Se tomaran muestras cada 200 t de CDR entrante para cada lote de 5.000t lo que hace un total de 25 muestras puntuales como mínimo que componen la muestra compuesta representativa de cada partida alcanzando a todos los proveedores.	FE, VCN, FB
	Fábrica con suministro anual menor de 5.000t ³⁴ .	Se tomaran muestras cada 100 t En esta situación se cubrirán a todos los proveedores minoritarios analizándose la muestra resultante aun no llegándose a completar el lote preestablecido	FE, VCN, FB

De acuerdo al artículo 33 de las Directrices y cuando se tenga un numero suficiente de datos la estrategia de muestreo puede ser revisada con objeto de establecer una frecuencia menor de análisis, si, con arreglo a los datos históricos, los cuales deberán incluir los valores analíticos del combustible o material correspondiente durante el periodo de notificación inmediatamente anterior al actual, cualquier variación de dichos valores analíticos no supera un tercio del grado de incertidumbre que esta obligado a respetar para la determinación de los datos de la actividad correspondientes al combustible en cuestión.

En cualquier caso, el muestreo se realizará de acuerdo a las disposiciones de la norma EN 15.442 teniendo en cuenta las siguientes consideraciones generales.

Consideraciones generales de muestreo respecto a la EN 15442.

La partida de material considerada debe ser definida basándose en el modo de suministro, tanto desde el punto de vista del transporte: Camión/Tren/Barco

Como desde el punto de vista de las condiciones de suministro: En fábrica/En planta procesadora/En puerto.

Para acotar el concepto de lote puede hacerse referencia tanto a:

- La especificación requerida (puede ser el proveedor si es el caso)
- Al proceso de producción
- A la cantidad identificable por lotes especificados en contrato o similar.

El lote podrá consistir en uno o varios (una serie) de camiones siempre que la especificación sea común. El personal tendrá en cuenta las toneladas entrantes³⁵ para conocer cuando es

³³ Para una mayor flexibilidad, la fábrica podrá optar por un criterio temporal en vez de por un criterio basado en datos de actividad si así lo desea tal y como de indica en la tabla del epígrafe 10.

³⁴ En ocasiones es difícil predecir con precisión las cantidades anuales entrantes pudiendo presentarse ocasiones en que para flujos entrantes pueda no haberse completado una de las muestras en el periodo esperado, en estos casos puede flexibilizarse la cadencia de composición de las muestras a cada 200t o permitirse que la muestra se analice en el siguiente periodo, una vez completa.

³⁵ Tal y como se indica en el artículo 35 del Reglamento, puede optarse por un criterio temporal indistintamente.

necesario tomar muestra. La estrategia de muestreo figurará en el plan de control de la fábrica u otro documento equivalente.

Se tomarán las muestras, o incrementos, de tal manera que se recojan:

- Todos los tipos de elementos existentes sin descartar ninguna fracción granulométrica.
- La composición de muestras se realice por agregación de todos los incrementos tomados
- La muestra objeto de análisis se obtenga por cuarteos sucesivos hasta obtener el tamaño requerido.

Métodos de ensayo.

A continuación se incluyen los métodos de ensayo que pueden utilizarse para determinar la fracción de biomasa en combustibles.

Los laboratorios deberán cumplir con los criterios acordes con la clasificación del flujo fuente. En caso de no haber necesidad o posibilidad de utilizar laboratorios acreditados se seguirán los criterios señalados en el epígrafe 10.4 de esta guía.

Método del C14

Para una reseña completa del método del carbono 14 puede acudir al Anexo C de la norma EN 15440. El principio del método se basa en que la cantidad de biomasa de una muestra es proporcional al contenido en carbono 14 de la misma.

El método consiste en una combustión de la muestra de manera que sea aplicable la medición del C¹⁴ por alguno de los siguientes métodos (equivalentes):

- Método proporcional de centelleo
- Ionización beta
- Espectrometría de masas acelerada

Método de disolución selectiva

Para una reseña completa del método de disolución selectiva acúdase al anexo A de la Norma norma EN 15440.

Método de selección manual

Esta puede considerarse una variante del segundo de los métodos indicados en los criterios de descuento variable con la diferencia de que la selección (clasificación del combustible) no se realiza en origen por el proveedor sino que lo realiza el propio operador de acuerdo con unos criterios de muestreo que se definirán al efecto.

El método de ensayo de selección manual puede consultarse en el Anexo B de la Norma EN 15.440:2010.

Los métodos de selección manual podrán particularizarse al número de fracciones que se tengan realmente en la planta siempre que se respete la metodología general establecida en la misma.

ANEXO II. PROPUESTA PARA LA DETERMINACION DEL FACTOR DE BIOMASA DE LOS NFUs EN ESPAÑA.

- **Requisitos de seguimiento y notificación aplicables para el periodo 2013-2020**

El seguimiento de emisiones de CO₂ para el periodo 2013-2020 en instalaciones afectadas por la Directiva 2003/87/CE por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, se regula en el Reglamento UE N° 601/2012. Este Reglamento indica cuál debe ser el método de cálculo aplicable a cada uno de los sectores afectados por la Directiva entre los que se incluye las instalaciones de fabricación de cemento sin pulverizar (clinker).

Al efecto del seguimiento de las emisiones mediante un método de cálculo, los factores de cálculo pueden determinarse bien mediante la utilización de valores por defecto o bien mediante análisis de laboratorio. La determinación de la fracción de biomasa o fósil de los combustibles o materiales mezclados difiere de la determinación de otros factores de cálculo en dos aspectos:

1. No existe una lista de valores por defecto en el anexo VI del Reglamento 601/2012.
2. La realización de los análisis de laboratorio puede resultar difícil debido a problemas de muestreo de materiales heterogéneos, o bien carecer de fiabilidad debido a problemas técnicos referidos a los métodos analíticos disponibles.

El Reglamento 601/2012 contiene, pues, en su artículo 39 una serie de disposiciones especiales para tal fin por las que se establece el siguiente planteamiento jerárquico:

1. *Cuando el titular determine mediante análisis la fracción de biomasa de un combustible o material específico, con sujeción a los requisitos correspondientes al nivel y a la disponibilidad de los valores por defecto apropiados a los que hace referencia el artículo 31, apartado 1, dicha determinación se realizará basándose en una norma aplicable y en los métodos analíticos incluidos en la misma, y únicamente con la aprobación de la autoridad competente.*
2. *Si la determinación mediante análisis de la fracción de biomasa de un combustible o material mezclado a la que se refiere el apartado 1 es técnicamente inviable o genera costes irrazonables, el titular deberá determinarla aplicando las directrices publicadas por la Comisión relativas a los factores de emisión y valores de la fracción de biomasa estándar correspondientes a los combustibles y materiales mezclados, y a los métodos de estimación.*

A falta de estos factores de emisión y valores estándar, el titular asumirá una fracción de biomasa igual a cero, o bien someterá a la aprobación de la autoridad competente un método que permita determinar dicha fracción. En el caso de combustibles o materiales que se originan en un proceso de producción con flujos de entrada definidos y trazables, el titular podrá basar dicha determinación en un balance de las masas del carbono fósil y de biomasa que entran y salen del proceso.

Es decir de acuerdo con lo señalado en el Documento de orientación nº 3: «Cuestiones relacionadas con la biomasa en el RCDE UE»:

- El requisito de más alto nivel es un análisis a medida, como sucede en el caso de otros factores de cálculo (se trata del nivel 2 con arreglo al anexo II, apartado 2.4, del Reglamento). Sin embargo, se añade aquí un requisito específico con arreglo al que la autoridad competente debe aprobar explícitamente la metodología de determinación, que ha de basarse en normas pertinentes.
- Cuando el nivel más alto no sea técnicamente viable o entrañe unos costes irrazonables, el titular deberá aplicar uno de los siguientes elementos:
 - Utilización de los valores por defecto de la fracción de biomasa y el factor de emisión publicado por la Comisión, si se dispone de ellos (tales valores podrán incluirse en las versiones posteriores del documento de orientación nº 3),
 - Utilización de un método de estimación publicado por la Comisión, si se dispone del mismo (según el documento de orientación nº 3 se desarrollará en una fase posterior)
 - En caso de que no exista un valor por defecto de la Comisión y la institución no haya propuesto un método de estimación aplicable, el titular:
 - partirá del supuesto de que la fracción de biomasa es igual a cero (es decir, se basará en la hipótesis prudente de que todo el material es de origen fósil);
 - o propondrá un método de estimación que someterá a la autoridad competente para su aprobación;

Por lo tanto cuando el nivel más alto no sea técnicamente viable o entrañe unos costes irrazonables, el titular deberá determinar la fracción de biomasa de un combustible o material mezclado aplicando las directrices que publique la Comisión Europea relativas a los factores de emisión y valores de la fracción de biomasa estándar correspondientes a los combustibles y materiales mezclados, y a los métodos de estimación tal y como establece el párrafo 1 del artículo 39.2 del Reglamento 601/2012,

Ante la ausencia de las mismas y de conformidad con lo establecido en el párrafo 2 del artículo 39.2 del Reglamento, corresponde someter a la aprobación de la autoridad competente un método que permita determinar dicha fracción.

Actualmente se está celebrando un intercambio de información entre Estados miembros sobre los valores por defecto de las fracciones de biomasa y los factores de emisión de los materiales mezclada y a este respecto la Comisión Europea ha desarrollado un documento de Respuestas a las preguntas frecuentes (FAQs regarding Monitoring and Reporting in the EU ETS, Draft of 18 October 2013) que establece lo siguiente:

“... la composición de los neumáticos varía ampliamente entre fabricantes y tipos de neumático (coches, camiones, tractores). Los fabricantes mantienen la confidencialidad de los datos de composición y los análisis son muy complejos porque resulta prácticamente imposible realizar un muestreo representativo. Por ello, es recomendable desarrollar valores por defecto a nivel nacional, o incluso a nivel comunitario, si pueden recogerse suficientes datos de los Estados miembros...”.

Así pues siguiendo la recomendación de la Comisión en este documento FAQs y lo establecido en el Reglamento 601/2012, el sector cementero español ha decidido plantear valores por defecto a nivel nacional en la Guía de Monitorización de Emisiones GEI del Sector Cementero Español de acuerdo al Reglamento 601/2012.

Por lo tanto hasta la publicación de directrices por parte de la Comisión a este respecto, se propone seguir el enfoque propuesto para el desarrollo de valores a nivel nacional por el sector cementero español en este documento, y tomar los valores por defecto para los NFU planteados en la Tabla 2.

Para complementar el argumento de uso de los factores de cálculo para la determinación del factor de biomasa se presenta a continuación un análisis de costes irrazonables. En este sentido, según la Guía 1 (GD1) publicada por la Comisión Europea de Orientaciones para la correcta interpretación del Reglamento 601/2012 para las instalaciones..”**La eficiencia económica es una consideración importante en el Reglamento 601/2012. Por lo general, el titular puede quedar eximido de cumplir algún requisito específico, cuando la plena aplicación de dicho requisito implique costes irrazonables. Por consiguiente, se requiere una definición clara de «costes irrazonables», y podemos encontrarla en el artículo 18.1 del Reglamento “** cuando un titular de instalaciones u operador de aeronaves alegue que la aplicación de una metodología de seguimiento específica genera costes irrazonables, la autoridad competente procederá a evaluar el carácter irrazonable de los costes teniendo en cuenta las justificaciones aportadas por el titular u operador.

En el punto 1 de este documento se desarrolla el estudio de los costes asociados a la determinación de la fracción de biomasa mediante análisis según el reglamento (artículo 39.1), que lleva a la conclusión que dicha determinación generaría costes irrazonables.

- **Enfoque propuesto por el sector cementero español para el desarrollo de valores a nivel nacional**

El documento de Respuestas a las preguntas frecuentes desarrollado por la Comisión Europea (FAQs regarding Monitoring and Reporting in the EU ETS, Draft of 18 October 2013) establece que los valores típicos de la fracción de biomasa contenida en neumáticos fuera de uso notificados informalmente se encuentran comprendidos en el rango de [20...30]%, el valor calorífico neto en el rango de [25...35] GJ/t y el factor de emisión preliminar en el rango de [80...90] t CO₂/TJ.

Este documento establece también que, en ausencia de datos más fiables, tienen que usarse los valores más conservadores, esto es, el límite superior del rango para el factor de emisión y el valor más bajo para la fracción de biomasa, a menos que el operador pueda proporcionar evidencia de la existencia de valores más representativos.

En el caso de España, y puesto que al principio del régimen de comercio de derechos de emisión la determinación de fracciones de biomasa era una cuestión en la que no se contaba con suficiente experiencia, se optó por realizar una serie de campañas de medición de la fracción de biomasa mediante una metodología adecuada. En base a esto se han realizado tres campañas de medición: 2005, 2008, 2010 y una cuarta que completa la experiencia de muestreo y análisis en este campo en el 2012.

Los resultados obtenidos en las campañas de muestreo son los siguientes:

PAIS	FB	FE	METODO USADO
ESPAÑA	Datos Gaiker 2005: 29,87%	Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de España	Basados en % NR en neumáticos con análisis de TGA/FTIR
	Plan muestreo 2008: 30,85%		
	Plan muestreo 2010: 24,72%		
	Plan muestreo 2012: 30,12%		

Tabla 1: resultados de campañas de muestreo fracción biomasa NFU

Por lo tanto, **dado que en España existen valores fiables más representativos para la fracción de biomasa procedentes de las campañas de muestreo y análisis realizadas en los años 2005, 2008, 2010 y 2012, se propone usar estos valores (media aritmética de los valores de la fracción de biomasa obtenidos en las 4 campañas), en lugar de utilizar los valores más conservadores de los rangos donde están comprendidos los valores típicos.**

En cuanto al factor de emisión y al valor calorífico neto, el artículo 24(1) del Reglamento 601/2012 requiere que el factor de emisión empleado sea coherente con el VCN. A este respecto se propone utilizar valores bibliográficos procedentes del último Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de España (el valor recogido en el Anexo VI (1) del Reglamento 601/2012 de 85.0 tCO₂/TJ proviene del WBCSD-CSI (Iniciativa para la sostenibilidad de la industria del cemento del Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible)).

- **Conclusiones. Valores propuestos para los NFU en el periodo 2013-2020.**

Tal y como se ha comentado anteriormente siguiendo las recomendaciones de la Comisión y del Reglamento, se ha decidido desarrollar valores por defecto a nivel nacional, puesto que se dispone de datos fiables más representativos para la fracción de biomasa.

La experiencia llevada a cabo en España por el sector cementero permite considerar los valores de análisis existentes como valores representativos de la realidad de los NFUs consumidos en fábricas de cemento.

Por lo tanto, tal y como se explica en el apartado anterior se propone utilizar un factor fijo para la fracción de biomasa (FB) para todo el periodo 2013-2020 y los valores de FE y VCN indicados para cada año del periodo 2013-2020, en el último Inventario de emisiones GEI de España disponible y comunicado a la Secretaria del Convenio Marco sobre Cambio Climático:

Periodo	FB	FE	VCN
2013-2020	28,89% <i>(valor fijo para el periodo)</i>	85 (tCO₂/TJ) <i>(valor variable en función del último Inventario GEI)</i>	31,39(GJ/t) <i>(valor variable en función del último Inventario GEI)</i>

Tabla 2: valores propuestos FB, FE y VCN para los NFU periodo 2013-2020

Nota: Los FB se han calculado como media de los valores de FB de los planes de muestreo realizados en España en 2005, 2008, 2010 y 2012 que figuran en la tabla .1.

Nota: En esta tabla los valores de FE y VCN para el 2013 se han tomado del documento de la tabla 3.5.13 y de la tabla A8.3 respectivamente del último "Inventario de emisiones GEI en España 1990-2011 Ed 2013".

Como veremos en el Punto I de este documento, el análisis de costes irrazonables señala que es aceptable que se utilicen datos bibliográficos para todos los factores de cálculo sin excepción. Este análisis además se refuerza, para el caso particular del FB, por dos circunstancias particulares que no se daban al comienzo del funcionamiento del régimen de comercio de derechos de emisión:

- La experiencia acumulada en España con la realización de cinco planes de muestreo tal y como se ha mostrado.
- La experiencia acumulada en Europa en este mismo aspecto. Este punto se desarrollara con más detenimiento en el punto II de este documento.

No obstante, si para el año 2016, la Comisión Europea no ha publicado directrices relativas a los factores de emisión y valores de la fracción de biomasa estándar correspondientes a los combustibles y materiales mezclados, se procederá a realizar una nueva campaña de medición de la fracción de biomasa de los NFU con la metodología diseñada y utilizada por el sector cementero español en los años 2005, 2008, 2010 y 2012 aprobada por las autoridades competentes, para comprobar la adecuación de los valores propuestos por el sector en la tabla 2 y comprobar que no se registran desviaciones importantes de los datos propuestos en la misma. De este modo se permanece del lado de la seguridad y se podrán confirmar la robustez de los datos empleados.

➤ **Punto I: Análisis de costes irrazonables.**

El Reglamento (UE) Nº 601/2012 en su artículo 18 “Costes irrazonables”, apartados 1 y 3 establece:

1. *Cuando un titular de instalaciones u operador de aeronaves alegue que la aplicación de una metodología de seguimiento específica genera costes irrazonables, la autoridad competente procederá a evaluar el carácter irrazonable de los costes teniendo en cuenta las justificaciones aportadas por el titular u operador.*

La autoridad competente considerará que los costes son irrazonables cuando la estimación de los mismos supere a los beneficios. A estos efectos, se calcularán los beneficios multiplicando un factor de mejora por un precio de referencia de 20 EUR por derecho de emisión, y en los costes se incluirá un período de amortización adecuado, basado en la vida útil de los equipos.

2. *Por cuanto se refiere a la evaluación del carácter irrazonable de los costes en relación con la elección del nivel correspondiente a los datos de la actividad, la autoridad competente utilizará como factor de mejora al que se refiere el apartado 1 la diferencia entre el grado de incertidumbre actual y el umbral de incertidumbre del nivel correspondiente a la mejora, multiplicada por las emisiones medias anuales generadas por el flujo fuente durante los tres últimos años.*

Tanto en la Guía 1 de Orientaciones Generales (apartado 4.6.1) como en la Guía 5 de Muestreo y Análisis (apartado 4.3) la Comisión da orientaciones sobre como realizar este cálculo de costes irrazonables. Según estas orientaciones, en el artículo 18.3 del Reglamento se define el factor de mejora como el 1% de las emisiones medias anuales de los flujos fuente respectivos durante los tres últimos años.

Los costes por tanto serán considerados irrazonables si:

$$C > P \cdot AEm \cdot IF, \text{ donde:}$$

C= costes (€/año)

P=precio establecido (20€/t CO₂)

AEm= media de las emisiones de los flujos fuente (t CO₂/año)

IF= factor de mejora 1%

Se consideran en el estudio las 18 instalaciones consumidoras de neumáticos fuera de uso en el periodo considerado (2010-2012) de tal manera que se consideran individualmente los costes de implantar el plan de muestreo para cada una de las instalaciones analizadas en relación a los beneficios potenciales. Los datos considerados han sido los siguientes:

- Estadística oficial de OFICEMEN: Datos verificados de consumo de NFU según partes de CO₂: consumos de NFUs.
- FB: Campaña 2005 a 2012.
- FE y VCN: Documentos Recomendaciones del Grupo Técnico de Comercio de Emisiones de CCPCC de 2008, 2011 y 2012.
- Número de análisis: Disposiciones sobre frecuencia de los análisis del Reglamento 601/2012 (artículo 35 y cuadro del Anexo VII).
- Datos de coste: costes reales internos y externos.

En esta tabla se analizan todos los parámetros desde el lado del beneficio con las fuentes indicadas. El precio tomado para calcular los beneficios es de 20€/tCO₂.

Año	2010	2011	2012
NFUs (toneladas/año)	116.395	128.509	118.873
FB (%)	24,7	24,7	30,1
FE (tCO ₂ /TJ)	85	85	85
VCN (GJ/T)	31,39	31,39	31,39
Emisiones (tCO ₂)	233.851	258.190	221.703
Media emisiones (tCO ₂)		237.914	
Factor mejora (1%), (tCO ₂)		2.379	
Beneficios (€)		47.583	

Desde el lado de los costes, se consideran todos los costes internos y externos prorrateados a un año, incluyendo los costes prenormativos de acuerdo a la siguiente tabla. En el caso de las dos primeras partidas se considera que dichos gastos son comunes a todas las fábricas y se reparten por tanto solidariamente entre las 18 fábricas que consumen NFUs.

Ademas hay que tener en consideración que de acuerdo al Anexo VII del Reglamento 601/2012 la frecuencia mínima de los análisis para residuos sólidos (combustibles mezclados con biomasa) sera cada 5.000 t y cuatro veces al año como mínimo. Para calcular el número mínimo de análisis anuales requeridos por el Reglamento, se dividen el consumo anual medio de NFUs de los últimos 3 años entre dicha frecuencia mínima anual dando como resultado la necesidad de realizar 25 muestreos al año.

Para realizar los cálculos de los costes que tendría que realizar una planta y dado que no se dispone de datos de consumo de NFU que tendrá lugar en cada planta para el periodo 2013-2020, se ha optado por tomar el caso mas conservador desde el punto de vista de los costes, que es aquel en el que cada planta deberá realizar muestreos 4 veces al año como mínimo.

En la siguiente tabla se muestran los **costes mínimos** que debería realizar **una planta** tomando la **hipótesis mas conservadora de 4 muestreos mínimos al año**:

Concepto	Coste (€)
Costes elaboración documentos prenormativos.	2.250/18= 125
Planificación muestreo (visita planta procesado y elaboración plan muestreo)	2.000/18=111
Toma de muestras por OCA	4*995
Procesado manual de neumáticos+análisis de termogravimetría	4*19.602
Análisis FE+VCN	4*3.932
Análisis de datos y emisión de informe	4*6.000
Contraste C ¹⁴	990
Total €	123.342

Aplicando por tanto la condición de coste irrazonable:

$$C > P * Em * Fm, \text{ tenemos que}$$

123.342 € > 47.583 €, y por tanto los costes superan a los beneficios.

En una **aplicación**, en este caso indirecta de los **costes incurridos**, por una **instalación individual** tenemos que seleccionar el **caso más conservador**, es decir, **aquella instalación donde mayores sean las emisiones para dicho flujo fuente**.

Para calcular el número mínimo de análisis anuales requeridos por el Reglamento, se dividen el consumo anual medio de NFUs de los últimos 3 años entre dicha frecuencia mínima anual dando como resultado la necesidad de realizar 6 muestreos al año. Para realizar los cálculos de los costes se ha tomado el caso más conservador que es aquel en el que cada planta deberá realizar muestreos 4 veces al año como mínimo.

En este caso tendríamos:

Año	2010	2011	2012
NFUs (toneladas/año)	28.074	32.590	31.509
FB (%)	24,7	24,7	30,1
FE (tCO ₂ /TJ)	85	85	85
VCN (GJ/T)	31,39	31,39	31,39
Emisiones (tCO ₂)	56.404	65.477	58.765
Media emisiones (tCO ₂)	60.216		
Factor mejora (1%), (tCO ₂)	602		
Beneficios (€)	12.043		

Aplicando la condición de coste irrazonable para aquella instalación individual donde mayores son las emisiones para el flujo fuente por tanto quedaría:

$$C > P * Em * Fm, \text{ tenemos que:}$$

123.342 € > 12.043 € y nuevamente los costes superan a los beneficios

A la vista del análisis realizado puede concluirse que, dado que los costes exceden con mucho a los beneficios, la metodología de seguimiento que correspondería aplicar según el Reglamento para la determinación de la fracción de biomasa en NFUs utilizados como combustible alternativo en instalaciones de fabricación de cemento genera costes irrazonables.

➤ **Punto II: Análisis de la situación en Europa.**

Para ilustrar que la situación es la misma en el resto de países miembros respecto a la asunción de estos mismos principios se ha construido la siguiente tabla en la que se muestra la situación de los países miembros más relevantes:

PAIS	FB	FE	METODO USADO
CSI (Cement Sustainability Initiative) WBCSD	27%	85 tCO ₂ /TJ	Recopilación de datos del sector cuyo resultado muestra que los datos obtenidos son similares a valores por defecto conocidos y con una baja desviación estándar. La conclusión es la propuesta de presentar un valor por defecto para los NFU.
ETRma (European Tyre & Rubber manufacturers' association)	Ligeros: 18.3% Pesados: 29.1%	-	ASTM D6866 Método analítico estandarizado para determinar el contenido de base biológica de muestras sólidas, líquidas y gaseosas, utilizando la datación por radiocarbono. Los resultados son utilizados por el Ministerio de Medio Ambiente de Francia como referencia para el cálculo de emisiones de CO ₂ del sector cemento
ALIAPUR (Sistema gestion de NFU francés)	Ligeros: 18.3% Pesados: 29.1%	-	Método ASTM D6866-08
ALEMANIA (VDZ)	27%	88 t CO ₂ /TJ	% C orgánico
UK	27.8%	85.93 t CO ₂ /TJ	Basados en % NR en neumáticos
ITALIA	27%	Dato ultimo inventario UNFCC	Decisión 14/2009 Ministerio de Medio Ambiente de Italia. %NR
AUSTRIA	24%		Federal Waste Management Plan. %NR
ESPAÑA	Datos Gaiker 2005: 29,87%	Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de España	Basados en % NR en neumáticos con análisis de TGA/FTIR
	Plan muestreo 2008: 30,85%		
	Plan muestreo 2010: 24,72%		
	Plan muestreo 2012: 30,12%		

Tabla 3. Situación en Europa

Cabe destacar que:

- Para todos sin excepción se admite un enfoque de descuento fijo.
- Normalmente el periodo de duración es el de todo el periodo de comercio.
- Siendo coherentes con las Decisiones anteriores y con el nuevo Reglamento se admiten factores de cálculo fijos (FE³⁶ y VCN) bibliográficos.

El enfoque de descuento fijo con valores bibliográficos para todos los factores de cálculo implicados en la determinación de biomasa es unánimemente aceptado en Europa.

³⁶ En este documento cuando se refiere al FE debe entenderse el FEpre en el sentido de la definición 35 del artículo 3 del Reglamento

ANEXO IIIa. EVALUACION DE RIEGOS. POSIBILIDAD A.

El cuadro de criterios aplicables se presenta en la siguiente tabla:

CRITERIO		RANGO	VALOR
Numero de fuentes	Principales	≤2	Y
		>2	X
	Secundaria	≤2	Y
		>2	X
	Minimis	≤2	Y
		>2	X
Métodos B	Nº de basculas	≤2	Y
		>2	X
	Nº de cementos	≤3	Z
		4<C<5	Y
		≥6	X
	Nº de adiciones	≤2	X
		>2	Y
	∃ basculas de proceso	No	Y
Si		X	
Métodos A	Periodicidad calibraciones	semestral	X
		anual	Y
	Periodicidad verificaciones	Al menos mensual	Z
		Trimestral	Y
		> Trimestral	X
	∃ calculo alternativo	Si	Y
No		X	
Proceso	∃ de by-pass	No	Y
		Si	X
	CKD	No se considera	Y
		Se considera	X
Gestión de datos	Adquisición automática de datos	Conectados	Y
		Sin conexión	X
Actividades de Control	Numero de actividades de control	<3	X
		3	Y
		4	Z
RESULTADO			ΣRESULTADOS

Tanto la definición de los criterios como el numero de los mismos ha de ser definida por el titular así como los valores X, Y y Z³⁷ resultado de la valoración. El titular tendrá que establecer unos valores finales de riesgo para establecer las acciones de control a las que se refiere la el Reglamento. Para este análisis se propone el siguiente esquema:

³⁷ Los valores X, Y y Z puede considerarse que incluyen una cuantificación de la probabilidad de ocurrencia y del impacto asociado para cada uno de los criterios evaluados.

	RESULTADO	ACCIONES DE CONTROL
RIESGO ALTO	$P \leq \Sigma \text{RESULTADOS} \leq Q^*$ *RANGO DE VALORES A DEFINIR POR LA FABRICA	Se requieren acciones de control adicionales a las existentes en la instalación
RIESGO MEDIO	$P \leq \Sigma \text{RESULTADOS} \leq Q^*$ *RANGO DE VALORES A DEFINIR POR LA FABRICA	No se requieren acciones de control adicionales a las existentes en la instalación pero se recomienda establecer objetivos de mejora respecto a las actividades de flujo de datos
RIESGO BAJO	$P \leq \Sigma \text{RESULTADOS} \leq Q^*$ *RANGO DE VALORES A DEFINIR POR LA FABRICA	No se requieren acciones de control adicionales a las existentes en la instalación

Las actividades de control resultantes de análisis de riesgos deben documentarse y ser trazables en el contexto de las actividades de flujo de datos.

ANEXO IIIb. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

Se propone a continuación alguna agrupación de criterios de evaluación que pueden utilizarse³⁸:

Para la evaluación de datos de actividad en flujos fuente:

CONCEPTO	Frecuencia	Gravedad	Evaluación
Error en toma de contadores			
Error en traslado de datos a inventario			
Error en traslación de datos a fichero electrónico			

Para evaluación de factores de cálculo en flujos fuente:

CONCEPTO	Frecuencia	Gravedad	Evaluación
Error en preparación de muestras traslado y envío			
Métodos de ensayo no normalizados/acreditados			

Para evaluación otros riesgos:

CONCEPTO	Frecuencia	Gravedad	Evaluación
Perdida de datos en sistemas informáticos			
Incumplimiento de frecuencias de calibración			
Omisión de flujos fuente o doble contabilización			

³⁸ La agrupación y criterios pueden ser adaptados por cada fábrica a criterio del operador.

GLOSARIO

AEGEI	Autorización de Emisión de Gases de Efecto Invernadero
CEN	Comité Europeo de Normalización
CCPCC	Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático
CKD	Cement Kiln Dust (polvo de cemento del horno)
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COT	Carbono Orgánico Total
EA	European co-operation for Accreditation
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
FCON	Factor de Conversión
FE	Factor de Emisión
FIFO	First In, First Out (primero en entrar, primero en salir)
FOX	Factor de Oxidación
IETA	International Emissions Trading Association
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Standards Organization
LIFO	Last In, First Out (último en entrar, primero en salir)
OFICEMEN	Agrupación de fabricantes de cemento de España
PCI	Poder calorífico inferior (concepto equivalente a VCN)
PCS	Poder calorífico superior
PNA	Plan Nacional de Asignación
PSE	Plan de Seguimiento de Emisiones
VCN	Valor Calorífico Neto
VIM	International vocabulary of basic and general terms in metrology.
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development

DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

- Reglamento UE 601/2012 de la Comisión sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento y del Consejo y sus Guías de aplicación: http://ec.europa.eu/clima/policies/ets/monitoring/documentation_en.htm.
- Corrección de errores del Reglamento (UE) nº 601/2012 de la Comisión, de 21 de junio de 2012, sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Decisión 2007/589/CE. Decisión de la Comisión de 18 de julio de 2007 por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Decisión 2004/156/CE. Decisión de la Comisión de 29 de enero de 2004 por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- LEY 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el Régimen del Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero.
- EA. EA6/03. Guidance for Recognition of Verification Bodies under EU ETS Directive. 2005
- WBCSD. Cement CO₂ Protocol. 2005.
- WBCSD. GHG Corporate Accounting and Reporting Standard. 2004.
- IETA. EUETS Verification Protocol v2.0. 2005
- Especificaciones de los combustibles seleccionadas para elaborar los Inventarios de Emisiones a la Atmósfera en España. Grupo de Trabajo de Calidad del Aire del Ministerio de Medio Ambiente. V Seminario Calidad Aire de España. 2006.
- CCPPC. Recomendaciones de la Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático para la aplicación coordinada del Régimen del Comercio de Derechos de Emisión en España. 2007.
- OFICEMEN. Guía sobre las metodologías básicas para el seguimiento y notificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Cementero Español. 2004.
- Revista Cemento Hormigón. Arturo Alarcón Barrio La verificación de CO₂ en el sector del cemento. Experiencia y resultados en el primer año de funcionamiento del sistema de Comercio de Derechos de Emisión. 2006.
- IECA. Ponencias de la Jornada de Verificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Industria Cementera. 2007.
- Curso: Calculo de incertidumbres en las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Labein. 2006.
- Curso: Análisis de Incertidumbres. Gabinete de Servicios para la Calidad. 2006.
- IECA. Juan Carlos López Agüí. Apuntes. Ley de propagación de errores e incertidumbres. 2006.
- EA-4/02 Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration. 1999.
- Universitat Rovira i Virgili. Alicia Maroto et al. Cálculo de incertidumbre en medidas físicas: medida de una masa.

- Eurachem/CITAC. Guide CG 4, Quantifying uncertainty in analytical measurement. 2000.
- National Institute of Standards and Technology. Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results. 1994.
- Anexo I de la guía de buenas prácticas de 2000 y anexo I de la versión revisada en 1996 de las Directrices del IPCC (Reporting Instructions): <http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/public.htm>.
- «Guía para la expresión de la incertidumbre de medida», ISO/TAG 4. Publicada por la Organización Internacional de Normalización (ISO) en 1993 (corregida y reeditada en 1995) en nombre de BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP y OIML.
- ISO-5168:05 Measurement of fluid flow - Procedures for the evaluation of uncertainties.
- ISO 5725:94. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results
- ISO 17025:05. Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración.