

Capítulo 2

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA



2.1. ALCANCE

El presente Inventario de emisiones a la atmósfera en la comunidad autónoma de Aragón se ha realizado según la metodología recogida en la Guía Metodológica para el Desarrollo de Inventarios de Emisiones del año 2003, elaborada para su aplicación a nivel nacional por los grupos de trabajo creados entre la administración central y las comunidades autónomas en aplicación de la Directiva 96/62/CE, de evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente.

El objeto de este inventario es el estudio de las emisiones durante 2006 de las principales fuentes de contaminación atmosférica en Aragón a nivel provincial, comarcal y municipal.

En la elaboración del inventario se han considerado los contaminantes recogidos en el EPER (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes) y en la Guía Metodológica de Inventarios de Emisiones, a los que se han añadido otros contaminantes para los cuales ha sido posible calcular sus emisiones en cada uno de los apartados, por medio de metodología IPCC, CORINAIR o NPI. Los contaminantes evaluados pueden agruparse en los siguientes grandes bloques:

Contaminantes principales

CH ₄	Metano
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
HFC	Hidrofluorocarbonos
N ₂ O	Óxido de nitrógeno
NH ₃	Amoníaco
COVNM	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos
NO _x	Óxidos de nitrógeno

PFC	Perfluorocarbonos
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
SO ₂	Óxidos de azufre
PM ₁₀	Materia particulada con un diámetro aerodinámico ≤ 10 μ

Partículas totales

Metales pesados

As	Arsénico
Cd	Cadmio
Cr	Cromo
Cu	Cobre
Hg	Mercurio
Ni	Níquel
Pb	Plomo
Zn	Zinc

Otros contaminantes orgánicos

Benceno

Tolueno

HAP Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

Etano

Etileno

Acetileno

Propano

Formaldehído

Benzo(a)pireno

Otros contaminantes de naturaleza química

Dioxinas y furanos

Cl Cloro y compuestos inorgánicos

F Flúor y compuestos inorgánicos

La presente Memoria se ha estructurado, en función del sector de actividad y del tipo de foco, de acuerdo con la siguiente clasificación de las fuentes de emisión:

Fuentes puntuales

Plantas industriales

Producción de energía eléctrica

Cemento, cal y yeso

Industria química

Industria química básica

Industria de transformación de plásticos

Industria del metal

Fabricación de material de construcción, cerámica y vidrio

Industria de la madera y el papel

Industria alimentaria

Fabricación de material eléctrico y electrónico

Fabricación de vehículos a motor y de otro material de transporte

Otras actividades industriales

Plantas no industriales

Hospitales

Vertederos

Estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR)

Fuentes de área

Fuentes de área móviles

Tráfico rodado

Maquinaria agrícola y forestal

Tráfico ferroviario

Tráfico aéreo

Fuentes de área estacionarias

Sector doméstico

Extracción y tratamiento de minerales

Asfaltado de carreteras
 Distribución al por mayor de combustibles
 Estaciones de servicio
 Limpieza en seco
 Uso de disolventes
 Empleo de refrigerantes y propelentes
 Agricultura
 Ganadería
 Fuentes biogénicas
 Incendios forestales

2.2. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En primer lugar se procedió a la elaboración de una base de datos con las fuentes industriales potencialmente contaminadoras de la atmósfera en Aragón.

El punto de partida fue la base de datos elaborada en el Inventario de Emisiones a la atmósfera para la comunidad de Aragón de 2003 actualizándose posteriormente con las bases de datos del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (EPER) y del Sistema Integrado de Calidad Ambiental (SICA). Se han comprobado que las empresas seleccionadas estuvieran activas y que los códigos CNAE eran correctos.

La recopilación de la información necesaria para la elaboración del inventario ha constituido una de las principales tareas del estudio. En todos los casos ha sido necesario combinar datos procedentes de distintos organismos oficiales (Institutos de Estadística, Gobierno de Aragón,...) así como de diversos estudios publicados. Además, en el caso de las plantas industriales ha sido necesario solicitar información a un gran número de empresas, mediante el envío de cuestionarios, correos electrónicos y llamadas telefónicas. El listado de todas las fuentes de información consultadas sería demasiado extenso, por lo que únicamente se citarán en los apartados respectivos de la Memoria.

2.3. ESTIMACIÓN DE EMISIONES

Los métodos de cálculo de las emisiones varían en función de la naturaleza de la actividad considerada y de la información de partida y están orientados a obtener el resultado más completo y preciso para cada actividad. Estos métodos pueden clasificarse en:

- Métodos basados en medidas de emisiones
- Métodos basados en balances de materia
- Métodos basados en factores de emisión
- Método para el cálculo del CO₂

2.3.1. Métodos basados en medidas de emisiones

Cuando se disponen de medidas por parte de las empresas, pueden distinguirse las siguientes situaciones:

- Plantas que realizan mediciones en continuo
- Plantas que realizan medidas periódicas

Plantas que realizan mediciones en continuo

Este tipo de instalaciones suelen aportar en los cuestionarios el dato de emisiones totales anuales para los diferentes parámetros medidos en continuo.

En el presente inventario las emisiones monitorizadas en continuo eran incompletas, por lo que se han utilizado factores de emisión de acuerdo con la Decisión de la Comisión del 29 de Enero del 2004 por la que se establecen las directrices para el seguimiento y la notificación de gases de efecto invernadero de conformidad con la directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo para el cálculo de CO₂.

Plantas que realizan medidas periódicas

La metodología de cálculo depende de los datos suministrados en el cuestionario.

- Para datos de emisiones reflejados en mg/Nm³, ppm o %, datos de caudal de gas en la chimenea (Nm³/h o Nm³/s) y horas al año de funcionamiento de los equipos, se ha efectuado la conversión de dichas unidades de concentración a toneladas/año de contaminantes.
- Para datos de emisiones de los contaminantes reflejados en mg/Nm³, ppm o % y dato de consumo anual de combustible, pero ausencia del dato de % O₂ en los gases de salida de la chimenea y del caudal de los gases, no se ha podido realizar la conversión a toneladas/año, debido a la falta de datos. Por ello, en estos casos se ha prescindido de dichos datos y se han calculado las emisiones aplicando los factores de emisión correspondientes.

Estos datos son recogidos por las OCA (Organismos de Control Autorizado), pero al igual que en el caso en continuo, sólo son recogidos unos pocos contaminantes. Para comprobar la veracidad de los datos facilitados, se han realizado una serie de

estimaciones de contaminantes producidas a partir de los datos de medidas suministradas. En la mayoría de casos se ha podido comprobar que los resultados obtenidos por este método no se parecen a los obtenidos por factores de emisión. Esto se debe a que las medidas dependen mucho del momento y de la forma en la que se realicen. Para evitar el problema de la poca fiabilidad que muestra esta toma de datos y por ser estos incompletos, se ha optado por utilizar factores de emisión.

Plantas que no disponen de datos de emisiones

En este caso se han considerado dos tipos de instalaciones:

- Plantas que han facilitado datos de cantidades de materias primas y de combustible utilizados en sus procesos productivos. En este caso se han estimado los contaminantes mediante el balance de materia de combustión de los combustibles consumidos o mediante factores de emisión a partir de los datos de consumo de materias primas y de combustible facilitados en los cuestionarios.
- Plantas que no han facilitado datos de las cantidades de materias primas y combustibles consumidos en sus proyectos productivos y cuyos cuestionarios no aportan datos suficientes para hacer ninguna estimación. Para estimar las emisiones en estos casos se ha recurrido a consultas telefónicas con la empresa afectada, dando prioridad a aquellas empresas que supusieran un mayor impacto ambiental.

2.3.2. Métodos basados en balances de materia

Este tipo de métodos se aplican cuando determinados elementos sufren una transformación conocida, muy cercana al 100% de conversión. Así, el balance de materia se puede utilizar para calcular las emisiones de SO₂ y CO₂ a partir del contenido de azufre y carbono en el combustible.

Al disponer de información más completa mediante otros procedimientos no ha sido necesario realizar ninguna estimación con este método.

2.3.3. Métodos basados en factores de emisión

Para cada uno de los sectores se han estudiado individualmente los diferentes procesos generadores de emisiones a la atmósfera y los distintos contaminantes.

Para cuantificar las emisiones de determinadas actividades se han utilizado factores de emisión recomendados por diversas fuentes, en función de los productos obtenidos de las materias primas consumidas y de los combustibles utilizados.

Tras una exhaustiva búsqueda de fuentes bibliográficas, para la selección de los factores de emisión más adecuados se estudiaron las siguientes metodologías:

- Guía Metodológica para el Desarrollo de Inventarios de Emisiones del año 2003
- Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2005. Análisis por actividades emisoras de la nomenclatura SNAP-97.
- Atmospheric Emission Inventory Guidebook (EMEP/CORINAIR)
- Compilation of Air Pollutant Emission Factors (EPA-AP 42)
- Emission Estimation Technique Manuals (National Pollutant Inventory de Australia(NPI))
- Libro de trabajo para el Inventario de Gases de Efecto Invernadero (Directrices del IPPC para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero)
- Estudio de las Emisiones a la Atmósfera en la Ciudad de Zaragoza (1996)

En medida de lo posible se ha seleccionado la metodología IPCC para gases de efecto invernadero, por ser la utilizada por el Ministerio de Medio Ambiente y CORINAIR para el resto de emisiones, por estar recomendada por la Agencia Europea de Medio Ambiente. No obstante, en numerosas ocasiones se ha tenido que complementar dichas metodologías con factores procedentes de alguna de las otras fuentes mencionadas debido, principalmente, a la ausencia de factores de emisión para algún contaminante en determinadas actividades. Si se disponía de algún factor de emisión, se acudía primero a la EPA (Environmental Protection Agency) y, si allí no se encontraba dicho factor de emisión, se acudía al NPI.

Dentro de las plantas industriales cuando no se disponía de ningún dato por parte de las empresas se han completado las emisiones con datos suministrados por el EPER del año 2006.

2.4. APLICACIONES INFORMÁTICAS

La información del Inventario de Emisiones de Aragón del año 2006 está integrada en una aplicación informática, con objeto de facilitar consultas o actualizaciones posteriores de la información.

Para el diseño de dicha aplicación informática se han tenido en cuenta los siguientes objetivos:

- Obtener de forma gráfica y visual datos de emisión tanto de las industrias que forman parte del tejido empresarial de cada municipio como de otras fuentes de emisión como el tráfico, actividades agroganaderas...
- Capacidad de realizar consultas para conocer los datos de emisión de una determinada industria con la posibilidad de poder disponer de esta información desglosada por procesos o por los diferentes focos de emisión que componen cada instalación.
- Disponer de una base de datos en la que se disponga de todos los datos recopilados.

Por otra parte, en el caso de las emisiones correspondientes al tráfico rodado, se ha utilizado el programa informático COPERT IV (Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport) desarrollado por la Agencia Europea de Medio Ambiente. En este programa se integran todos los factores de emisión y correlaciones de la metodología CORINAIR.

2.5. CONTROL Y GARANTÍA DE CALIDAD

Según se indica en la Guía Metodológica para el Desarrollo de Inventarios de Emisiones del año 2003, es necesario desarrollar procedimientos que garanticen la calidad del resultado final. Se recuerda que un buen sistema de garantía y control de la calidad producirá resultados tan buenos como la metodología de estimación permita.

En el desarrollo del presente inventario se ha optado, a la vista de lo expuesto en la sección 2.3 (ver también 2.6), por el siguiente orden de prioridad dentro de la metodología de cálculo, con el objetivo de obtener unos resultados de la mayor calidad posible:

- Sector regulado
- Factores de emisión

- Medidas en continuo
- Medidas de emisión puntuales realizadas por OCAS

En las metodologías IPCC y CORINAIR se distinguen tres niveles de calidad, en orden creciente, para la estimación cuantitativa de la actividad y de los factores de emisión. Por ejemplo, para los factores de emisión, el nivel 1 corresponde a valores generales suministrados a nivel de la Unión Europea, el nivel 2 corresponde a valores obtenidos del inventario nacional de cada estado y el nivel 3 a valores medidos "in situ" mediante procedimientos regulados por la administración. Las metodologías obligan a tomar el nivel más alto disponible para cada instalación.

Aquellas empresas de Aragón que tienen que notificar sus emisiones al Régimen de Comercio de Derechos de Emisiones tienen que rellenar anualmente el informe de emisión verificado, en adelante, sector regulado, que proporciona información a nivel 3 de sus emisiones (en algunos casos, nivel 2) según una metodología desarrollada para el cálculo de emisiones de CO₂ en relación con la normativa europea relacionada con el protocolo de Kyoto (Decisión 280/2004/CE), que también es útil para el cálculo de las emisiones de otros contaminantes. El sector regulado incluye en general a las empresas más contaminantes.

Estos datos son suministrados por el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón y se han utilizado para este inventario en su totalidad.

Para el resto de fuentes contaminantes se han llevado a cabo los siguientes pasos para asegurar la fiabilidad de los resultados:

- Chequeos de veracidad. Con este método se pretende localizar errores importantes de manera rápida en el proceso de estimación de emisiones. Para ello es necesario que se conozca previamente el orden de magnitud de las emisiones para los distintos procesos.
- Chequeos de paridad. Este tipo de chequeos consisten en una revisión independiente de los cálculos realizada por una persona con experiencia técnica en el tema. Este tipo de revisiones se han realizado en aquellas fuentes en las que los datos pudieran parecer erróneos.

2.6. ANÁLISIS DE INCERTIDUMBRE

Los principales aspectos a considerar para evaluar la incertidumbre asociada a la elaboración del presente inventario son los siguientes:

-Incertidumbre asociada a los datos de partida

- Incertidumbre asociada a la metodología
- Actividades o instalaciones no consideradas

2.6.1. Incertidumbre asociada a los datos de partida

Los datos de partida proceden del sector regulado, de los cuestionarios enviados a las empresas y de las bases de datos EPER del año 2006.

Se han comprobado numerosos errores en los datos procedentes de los cuestionarios, unidades equivocadas en la mayoría de los casos. Una vez corregidos estos errores, la incertidumbre asociada a los datos del cuestionario se estima pequeña.

En lo que se refiere a datos estadísticos puede considerarse que el grado de incertidumbre es despreciable frente al resto.

Hay que indicar que existe una incertidumbre asociada a posibles errores en las bases de datos de las empresas, en particular, códigos CNAE, ceses de actividad, etc. Se han observado algunos problemas que se han podido solucionar.

2.6.2. Incertidumbre asociada a la metodología

La propia metodología de cálculo de las emisiones lleva asociada una incertidumbre. En muchos casos es difícil de obtener el grado de incertidumbre para cada uno de los factores de emisión utilizados. En la Tabla 2.1 se muestran los grados de incertidumbre asociados a todos los contaminantes considerados en la metodología CORINAIR, para los principales códigos SNAP.

Tabla 2.1-Grados de incertidumbre de los distintos contaminantes

CATEGORÍA SNAP	SO₂	NO_x	COV	CO	NH₃	Metales pesados	CO₂	CH₄	N₂O
Instalaciones de combustión para la producción de energía	A	B	C	B		D	A	C	E
Plantas de combustión no industrial	B	C	C	C		E	B	C	E
Plantas de combustión industrial	A	B	C	B		D	A	C	E
Procesos industriales	B	C	C	C	E	E	B	D	D
Extracción y distribución de combustibles fósiles	C	C	C	C		E	D	D	
Uso de disolventes			B			E			
Tráfico rodado	C	C	C	C	E	E	B	C	E
Otras fuentes móviles y maquinaria	C	D	D	D		E	C	D	D
Eliminación y tratamiento de residuos	B	B	B	C		D	B	C	E
Actividades agrícolas		D	D	D	D	E	C	D	E
Fuentes biogénicas	D	D	D	E	E	E	D	E	E

Los rangos de incertidumbre asociados a cada letra que aparecen en la Tabla 2.2 se han

obtenido de la "EU Guidance Report on Supplementary Assessment under EC Air Quality Directives", donde han sido definidos para su aplicación en la elaboración de modelos de la calidad del aire.

Tabla 2.2-Definición de los grados de incertidumbre

<i>Puntuación</i>	<i>Definición</i>	<i>Rango típico del error</i>
A	Estimación basada en un gran número de medidas realizadas en un gran número de instalaciones representativas de la totalidad del sector	10 al 30 %
B	Estimación basada en un gran número de medidas realizadas en un gran número de instalaciones representativas de gran parte del sector	20 al 60 %
C	Estimación basada en medidas realizadas en un pequeño número de instalaciones representativas o a criterios de ingeniería basados en un número de hechos relevantes.	50 al 150 %
D	Estimación basada en medidas puntuales o en cálculos de ingeniería derivados de hechos relevantes	100 al 300 %
E	Estimación basada en cálculos de ingeniería basados en hipótesis	Otro orden de magnitud

En todos los casos, cuando el cálculo de las emisiones se realiza a partir de medidas directas en continuo el nivel de incertidumbre desciende, por lo que los datos obtenidos tendrán una calidad o fiabilidad superior. En estas situaciones la incertidumbre proviene de posibles errores en la medida de concentración de alguno de los parámetros o del caudal de gases, y se podría considerar que el índice de incertidumbre sería A. Para medidas suministradas por el sector regulado se estima una incertidumbre de un 1% aproximadamente asociada a los aparatos de medida.

En un principio se optó por tomar también los datos medidos por las OCAs, pero finalmente se decidió desestimarlos, debido a una general falta de fiabilidad demostrada por la gran diferencia entre las medidas y los cálculos por medio de factores de emisión.

2.6.3. Actividades o instalaciones no consideradas. Extrapolación de datos

Al realizar el inventario no se puede obtener la totalidad de las emisiones de Aragón, ya que no se dispone de datos de todas las empresas. Aunque se dispone de datos de las empresas de mayor potencial contaminante no se tiene información sobre las emisiones de muchas empresas pequeñas a las que no se ha consultado o no han respondido al cuestionario. Para obtener una estimación de las emisiones totales se ha realizado una extrapolación a partir de la información disponible.

Para obtener los consumos de combustible debidos al sector no regulado, para aquellos sectores no representados en la encuesta y sin datos en el EPER se procedió a su estimación mediante la diferencia entre el total de los consumos del balance regional de combustibles, obtenido del boletín de coyuntura energética de Aragón y los consumos

conocidos (sector regulado y encuestas) para cada tipo de combustible. Así podemos conocer el total de las emisiones de la Comunidad.

Como parámetro fundamental para la extrapolación a nivel municipal se ha considerado el número de trabajadores en cada sector. Para ello era necesario conocer el número de trabajadores de cada una de las empresas que habían contestado el cuestionario. Este dato no estaba disponible para ninguna de las empresas. Para obtener esta información se contactó con las empresas que habían respondido al cuestionario. Para aquellos casos en los que no se pudo conseguir este dato se consultó una base de datos proveniente del Departamento de Industria, Comercio y Turismo del Gobierno de Aragón (Registro Industrial) donde se disponía del dato correspondiente al número de trabajadores de las empresas de Aragón. Con todos estos datos se dispuso del número de trabajadores en todas las empresas de las que se recibió contestación.

Por otra parte se necesitaba conocer el número de trabajadores dentro de cada sector industrial considerado en función del municipio. Sin embargo la información disponible en el IAEST (Asistentes de búsqueda de Estadísticas Laborales A.B.E.L) a nivel de CNAE sólo está disponible por comarcas para cada mes del año (se ha realizado la media anual). El factor obtenido a nivel comarcal es el que se aplicará a nivel municipal.

Una vez que se disponía de estos datos, el número de trabajadores de las empresas que han realizado el cuestionario y el número de trabajadores totales en cada comarca según el código CNAE, se ha procedido a la separación de las emisiones obtenidas con los cuestionarios en dos partes: las emisiones de empresas grandes, de más de 100 trabajadores, o empresas muy contaminantes y las empresas pequeñas.

La totalidad de las empresas grandes han contestado al cuestionario, por lo que no procede ninguna extrapolación. Para las empresas pequeñas se ha realizado la media de las emisiones por trabajador. Una vez calculada esta media, se multiplica en cada comarca por el número de trabajadores que tenga, y se les suma las emisiones de las empresas grandes para hacer el reparto a nivel municipal.

2.7. COMPARATIVA 2003-2006

En el Inventario de 2006 se ha añadido en cada apartado una comparativa entre las emisiones de los años 2003 y 2006. Para poder comparar entre los dos años se ha recalculado las emisiones del año 2003 siguiendo la misma metodología que para 2006, y extrapolando las emisiones utilizando el boletín de coyuntura energética del año 2003.

Para realizar una comparativa más adecuada entre las emisiones de 2003 y 2006, **se ha rehecho el inventario de 2003 siguiendo las mismas directrices que en 2006** en la medida de lo posible. Existe el problema de que a diferencia del año 2006, no se ha

podido conseguir información sobre el número de trabajadores de cada empresa. Para estimar este valor se ha procedido de la siguiente manera: el número total de trabajadores por CNAE en cada comarca se ha obtenido, como en 2006 por medio del programa A.B.E.L del IAEST aplicado a 2003. Así podemos conocer el crecimiento o decrecimiento del número de trabajadores entre estos 3 años de las actividades industriales. Este crecimiento o decrecimiento se aplica como un factor proporcional para saber el número de trabajadores por comarca y CNAE en 2003.

Hay que tener en cuenta que de todos los datos recogidos en 2003 solo se han podido recalcular la mitad de las empresas, el resto se han tomado del EPER o del SIMAI, por lo que la falta de información podría verse reflejada en las comparativas.

También hay que destacar que en el 2003 no se disponían de datos del sector regulado, lo cual también se ve reflejado en los datos obtenidos.

Por último, al tener un gran número de especies contaminantes se han agrupado en varias gráficas las comparativas entre 2003 y 2006.

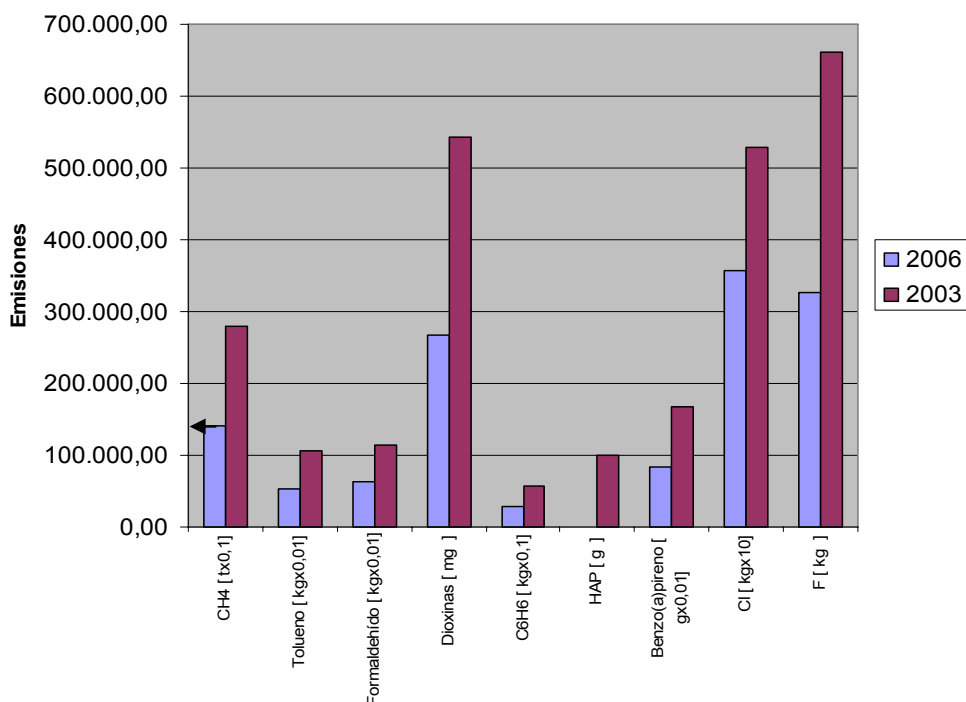


Gráfico 2.1-Ejemplo de comparativa de contaminantes entre 2003 y 2006

Las emisiones de CH₄ que marca dicha gráfica para 2006 son:

$$Emision_{CH_4} - 2006 \approx 140000 \times 0,1 \approx 14000 \text{ toneladas}$$

El valor real introducido de CH₄ era de 13.984.312,63 kg \approx 14.000 toneladas

