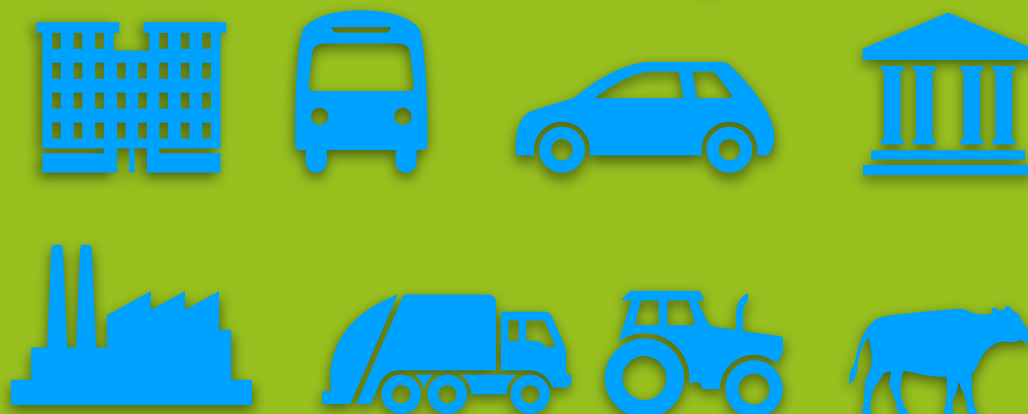


Inventario de emisiones 2015

CO₂, CO, PM, SO₂,
NO_x, COV,
COVNM, CH₄, N₂O



Resumen ejecutivo

Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad
Ayuntamiento de Zaragoza



Zaragoza
AYUNTAMIENTO

Estudio financiado por:

Ayuntamiento de Zaragoza mediante los siguientes contratos:

- Convocatoria de subvenciones en materia de medio ambiente para el año 2015. Expediente 714.733/2015
(Para los sectores Residencial y Movilidad)
- Contrato menor de servicios, con nº de expediente 837.191/2016
(Para los sectores Industrial, Servicios Municipales, Residuos y Agrícola).

Autores:

Abel Ortego Bielsa
Alicia Valero Delgado
Guiomar Calvo



Supervisión municipal:

Carmen Cebrián Fernández
Mónica de Luis

Agencia de medioambiente y sostenibilidad del
Ayuntamiento de Zaragoza



Para la realización del presente estudio, han colaborado las siguientes entidades, servicios o áreas municipales:

Agencia de Medioambiente y Sostenibilidad.

Servicio de Movilidad.

Dirección de servicios de planificación y diseño urbano.

Servicio de Conservación de arquitectura.

Oficina del espacio urbano y gestión de residuos.

Zaragoza Vivienda.

Ecociudad Zaragoza.

Centro Comercial Gran Casa.

Centro Comercial Puerto Venecia.

Zaragoza Urbana.

ADIF.

Estación Delicias.

Serfutura.

Oficina Verde de la Universidad de Zaragoza.

ENDESA.

Gas Natural Fenosa.

Gas Aragón.

Gobierno de Aragón – Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad.

Gobierno de Aragón – Departamento de Educación, Cultura y Deporte

Cooperativas agroalimentarias de Aragón.

Universidad de Zaragoza – Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio.

Salud Aragón.

Jefatura de Intendencia de Asuntos Económicos Este.

Arzobispado de Zaragoza.

INDICE

1	Introducción	1
2	Objetivos del proyecto	2
3	ambito geográfico	3
4	Resultados y comparación con el inventario de 2005	5
4.1	Sector residencial	6
4.1.1	Emisiones directas.....	6
4.1.2	Emisiones indirectas.....	8
4.1.3	Emisiones totales (directas más indirectas):.....	8
4.2	Sector movilidad.....	9
4.2.1	Tráfico urbano	9
4.2.2	Transporte público	11
4.2.3	Accesos a la ciudad.....	12
4.2.4	Tráfico aéreo	13
4.3	Sector institucional y servicios públicos.....	15
4.3.1	Comparativa con el año 2005. Sector institucional y servicios públicos.....	16
4.4	Sector residuos.....	18
4.4.1	Cremaciones.....	18
4.4.2	Incineración de lodos de depuradora	18
4.4.3	Tratamiento de aguas residuales	18
4.4.4	Vertedero	19
4.4.5	Comparativa con el año 2005. Sector residuos.....	19
4.5	Sector industrial	21
4.5.1	Comparativa con el año 2005. Sector industrial	21
4.6	Sector agrícola y ganadero	23
4.6.1	Aplicación de abono inorgánico en secano y regadío	23
4.6.2	Fermentación entérica	23
4.6.3	Gestión del estiércol.....	24
4.6.4	Comparativa con el año 2005. Sector agrícola y ganadero.....	24
4.7	Todos los sectores	26
4.7.1	Sector Residencial	26
4.7.2	Sector Movilidad	26
4.7.3	Sector Institucional y Servicios Públicos	27
4.7.4	Sector Residuos	27
4.7.5	Industrial	28

4.7.6	Agrícola y ganadero.....	28
5	Sectores PAES.....	29
6	Resumen Y Conclusiones.....	30
7	Lista de tablas.....	33

1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día el 75 % de la población mundial vive en ciudades y áreas metropolitanas¹, además la tendencia es que esta cifra vaya en aumento en los próximos años. Esta alta concentración de población provoca que haya un gran consumo de energía en torno a las ciudades y unas emisiones de contaminantes derivadas de dicho consumo energético.

Las autoridades públicas juegan un papel clave en la mejora de la gestión energética y la calidad ambiental de las ciudades debido a que en las mismas se concentran un gran número de consumos, tipos de fuentes de energía y fuentes de contaminación.

Por ello en el año 2008 la Comisión Europea desarrollo el programa Pacto de Alcaldes con el objetivo de apoyar a las autoridades locales en la implementación de políticas de energía sostenible.

Para trasladar los compromisos locales en hechos, el programa Pacto de Alcaldes estableció un compromiso voluntario mediante el cual las ciudades se comprometían a reducir al menos un 20 % sus emisiones de gases de efecto invernadero respecto a un año de referencia mediante la adopción de un Plan de Acción de Energía Sostenible (PAES). Estos PAES deben de promover acciones concretas para la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en diferentes sectores como: Edificación, Transporte o Servicios Municipales.

Como firmante del Pacto de Alcaldes el Ayuntamiento de Zaragoza se comprometió a elaborar un PAES en el cual se reflejaron las actividades planteadas por la ciudad de Zaragoza para reducir sus emisiones locales de CO₂ un 21 % respecto a un año de referencia, el cual fue establecido en el 2005.

La elección del año 2005 como nivel de base para comparar las emisiones se debió a que en dicho año desde el Ayuntamiento de Zaragoza se elaboró un inventario detallado de emisiones contaminantes para todos los sectores de actividad.

Este informe presenta los valores de las emisiones contaminantes en la ciudad de Zaragoza en el año 2015 y sirve para analizar la tendencia de cambio desde la realización del anterior inventario de emisiones realizado en el año 2005.

Las conclusiones del presente trabajo servirán para definir las estrategias y políticas en materia de ahorro energético y mejora de la calidad ambiental que se deberán aplicar en la ciudad de Zaragoza en los próximos años.

¹ Agency, E. E. (2015). "Urban environment." Retrieved 20/04/15, from <http://www.eea.europa.eu/themes/urban>.

2 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo principal de este estudio es realizar el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de la ciudad de Zaragoza en el año 2015. De esta forma, los datos registrados se podrán comparar con los del inventario realizado en el año 2005, para comprobar la tendencia de la emisión de contaminantes en la ciudad. Los resultados de este proyecto servirán para evaluar el grado de cumplimiento del “Pacto de Alcaldes”.

En este inventario se va a llevar a cabo la actualización de las emisiones de los siguientes sectores:

- **Residencial:** correspondientes a los sistemas de combustión para calefacción y agua caliente sanitaria y al consumo de electricidad en las viviendas.
- **Movilidad:** Estudiando el tráfico urbano, los accesos a la ciudad, el transporte público y el tráfico aéreo.
- **Servicios públicos e institucionales:** engloba los servicios municipales y el sector terciario. Son las emisiones correspondientes a las emisiones directas e indirectas de los sistemas de combustión para calefacción y agua caliente sanitaria y al consumo de electricidad en las siguientes instalaciones: colegios e institutos, universidad, iglesias y patrimonio, centros deportivos, centros comerciales y bancarios, hoteles, hospitales, centros del Ejército, cultura y ocio, institucionales y otros, instalaciones de alumbrado público, instalaciones semafóricas y estaciones de autobuses y trenes.
- **Residuos:** correspondiente a las emisiones directas e indirectas derivadas de las Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDAR), los vertederos controlados y las cremaciones del cementerio municipal.
- **Industrial:** correspondiente a las emisiones directas e indirectas de las industrias derivadas del consumo de energía y de los procesos que en ellas tienen lugar.
- **Agrícola y Ganadero:** correspondiente a las emisiones directas de las instalaciones agropecuarias.

3 AMBITO GEOGRÁFICO

El ámbito geográfico para la realización del estudio se circunscribe a todo el término municipal de Zaragoza, incluyéndose en él los distritos: Casco Histórico, Delicias, Universidad, San José, Las Fuentes, La Almozara, Oliver-Valdefierro, Torrero, Valdespartera, Arcosur, Parque Goya, Rosales del Canal, Margen Izquierda y los Barrios Rurales.

Para el análisis del sector industrial, se han considerado los polígonos industriales ubicados dentro de la ciudad consolidada, así como los ubicados en el extrarradio. El listado de polígonos considerados es el siguiente: El Portazgo, Europa I, Europa II, Vista Bella, El Olivar, Argualas, El Greco, La Unión I, La Unión II, Montemolin, Alcalde Caballero, Cogullada, Mercazaragoza, Parque Tecnológico de Cogullada, El Pilar, Valseca, Molino del Pilar, Malpica, Las Ventas, Plataforma Logística de Zaragoza, Parque Empresarial Miraflores, Empresarium, Insider, Parque Tecnológico de Reciclado, PRYDES, San Valero, Tecnum, Parque Empresarial Puerta Norte y Ciudad del Transporte.

Para el sector agrícola se ha considerado toda la superficie de cultivos registrada por la Política Agraria Común (PAC) en el año 2015 en el municipio de Zaragoza y sus barrios rurales.

En el análisis del sector servicios públicos se analizan de forma diferenciada los servicios municipales del sector terciario. Además se incluyen dentro del sector servicios municipales los combustibles empleados por las flotas de vehículos municipales.

En el análisis del sector movilidad se estudian las carreteras de acceso, transporte público, la movilidad urbana y el tráfico aéreo.

4 RESULTADOS Y COMPARACIÓN CON EL INVENTARIO DE 2005

En este apartado se presentan los resultados del inventario de emisiones de Zaragoza en el año 2015, comparándolos con los valores registrados en el año 2005.

No todas las emisiones calculadas son mostradas en este apartado, ya que existe una gran cantidad contaminantes que son calculados en el año 2015 y que en el año 2005 no fueron calculados, ya que la versión CORINAIR de 2002 no lo exigía.

En cuanto a las comparaciones de los valores registrados por ambos inventarios, se presente de forma cuantitativa a través de valores totales y específicos en función de la variación de la población.

Las poblaciones tenidas en cuenta para realizar la comparativa por habitante se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Poblaciones tenidas en cuenta para la comparativa por habitante².

	Año 2005	Año 2015
Población	647.373	702.426

² Instituto Nacional de Estadística. Padrón por Municipio.

4.1 SECTOR RESIDENCIAL

En el estudio de las emisiones del sector residencial se han calculado tanto las emisiones directas, derivadas de las instalaciones de combustión para calefacción y agua caliente sanitaria, como las emisiones indirectas, que son debidas a la producción de la energía consumida en las viviendas.

4.1.1 EMISIONES DIRECTAS

Para llevar a cabo el cálculo de las emisiones por parte de las instalaciones de combustión, se han seguido dos aproximaciones, la aproximación Arriba-Abajo y Abajo-Arriba.

Mediante la aproximación Arriba-Abajo, se han obtenido unos valores de consumos totales de gas natural y gasóleo que pueden ser comparados con los obtenidos en 2005. En el caso de la biomasa y el carbón, ser combustibles que no aparecen en los dos estudios, no se puede realizar una comparativa.

Tabla 2: Variación del consumo de energía en comparación con 2005.

Combustible	Consumo energía 2015 [GJ/año]	Consumo energía 2005 [GJ/año]	Variación [%]
Gas natural	5.401.476	2.703.670,7	99,78
Gasóleo	1.258.896	2.974.566,9	-57,68
Biomasa	60.307,38	-	-
Carbón	-	319.211	-
Total	6.720.679,38	5.997.448,6	12,06

Como se puede observar, el consumo de gas natural ha aumentado a el doble, mientras que el consumo de gasóleo ha disminuido a un poco más de la mitad. Esto muestra una tendencia hacia el uso de gas natural en el sector residencial. Por otro lado, se ha observado un aumento de la cantidad de energía consumida total respecto al 2005 en un 12,06 %. Uno de los factores que influye en este aumento de energía consumida ha sido el aumento de la población de Zaragoza.

En cuanto a las emisiones de contaminantes, se van a utilizar los resultados obtenidos en la aproximación Abajo-Arriba para realizar las comparaciones, ya que se ha seguido una metodología similar a la realizada en 2005. Debido a la gran cantidad de datos, se van a presentar a continuación las emisiones de CO₂ solamente.

Tabla 3: Comparación de las emisiones de CO₂ por barrio con el año 2005 – (Aproximación Abajo-Arriba)

Barrio	CO ₂ 2015 [t/año]	CO ₂ 2005 [t/año]	Variación [%]
Casco Histórico	21.960,40	23.680,89	-7,27
Centro	29.046,20	48.045,87	-39,54
Delicias	59.615,70	74.307,60	-19,77
Universidad	31.510,24	46.935,21	-32,86
San José	35.244,79	44.034,05	-19,96
Las Fuentes	26.725,62	26.877,04	-0,56
La Almozara	16.487,68	16.478,76	0,05
Oliver-Valdefierro	17.155,97	14.342,96	19,61
Torrero	31.874,02	17.183,05	85,50
Margen Izquierda	106.618,45	64.591,10	65,07
Barrios Rurales Norte	19.996,38	13.840,10	44,48
Barrios Rurales Oeste	8.800,55	9.765,16	-9,88
Valdespartera	4.301,56	-	-

Parque Goya	1.267,50	-	-
Arcosur	733,22	-	-
Totales	411.338,28	400.081,79	2,81

Como se puede observar, las emisiones de CO₂ han aumentado un 2,81 %, principalmente debido a que el número de habitantes, que ha provocado la creación de nuevos barrios (Valdespartera, Parque Goya y Arcosur) y como consecuencia el consumo de energía ha aumentado. Sin embargo, el aumento no ha sido tan grande debido a que la cantidad de CO₂ emitido por unidad de energía (tCO₂/hab*año) es menor en el año 2015. Esto es debido a que ha aumentado la cantidad de gas natural utilizado, que tiene un menor factor de emisión de CO₂ que el gasóleo y el carbón que se utilizaba en 2005.

Tanto la aproximación de “Arriba-Abajo” (403.061 tCO₂) como la de “Abajo-Arriba” (411.338 tCO₂) dan unas emisiones totales similares y en concordancia con los datos proporcionados por los distribuidores de combustibles para el sector residencial. La distribución por barrios se ha hecho en función de los datos de 2005 para poder conseguir una comparativa entre los dos inventarios, pero no resulta tan precisa como la información global aportada por los distribuidores de combustibles.

Para poder ver la evolución de las emisiones globales derivadas de la combustión en el sector residencial, se van a comparar **los datos obtenidos en la aproximación Arriba-Abajo con los que se han calculado en el inventario realizado en el 2005.**

Tabla 4: Variación de las emisiones totales en la ciudad de Zaragoza.

	Emisión 2015 [t/año]	Emisión 2005 [t/año]	Variación [%]
CO ₂	403.061,42	400.081,80	0,74
CO	141,58	100,46	40,93
SO ₂	101,73	589,78	-82,75
NO _x	318,55	466,74	-31,74
N ₂ O	1,54	53,44	-97,12
COV	68,23	250,22	-72,73
COVNM	10,54	249,66	-95,77
CH ₄	57,69	0,55	10.388,83
Partículas totales	14,27	2.441,38	-99,41

La variación del valor de los factores de emisión entre el año 2005 y el 2015 hacen que algunos contaminantes suban o bajen sus emisiones. Hay casos lógicos, como es el caso del azufre, ya que en 2005 se utilizaba carbón como combustible y tenía un gran factor de emisión de azufre. Por otro lado hay diferencias de niveles de emisión menos comprensibles como la emisión de partículas o de metano, ya que los valores de los factores de emisión son excesivamente altos aun teniendo en cuenta el cambio de combustible.

4.1.2 EMISIONES INDIRECTAS

Para el estudio de las emisiones asociadas a la generación de electricidad consumida en el sector residencial se ha solicitado el dato de consumo de energía eléctrica al distribuidor. Si se compara el consumo energético de este inventario con el de 2005 se observa una disminución en la energía consumida en un 5,13%.

Consumo eléctrico 2015 [MWh]	Consumo eléctrico 2005 [MWh]	Variación [%]
898.924,2	947.567	-5,13%

Tabla 5. Variación del consumo eléctrico entre 2015 y 2005.

Las emisiones derivadas de la generación de esta electricidad son las siguientes:

	CO ₂	CO	Partículas	SO ₂	NO _x	COV	COVNM	CH ₄	N ₂ O
2015 [t/año]	101.679,11	30,87	16,48	1.087,52	217,47	3,88	2,59	1,29	1,04
2005 [t/año]	132.896,87	22,93	850,86	29,51	195,48	563,62	563,62	0,79	12,72
Variación [%]	-23,49	34,63	-98,06	3.585,26	11,25	-99,31	-99,54	63,29	-91,82

Tabla 6. Emisiones derivadas del uso de electricidad en el sector residencial.

Como se puede observar, existe una gran discrepancia entre varios contaminantes. Esto es debido principalmente a que en este inventario, como se ha indicado en el apartado metodología, se ha utilizado un “mix energético” medio de España, mientras que en inventario desarrollado en 2005, se utilizó un “mix energético” de la provincia de Zaragoza, con lo que los factores de emisión son distintos según el tipo de mix energético que se considere. Se utilizó esta suposición ya que es imposible predecir la procedencia de la electricidad en un punto, con lo que no parecía correcto suponer que la energía consumida en Zaragoza procediera exclusivamente de la propia provincia.

La utilización de distintos mixes hace que los resultados de ambos inventarios no sean comparables. No obstante, aparecen emisiones en el caso del año 2005, por ejemplo los COVNM o las partículas, a las que han sido aplicados factores de emisión excesivamente altos, con lo que dan unas reducciones excesivamente grandes.

4.1.3 EMISIONES TOTALES (DIRECTAS MÁS INDIRECTAS):

Tabla 7: Comparación de las emisiones (directas e indirectas) del sector residencial en los años 2015 y 2005

	Emisión 2015 [t/año]	Emisión 2005 [t/año]	Variación [%]
CO ₂	504.740	532.977	-5,3 %

4.2 SECTOR MOVILIDAD

Dentro del sector movilidad se han evaluado cuatro subsectores:

- Tráfico urbano.
- Autobuses urbanos.
- Tráfico en los accesos.
- Tráfico aéreo.

4.2.1 TRÁFICO URBANO

Para el cálculo de las emisiones del tráfico urbano, como se ha comentado en el apartado metodología, el primer paso ha sido el cálculo de los kilómetros recorridos por cuadrícula al año. Cada cuadrícula ha sido comparada con el 2005, con el fin de conocer la diferencia de kilómetros entre un inventario y otro. En términos globales, las distancias recorridas en ambos inventarios son las siguientes:

Tabla 8: Variación de kilómetros de tráfico urbano entre 2015 y 2005.

km 2015 [km]	Km [2005]	Variación [%]
900.851.429	978.101.293	-7,9

Como se puede observar, existe una disminución del 7,9 % en los kilómetros recorridos por el tráfico urbano en Zaragoza. Este resultado tiene bastante solidez ya que otros estudios realizados con anterioridad en diferentes ciudades españolas afirman que desde el 2008 hasta ahora, solamente por efecto de la crisis se puede considerar que el tráfico en vehículo privado y transporte público se ha reducido un 7 %³ y 8 %⁴ respectivamente.

Por otro lado, el vehículo medio de Zaragoza de 2015 cumple unas normativas Euro más exigentes que el vehículo medio del 2005, como muestra basta tener en consideración que en la actualidad el vehículo medio de Zaragoza tiene las mismas emisiones que los vehículos más modernos del año 2005. Este hecho ayuda a que las emisiones reguladas por las Directivas EURO (NOx, CO y PM) se hayan reducido notablemente. En la siguiente tabla se muestra un la comparación del parque móvil de 2005 y 2015 según la normativa EURO aplicable.

Tabla 9: Comparación entre el parque móvil de 2015 y 2005.

	Parque móvil 2005 (%)	Parque móvil 2015 (%)
ECE 04 (85-91)	9,30	0
EURO I (92-95)	10,50	2,38
EURO II (96-99)	21,90	7,62
EURO III (00-04)	42,80	25,80
EURO IV (05-09)	15,50	31,20
EURO V (09-14)	0	22,38
EURO VI (14-...)	0	10,73

³ Lopez, D. (2013). "El tranvía contribuye a reducir un 60% el tráfico en el centro de Zaragoza." *El Periódico de Aragón* **12294**: 2.

⁴ TRANSyT, C. d. I. (2014). Informe OMM-2012. *Observatorio de la Movilidad Metropolitana*, TRANSyT - Universidad Politécnica de Madrid.

Como se puede observar, el parque móvil actual de Zaragoza tiene unas normativas ambientales mucho más estrictas que las que tenía en 2005, con lo que los factores de emisión del vehículo medio en 2015 son mucho más bajos que en el año 2005.

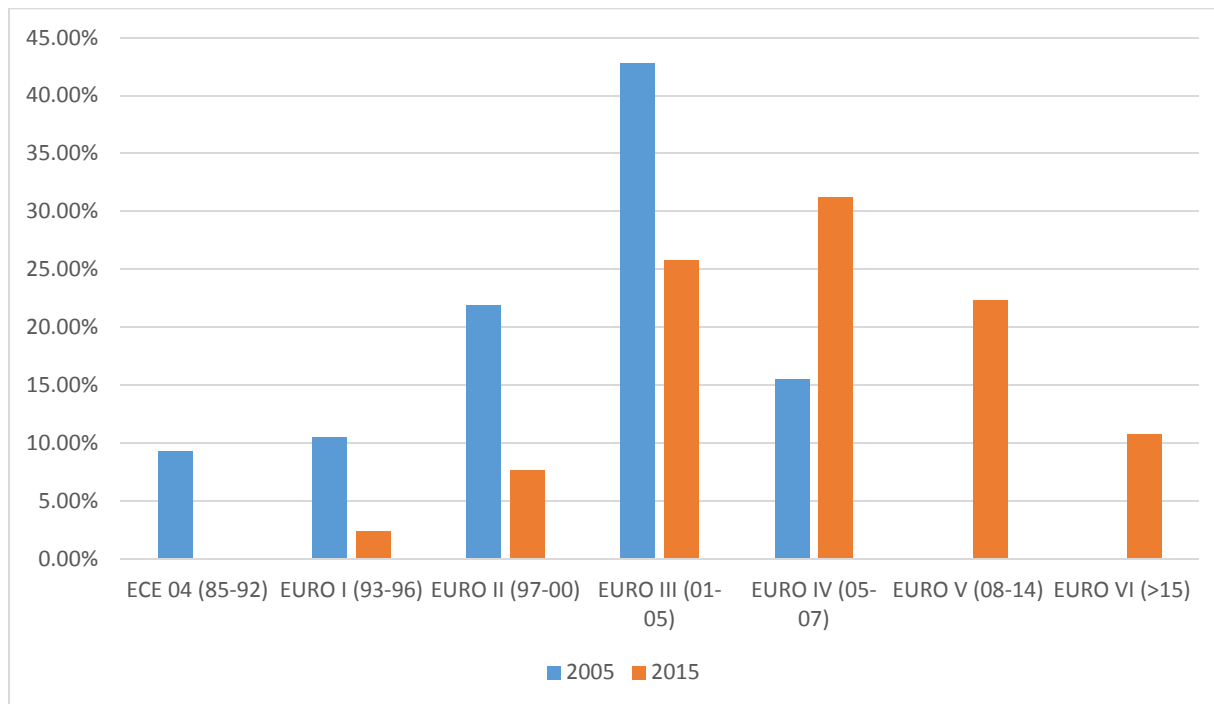


Figura 1. Comparación entre el parque móvil de 2005 y 2015

Esto justifica el porqué de las disminuciones en las emisiones en el transporte urbano en los dos inventarios, junto con la disminución de kilómetros recorridos en el núcleo urbano.

Se muestra a continuación los resultados de emisiones globales de CO₂, NO_x, partículas y consumo de combustible y la comparativa con el año 2005.

Tabla 10: Variación de las emisiones de CO₂, NO_x, partículas y consumo de combustible para el transporte urbano.

	Emisión 2015 [t/año]	Emisión 2005 [t/año]	Variación [%]
Consumo de combustible	61.515,97	90.089,92	-31,72
CO ₂	194.525,39	275.213,3	-29,32
NO _x	452,30	881,28	-48,68
Partículas	18,00	69,57	-74,13

4.2.2 TRANSPORTE PÚBLICO

El cálculo de las emisiones relacionadas con el transporte público se hizo de forma global, con lo que se obtuvieron unos valores totales para toda la ciudad. Al igual que en el transporte urbano, los kilómetros recorridos han disminuido con respecto al 2005, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 11: Variación de los kilómetros recorridos por el transporte público entre 2015 y 2005.

	km 2015 [km]	km 2005 [km]	Variación [%]
Bus urbano	17.860.895	19.879.092,09	-10,15
Tranvía	1.225.036	0	No evaluable

Por otro lado, al considerar el autobús medio de Zaragoza como un EURO IV, los factores de emisión con respecto al inventario del año 2005 disminuirán, por lo que las emisiones también lo harán. En la siguiente tabla se muestran los resultados de emisiones globales de CO₂, NO_x, partículas y consumo de combustible y la comparativa con el año 2005.

Tabla 12: Variación de las emisiones de CO₂, NO_x, partículas y consumo de combustible para los autobuses urbanos.

	Valor 2015	Valor 2005	Variación [%]
Consumo de combustible (t)	5.376,13	7.095,83	-24,24
CO ₂ (ton)	16.885,78	22.090,86	-23,56
NO _x (ton)	96,81	180,53	-46,38
Partículas (ton)	0,83	6,73	-87,74

Tabla 13: Variación de las emisiones de CO₂, NO_x, partículas y consumo de energía para tranvías

	Valor 2015	Valor 2005	Variación [%]
Consumo de energía (MWh)	4.814,39	---	No evaluable
CO ₂ (ton)	1.920,94	---	No evaluable
NO _x (ton)	1,34	---	No evaluable
Partículas (ton)	0,03	---	No evaluable

Tabla 14: Variación de las emisiones de CO₂, NO_x, partículas y consumo de energía para todo el transporte público

	Valor 2015	Valor 2005	Variación [%]
Consumo de energía (MWh)	67.236,84	82.390,47	-18,4 %
CO ₂ (ton)	18.806,72	22.090,86	-14,8 %
NO _x (ton)	98,15	180,53	-45,6 %
Partículas (ton)	0,86	6,73	-87,2 %

Sumando las emisiones de todo el transporte público, se puede comprobar que la situación del mismo ha sido de una reducción de un 14,8%, 45,6% y 87,2% para CO₂, NO_x y PM respectivamente.

4.2.3 ACCESOS A LA CIUDAD

Al igual que en el tráfico urbano y el transporte público en autobús, la cantidad de kilómetros recorrida en los accesos a la ciudad disminuyó de manera global, aunque en algunas zonas puntuales aumentara. El resultado del cálculo de kilómetros y su comparación con el año 2005 se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 15: Comparativa de kilómetros recorridos en los distintos accesos y autovías de la ciudad para 2015 y 2005.

	km 2015 [km]	km 2005 [km]	Variación [%]
A-2 hasta PLAZA	31.532.038,29	23.633.689,41	33,42
A-2 de PLAZA a AP-68	82.731.371,58	71.892.750,60	15,08
A-2 Ronda Norte	241.513.236,14	267.402.810,60	-9,68
A-23 Autovía Huesca	50.785.511,99	73.616.160,15	-31,01
A-68 Ctra. Castellón	61.560.205,22	45.231.460,65	36,10
A-68 Ctra. Logroño	25.864.500,06	111.868.848,54	-76,88
A-123 Montañana	5.173.053,75	7.626.981,60	-32,17
A-129 Villamayor	5.113.071,29	5.046.568,11	1,32
AP-68	24.531.368,22	21.704.967,36	13,02
N-126 Ctra. Miralbueno	5.199.760,80	5.548.916,88	-6,29
N-330 Ctra. Valencia	11.086.464,38	11.023.113,15	0,57
N-II Este Ctra. Barcelona	30.093.045,68	30.132.559,31	-0,13
N-II Oeste	7.685.848,80	4.835.204,64	58,96
PLAZA	15.036.939,68	17.765.838,45	-15,36
Z-40 Sur	64.793.087,06	26.150.456,03	147,77
Total	662.699.502,92	723.480.325,47	-8,40

A la disminución de kilómetros en las circunvalaciones hay que añadirle, al igual que en el transporte urbano, la modernización del parque móvil de Zaragoza. Estos dos factores hacen que globalmente las emisiones disminuyan. A continuación se muestran las emisiones totales de CO₂, NO_x, partículas y consumo de combustible y la comparativa con el año 2005.

Tabla 16: Variación de las emisiones de CO₂, NO_x, partículas y consumo de combustible para las circunvalaciones.

	Valor 2015 [t/año]	Valor 2005 [t/año]	Variación [%]
Consumo de combustible	52.555	58.484	-10,13
Emisiones de CO ₂	166.096,27	178.365	-6,88
Emisiones de NO _x	417	14.701	-97,17
Emisiones de Partículas	13	47	-71,86

Como se puede observar, existe una gran disminución en las emisiones de partículas y en las de NO_x. Las primeras son debidas a que los factores de emisión disminuyen considerablemente con las nuevas normativas EURO, mientras la disminución de las emisiones de NO_x es debida a que en el inventario de emisiones del 2005 se utilizó un factor de emisión de NO_x muy alto.

4.2.4 TRÁFICO AÉREO

Para el tráfico aéreo se requerían los movimientos de las aeronaves, que fueron proporcionados por el aeropuerto de Zaragoza. En comparación con las operaciones del 2005, el número disminuyó.

Tabla 17: Comparativa de los movimientos de aeronaves en el aeropuerto en 2015 y 2005.

Movimientos 2015	Movimientos 2005	Variación [%]
7.051	9.906	-28,82

Con los movimientos divididos por tipo de aeronave se pueden calcular las emisiones. Al igual que en el resto de apartados del sector movilidad, se van a mostrar los resultados de emisiones totales de CO₂, NO_x, partículas y consumo de combustible y su comparativa con el año 2005.

Tabla 18: Variación de las emisiones de CO₂, NO_x, partículas y consumo de combustible para el tráfico aéreo.

	Emisión 2015 [t/año]	Emisión 2005 [t/año]	Variación [%]
Consumo de combustible	3.955,2	-	-
CO ₂	12.354,46	25.755,6	-52,03
NO _x	62,6	82,22	-23,86
Partículas	0,33	-	-

La mayoría de emisiones disminuyen para el tráfico aéreo, pero hay alguna excepción debido a que se usan factores de emisión distintos en los dos inventarios.

4.3 SECTOR INSTITUCIONAL Y SERVICIOS PÚBLICOS

En el sector institucional y servicios se distinguen dos fuentes de emisión principalmente. Estas son las emisiones directas por el uso de combustibles fósiles y las emisiones indirectas generadas por el uso de electricidad. Los contaminantes analizados son: CO₂, CO, SO₂, NO_x, N₂O, COV, COVNM, CH₄, TSP, PM₁₀ y PM_{2.5}.

En la siguiente tabla se muestran los contaminantes CO₂, SO_x y NO_x procedentes de las emisiones directas.

Tabla 19. Emisiones del sector institucional y servicios públicos. Parte emisiones directas.

Categoría	CO ₂ [t/año]	SO ₂ [t/año]	NO _x [t/año]
Hoteles	4.617,27	0,12	6,01
Administración, Sociales y Culturales	1.632,36	0,66	1,90
Alumbrado Público	0,00	0	0
Bomberos	748,99	0,80	0,70
Deportes	2.343,40	0,86	2,77
Educación	15.080,10	2,69	18,80
Fuentes Ornamentales	0	0	0
General	444,63	0,27	0,49
Medioambiente	0	0,00	0
Parques y Jardines	15,24	0,02	0,01
Policia	809,46	0,02	1,05
Semáforos	0	0	0
Vialidad y Aguas	80,54	0	0,10
Universidad	3.192,82	0,16	4,13
Hospitales	15.204,68	0,38	19,79
Instalaciones Militares	5.265,69	5,38	4,99
Centros Religiosos	453,59	0,01	0,59
Centros Comerciales	1.170,69	0,03	1,52
Estación de autobuses y trenes	462,13	0,01	0,60
Cementerio	0	0	0
Edificios Bancarios	0	0	0
Flota municipal de vehículos	1.453		5,07
TOTALES	52.974,59	11,40	68,51

Las emisiones indirectas procedentes del uso de electricidad son las siguientes:

Tabla 20. Emisiones del sector institucional y servicios públicos. Parte emisiones indirectas.

Categoría	CO ₂ [t/año]	SO ₂ [t/año]	NOx [t/año]
Hoteles	9.337,99	102,25	20,09
Administración, Sociales y Culturales	6.618,39	72,47	14,24
Alumbrado Público	13.098,09	143,42	28,19
Bomberos	289,18	3,17	0,62
Deportes	3.663,49	40,11	7,88
Educación	6.830,03	74,78	14,69
Fuentes Ornamentales	486,83	5,33	1,048
General	1.139,52	12,48	2,45
Medioambiente	9,1	0,01	0,02
Parques y Jardines	265,54	2,91	0,57
Policía	1.054,97	11,55	2,27
Semáforos	309,04	3,38	0,67
Vialidad y Aguas	2.553,05	27,95	5,49
Universidad	6.452,73	70,65	13,89
Hospitales	15.633,3	171,18	33,64
Instalaciones Militares	6.935,97	75,95	14,93
Centros Religiosos	766,67	8,4	1,65
Centros Comerciales	7.485,60	81,96	16,10
Estación de autobuses y trenes	1.538,42	16,85	3,31
Cementerio	334,85	3,67	0,72
Edificios Bancarios	4.807,11	52,63	10,34
Flota municipal de vehículos	0	0	0
TOTALES	89.609,89	981,17	192,82

4.3.1 COMPARATIVA CON EL AÑO 2005. SECTOR INSTITUCIONAL Y SERVICIOS PÚBLICOS

La variación en el consumo de energía es la siguiente.

Tabla 21. Variación del consumo de energía con respecto al año 2005. Sector institucional y servicios públicos.

	Energía eléctrica [GJ/año]	Combustible [GJ/año]
Año 2005	931.294,61	770.434,04
Año 2015	1.167.881,68	895.558,35
Variación con respecto a 2005	25,40 %	16,24 %

Como se puede observar tanto el consumo de electricidad como el de combustibles han aumentado.

Sin embargo, si se comparan los datos de emisiones directas de CO₂ debidas al uso de combustibles fósiles, se observan los siguientes resultados.

Tabla 22. Variación de las emisiones directas de CO₂ con respecto al año 2005. Sector institucional y servicios públicos.

	CO ₂ [t/año]
Año 2005	65.704,98
Año 2015	52.974,59
Variación con respecto a 2005	-19,37 %

Se puede comprobar que las emisiones directas de CO₂ han disminuido a pesar de que el consumo de energía ha aumentado. Esto es debido a la disminución del consumo de gasoil usado, cuyos factores de emisión son mayores que en el gas natural.

Considerando la comparativa por habitante, se tiene los siguientes resultados:

Tabla 23. Variación de las emisiones directas de CO₂ y el consumo por habitante con respecto al año 2005. Sector industrial y servicios públicos.

	Energía eléctrica [GJ/año·hab]	Combustible [GJ/año·hab]	CO ₂ [t/año·hab]
Año 2005	1,439	1,19	0,1014
Año 2015	1,662	1,27	0,0754
Variación con respecto a 2005	15,49 %	6,7 %	-25,62 %

Como se puede observar, las emisiones per cápita en este sector han disminuido un 25,62 %.

4.4 SECTOR RESIDUOS

El sector residuos está dividido en cuatro subsectores. A continuación se mostrarán los resultados para cada subsector.

4.4.1 CREMACIONES

Las emisiones debidas a las cremaciones en el cementerio de Torrero son producidas por el proceso de incineración de los cuerpos y la combustión de gas natural. Ambos resultados se muestran desagregados a continuación. Al haberse tenido en cuenta numerosos contaminantes como las emisiones de Hg, Cd o Pb, solamente se van a mostrar los datos relativos a CO₂, SO_x y NO_x.

Tabla 24. Emisiones del sector residuos en 2015. Cremaciones.

	CO ₂ [t/año]	SO ₂ [t/año]	NO _x [t/año]
Proceso Cremación	-	0,120	2,46
Combustión	469,4	0,012	0,61
TOTAL	469,4	0,132	3,07

Las emisiones indirectas del cementerio de Torrero correspondientes al consumo de energía eléctrica se encuentran contabilizadas dentro del sector institucional y servicios públicos.

4.4.2 INCINERACIÓN DE LODOS DE DEPURADORA

La incineración de los lodos de depuradora de la EDAR de La Cartuja genera una serie de emisiones anuales. Estas emisiones son recogidas en la siguiente tabla.

Tabla 25. Emisiones del sector residuos en 2015. Incineración de lodos de depuradora.

CO ₂ [t/año]	SO ₂ [t/año]	NO _x [t/año]
15.302,98	205,01	36,61

4.4.3 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Las emisiones generadas en el proceso de tratamiento de las aguas residuales de Zaragoza se deben al propio tratamiento y a la valorización energética del biogás en la EDAR de La Almozara. Las emisiones totales en las EDAR de Zaragoza son las siguientes.

Tabla 26. Emisiones del sector residuos en 2015. Tratamiento de aguas residuales.

CO ₂ [t/año]	SO ₂ [t/año]	NO _x [t/año]
861,49	0,0079	2,13

Por otro lado, en las EDAR se utiliza energía eléctrica, con lo que van asociadas una serie de emisiones debidas a la generación de esta energía eléctrica. En la siguiente tabla se presentan las emisiones indirectas debidas a esta generación de energía eléctrica.

Tabla 27. Emisiones del sector residuos en 2015. Tratamiento de aguas residuales (Emisiones indirectas)

	Consumo [GJ/año]	CO ₂ [t/año]	SO ₂ [t/año]	NO _x [t/año]
EDAR La Almozara	2.388,24	183,25	2,01	0,39
EDAR La Cartuja	71.074,80	5453,47	59,71	11,74
TOTAL	73.463,04	5.636,71	61,72	12,13

4.4.4 VERTEDERO

En el vertedero se generan unas emisiones debido a la valorización energética del metano producido. Las emisiones por esta causa se recogen en la siguiente tabla.

CO ₂ [t/año]	SO ₂ [t/año]	NO _x [t/año]
9.618,77	0,088	23,78

4.4.5 COMPARATIVA CON EL AÑO 2005. SECTOR RESIDUOS

La comparativa entre los diferentes subsectores se realiza por separado. En la comparativa se considera la variación de la unidad funcional que se emplea para la aplicación de los factores de emisión.

Tabla 28. Variación de cuerpos incinerados en el cementerio de Torrero.

Cuerpos Incinerados	
Año 2005	3.000
Año 2015	2.979
Variación con respecto a 2005	-0,7%

En el caso de las cremaciones, el número de cremaciones no ha variado mucho con respecto al año 2005, con lo que las emisiones generadas por la incineración de cuerpos no variarán de manera significativa.

Sin embargo, en este inventario, también se han tenido en cuenta las emisiones generadas por la combustión de gas natural en los incineradores, mientras que en el cálculo de las emisiones del sector residuos del inventario de 2005 no fueron tenidas en cuenta.

Tabla 29. Variación de la cantidad de lodos incinerados y su efecto en las emisiones de CO₂.

	Lodos incinerados [t/año]	CO ₂ [t/año]	Lodos incinerados [kg/año·hab]	CO ₂ [kg/año·hab]
Año 2005	16.206	19.315	25,03	29,84
Año 2015	14.644	15.302	20,84	21,78
Variación con respecto a 2005	-9,6 %	-20,7 %	-16,7 %	-27 %

Con relación a las emisiones generadas en el tratamiento de aguas residuales, la metodología CORINAIR utilizada en este inventario reconoce solamente un contaminante, los Compuestos Orgánicos Volátiles No Metano (COVNM).

Sin embargo las *Directrices del IPCC*⁵, señalan que también se producen emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. En este mismo documento, se aconseja no tener en cuenta las emisiones de CO₂, ya que son de carácter biogénico.

⁵ http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf

Además, en el caso del CH₄, se realiza una valorización energética en la EDAR de La Almozara, que es la que cuenta con digestores anaerobios para la estabilización de los fangos, con lo que no se ha tenido en cuenta el CH₄ emitido, si no que se han de tener en cuenta las emisiones asociadas a la valorización energética.

En el caso de quemar CH₄ en la antorcha, según las *Directrices del IPCC*, las emisiones de CO₂ son de carácter biogénico, con lo que no han de tenerse en cuenta en el inventario. Por otro lado, las emisiones de N₂O se dan en las EDAR que cuentan con etapas de nitrificación-desnitrificación. Las EDAR de La Cartuja y La Almozara no cuentan con este tipo de tratamiento.

Al haberse utilizado metodologías muy distantes en el tiempo y diferentes entre sí, los factores de emisión y los contaminantes evaluados no son los mismos, con lo que las emisiones derivadas del tratamiento de aguas residuales no son comparables entre ambos inventarios.

Por último, las emisiones derivadas del tratamiento de residuos en el vertedero de Zaragoza son debidas a la digestión anaerobia que se produce en este. Actualmente, se cuenta con un sistema de valorización energética en el cual se utiliza el biogás procedente de la digestión anaerobia para la producción de energía. Este sistema no estaba instalado en el año 2005, de tal forma que los contaminantes emitidos en ambos inventarios son distintos.

Si se comparan las emisiones de CO₂, se puede observar una tendencia decreciente en la emisión de CO₂. Cabe recordar que esta gran disminución es debida a las nuevas instalaciones del vertedero.

Tabla 30. Variaciones de las emisiones de CO₂ procedentes de vertedero.

	CO ₂ emitido [t/año]	CO ₂ emitido [kg/año·hab]
Año 2005	43.000	66,42
Año 2015	9.618	13,69
Variación con respecto a 2005	-77 %	-79 %

A pesar de haber categorías que no son comparables debido a los distintos métodos aplicados, se ha realizado una comparativa de las emisiones de CO₂ totales y por persona entre los dos inventarios.

	CO ₂ emitido [t/año]	CO ₂ emitido [kg/(año·hab)]
Año 2005	92.455	142,82
Año 2015	71.197	101,36
Variación con respecto a 2005	-23%	-29 %

Como se puede observar, las emisiones de CO₂ en el año 2015 disminuyen tanto en valor absoluto como en valor per cápita.

4.5 SECTOR INDUSTRIAL

En la siguiente tabla se muestran los valores de CO₂, SO_x y NO_x correspondientes a los procesos de combustión.

Tabla 31. Emisiones del sector industrial en 2015. Parte Combustión.

Consumo energía Industrial [kWh]	CO ₂ [t/año]	SO _x [t/año]	NO _x [t/año]
3.350.103.767	679.869,52	11,8	929,52

Los valores de los mismos contaminantes correspondientes a los procesos industriales se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 32. Emisiones del sector industrial en 2015. Parte Proceso.

CO ₂ [t/año]	SO ₂ [t/año]	NO _x [t/año]
167.028,73	329,12	1720,55

Para finalizar, se muestran los valores de los contaminantes asociados a la generación de energía eléctrica.

Tabla 33. Emisiones del sector industrial en 2015. Parte electricidad.

Consumo electricidad Industrial [kWh]	CO ₂ [t/año]	SO _x [t/año]	NO _x [t/año]
1.049.792.689	289.976,74	3.175,07	624

4.5.1 COMPARATIVA CON EL AÑO 2005. SECTOR INDUSTRIAL

En este sector el consumo de energía ha aumentado con respecto al año 2005. En cuanto a las emisiones de CO₂ se observa un aumento mayor que en el caso del consumo de energía. Esto se debe a que en el inventario del año 2005 se empleó un factor de emisión medio utilizado para los procesos de combustión es menor que el utilizado en el presente inventario y sugerido por las Directrices IPCC⁶.

Este factor de emisión medio relativamente bajo puede ser debido al uso de libros de registro de emisiones. A continuación se muestran las variaciones en cuanto a los consumos de energía y emisiones CO₂ para los focos de combustión, tanto las totales como por persona.

Además en la comparativa se muestra la variación con respecto a 2005 empleando los mismos factores de emisión.

⁶http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf

Tabla 34. Variación del consumo de energía y de las emisiones por combustión en la industria.

	Energía combustión [GJ/año]	CO ₂ [t/año]	Energía combustión [GJ/año·hab]	CO ₂ [kg/año·hab]
Año 2005	11.255.054,68	515.901,23	17,39	796,91
Año 2015 (Factor de emisión IPCC)	12.060.373,56	679.869,51	17,17	967,89
Año 2015 (Factor de emisión utilizado en 2005)	12.060.373,56	552.814,87	17,17	787
Variación con respecto a 2005 (Factor de emisión IPCC)	7,16%	31,78%	-1,26%	21,46%
Variación con respecto a 2005 (Factor de emisión 2005)	7,16%	7,16%	-1,26%	-1,26%

Como se puede observar, aunque el total de energía consumida ha sido mayor, la cifra de energía consumida por persona disminuye ligeramente con respecto al inventario del año 2005. Además, la variación en las emisiones de CO₂ per cápita también disminuye.

Como las emisiones correspondientes a los procesos industriales han sido calculadas a partir del aumento del consumo de energía final, las emisiones se han supuesto un 7,16 % superior a las del año 2005.

Considerando tanto las emisiones procedentes de los focos de combustión como de los procesos industriales, la variación de las emisiones de CO₂ es la siguiente:

Tabla 35. Variación de las emisiones directas de CO₂ en el sector industrial.

	Emisión CO ₂ [t/año]	Emisión CO ₂ [kg/año·hab]
Año 2005	671.755,44	1.038,66
Año 2015	846.898,25	1.205,68
Variación con respecto a 2005	26,07 %	16,08 %

A pesar de que las emisiones totales han aumentado un 26 %, un análisis de las emisiones per cápita indica que este aumento es de un 16,08 %.

Analizando el consumo de electricidad se tienen los siguientes resultados:

Tabla 36. Variación del consumo de electricidad en el sector industrial

	Consumo de electricidad [GJ/año]	Consumo de electricidad [GJ/año·hab]
Año 2005	3.620.250,8	5,59
Año 2015	3.779.254	5,38
Variación con respecto a 2005	4,39 %	-3,76 %

Como se ha comprobado en la comparativa entre inventarios, se ha producido un aumento en el consumo total de energía eléctrica. Sin embargo, si se tiene en cuenta el consumo de energía eléctrica por persona, la energía eléctrica consumida por habitante ha disminuido.

La comparativa con las emisiones generadas por el consumo de electricidad de las industrias en el año 2005 no puede llevarse a cabo debido a que en ese inventario se realizó una clasificación distinta en el cálculo de las emisiones indirectas.

4.6 SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO

Las emisiones del sector agrícola y ganadero se exponen a continuación. Se van a presentar separadas en las mismas categorías mostradas en la sección metodología.

4.6.1 APLICACIÓN DE ABONO INORGÁNICO EN SECANO Y REGADÍO

Como se ha explicado en la sección metodología, los factores de emisión dependen del número de hectáreas cultivadas. Conociendo la extensión de los cultivos en Zaragoza se han podido calcular las emisiones de NH₃, NO, COVNM, PM₁₀, PM_{2,5} y TSP. Para la aplicación de los factores de emisión se distingue por la siguiente tipología de cultivo: secano y en regadío.

Tabla 37. Emisiones del sector agrícola y ganadero. Aplicación de abono inorgánico en secano y regadío.

	NH ₃ [t/año]	NO [t/año]	N ₂ O [t/año]	NMVOC [t/año]	PM ₁₀ [t/año]	PM _{2,5} [t/año]	TSP [t/año]
Secano	34,31	27,45	6,86	6,76	12,26	0,47	12,26
Regadío	39,3	31,44	7,86	8,25	14,96	0,58	14,96
TOTAL	73,62	58,89	14,72	15,01	27,23	1,05	27,23

4.6.2 FERMENTACIÓN ENTÉRICA

Para llevar a cabo el cálculo de las emisiones de metano debidas a la fermentación entérica se ha requerido conocer las poblaciones promedio anuales de cada tipo de ganado. Con ello se obtuvieron las siguientes emisiones.

Tabla 38. Emisiones de CH₄ del sector agrícola y ganadero. Fermentación entérica.

	CH ₄ [t/año]
Bovino	301,69
Ovino	44,56
Caprino	5,47
Porcino	8,95
Equino	2,41
Aves (Excepto avestruces)	0
Conejas madres	0
Colmenas	0
TOTAL	363,08

4.6.3 GESTIÓN DEL ESTIÉRCOL.

La gestión del estiércol generado por el ganado de la ciudad de Zaragoza puede causar distintos tipos de emisión de contaminantes. En este inventario, han sido tenidos en cuenta las emisiones de NH₃, NO₂, COVNM, TSP, PM₁₀, PM_{2,5} y CH₄.

Tabla 39. Emisiones del sector agrícola y ganadero. Gestión del estiércol.

	NH ₃ [t/año]	NO ₂ [t/año]	COVNM [t/año]	TSP [t/año]	PM ₁₀ [t/año]	PM _{2,5} [t/año]	CH ₄ [t/año]
Bovino	79,29	0,021	48,31	3,39	1,55	1,024	74,4
Ovino	3,34	0,045	1,55	0,78	0,33	0,11	1,56
Caprino	0,66	0,0088	0,68	0,15	0,066	0,022	0,22
Porcino	39,97	0,012	3,29	6,26	0,84	0,036	53,7
Equino	1,17	0,027	1,04	0,064	0,03	0,019	0,31
Aves (Excepto avestruces)	31,47	0,16	13,35	9,064	2,77	0,25	2,45
Conejas madres	0	0	0	0	0	0	0
Colmenas	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	155,9	0,27	68,22	19,72	5,59	1,46	132,64

4.6.4 COMPARATIVA CON EL AÑO 2005. SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO.

En el siguiente cuadro se muestra la comparativa entre hectáreas consideradas en ambos inventarios.

Tabla 40. Variación de hectáreas cultivadas con respecto a 2005.

Cultivos	Hectáreas 2005	Hectáreas 2015	Variación
Herbaceo seco	10.904	7652,700	-29,82%
Leñoso seco	493	223,550	-54,66%
Herbaceo regadio	12.559	8991,420	-28,41%
Leñoso regadio	779	644,780	-17,23%
TOTALES	24.735	17.512,45	-29,2%

Como se puede observar, ha disminuido el número de hectáreas cultivadas en el municipio de Zaragoza en torno al 30%. Por este motivo, tal y como se recoge en la tabla 51 las emisiones de NH₃ han disminuido también en un factor similar. El resto de contaminantes no fueron contabilizados en el inventario anterior.

Tabla 41. Variaciones en las emisiones de NH₃ para la aplicación de abono inorgánico con respecto al año 2005.

	Año 2005 [t/año]	Año 2015 [t/año]	Variación
NH₃	110,18	73,62	-33,18%

Por otro lado, la generación de metano correspondiente a la fermentación entérica del ganado ha aumentado considerablemente. Esto se debe a que en el actual inventario, se han considerado todas las especies de ganado presentes en el censo agrario actual, mientras que en el anterior estudio realizado en 2005 únicamente fue tenido en cuenta el ganado porcino.

Si se compara solamente el ganado porcino de ambos inventarios, se puede observar que las emisiones son menores actualmente. Esto es debido a que la población anual promedio actual es menor que la considerada en el año 2005, mientras que el factor de emisión utilizado para ambos inventarios es el mismo.

Tabla 42. Variación del ganado porcino y de sus emisiones de CH₄ por fermentación entérica con respecto al año 2005.

	Población promedio anual considerada [cabezas de ganado porcino]	CH ₄ porcino [t/año]
Año 2005	9.000	13,5
Año 2015	5.966	8,95
Variación con respecto a 2005	-33,71%	-33,7%

Cabe destacar que el ganado porcino no es la principal fuente de generación de emisiones por fermentación entérica sino que éste es el ganado bovino, con un valor de emisión 40 veces superior al del ganado porcino.

Por último, en cuanto a las emisiones por la gestión del abono, en el inventario del año 2005 solo se tuvieron en cuenta las emisiones de metano, con lo que el resto de contaminantes no son comparables. Las emisiones de CH₄ relacionadas con la gestión del abono han aumentado, principalmente debido a que son tenidas en cuenta una cantidad superior de especies de ganado. Al igual que para la fermentación entérica, se pueden comparar los resultados referentes al ganado porcino. Al tenerse en cuenta una menor cantidad de ganado porcino y considerar un factor de emisión de metano similar (en el inventario de 2005 se utilizó un valor de 10 kg/cabeza por los 9 kg/cabeza de 2015), las emisiones de CH₄ generadas por la gestión de abono del ganado porcino han disminuido.

Tabla 43. Variación de las emisiones de CH₄ por gestión del abono del ganado porcino con respecto a 2005.

	CH ₄ porcino [t/año]
Año 2005	90
Año 2015	53,7
Variación con respecto a 2005	-40,3%

4.7 TODOS LOS SECTORES

4.7.1 SECTOR RESIDENCIAL

Tabla 44: Resumen del sector residencial

	energía eléctrica		combustibles		Emisiones indirectas		Emisiones directas	
					CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂
	MWh/año	MWh/hab*año	MWh/año	MWh/hab*año	t/año	kg/hab*año	t/año	kg/hab*año
2005	947.567	1,46	1.574.291	2,43	132.896	0,20	400.081	0,61
2015	898.924	1,28	1.866.855	2,65	101.679	0,14	403.061	0,57
variación	-5,1 %	-12,3 %	+18,5 %	+ 9 %	-23,4 %	-30 %	+0,7 %	-6,5%

4.7.2 SECTOR MOVILIDAD

Tabla 45: Resumen del sector movilidad

Tráfico urbano				
	Km	Combustible (t)	tCO ₂ /año	kg/hab*año
2005	978.101	90.089	275.213	0,42
2015	900.851	61.515	194.525	0,27
variación	-7,9%	-31,7 %	-29,3 %	-34 %
Transporte público				
	Km	Energía (MWh)	tCO ₂ /año	kg/hab*año
2005	19.879.092	82.390	22.090	0,034
2015	19.115.931	67.236	18.806	0,026
variación	-3,8 %	-18,4 %	-14,8 %	-21,2 %
Accesos a la ciudad				
	Km	Combustible (t)	tCO ₂ /año	kg/hab*año
2005	723.480.325	58.487	178.365	0,27
2015	662.699.502	52.555	166.096	0,24
variación	-8,4 %	-10,13 %	-6,9 %	-12,4 %
Total				
	tCO ₂ /año		kg/hab*año	
2005	475.668		0,73	
2015	379.427		0,54	
variación	-20,2%		-26 %	

4.7.3 SECTOR INSTITUCIONAL Y SERVICIOS PÚBLICOS

Tabla 46. Resumen del sector institucional y servicios públicos

	energía eléctrica		combustibles		Emisiones indirectas		Emisiones directas	
					CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂
	GJ/año	GJ/hab*año	GJ/año	GJ/hab*año	t/año	kg/hab*año	t/año	kg/hab*año
2005	931.294,61	1,44	770.434,04	1,19	71.457	110	65.704,98	0,101
2015	1.167.881,68	1,66	895.558,95	1,27	89.609	127	52.974,59	0,075
variación	25,40 %	15,49 %	16,24 %	6,72 %	16,16%	15,45%	-19,37%	-25,74%

4.7.4 SECTOR RESIDUOS

Tabla 47. Resumen del sector residuos

	cremaciones			
	cantidad	CO ₂	cantidad	CO ₂
	udes	t/año	udes/hab*año	kg/hab*año
2005	3.000		4,63E-03	
2015	2.979	469	4,24E-03	0,00
variación	-0,70%		-8,48%	
	lodos incinerados			
	cantidad	CO ₂	cantidad	CO ₂
	t/año	t/año	kg/hab*año	kg/hab*año
2005	16.206	19.315	25,03	29,84
2015	14.644	15.302	20,84	21,78
variación	-9,6%	-20,7%	-16,7%	-27%
	tratamiento de aguas			
	CO ₂	CO ₂		
	t/año	kg/hab*año		
2005	30.140	46,56		
2015	861	1,23		
variación	-97,14%	-97,37%		
	vertedero			
	CO ₂	CO ₂		
	t/año	kg/hab*año		
2005	43.000	66,42		
2015	9.619	13,69		
variación	-77,63%	-79,38%		
	Total			
	CO ₂	CO ₂		
	t/año	kg/hab*año		
2005	92.455	142,82		
2015	71.197	101,36		
variación	-22,99%	-29,03%		

4.7.5 INDUSTRIAL

Tabla 48. Resumen del sector industrial

					Emisiones indirectas		Emisiones directas	
	energía eléctrica		combustibles		CO ₂	CO ₂	CO ₂	CO ₂
	GJ/año	GJ/hab*año	GJ/año	GJ/hab*año	t/año	kg/hab*año	t/año	kg/hab*año
2005	3.620.250	5,59	11.255.054	17,39	277.776	429	671.755	1.038
2015	3.779.254	5,38	12.060.373	17,17	289.976	413	846.898	1.206
variación	4,39%	-3,79%	7,16%	-1,24%	4,39%	-3,79%	26,07%	16,19%

4.7.6 AGRÍCOLA Y GANADERO

Tabla 49. Resumen del sector agrícola y ganadero

	Aplicación de abono inorgánico				
	Herbáceo seco	Leñoso seco	Herbáceo regadío	Leñoso regadío	NH ₃
	ha	ha	ha	ha	(t/año)
2005	10.904,00	493,00	12.559,00	779,00	110
2015	7.652,70	223,55	8.991,42	644,78	74
variación	-29,82%	-54,66%	-28,41%	-17,23%	-33,18%
	Fermentación entérica				
	porcino	CH ₄			
	udes	t/año			
2005	9.000	13,50			
2015	5.966	8,95			
variación	-33,71%	-33,70%			
	Gestión del estiércol				
	porcino	CH ₄			
	udes	t/año			
2005	9.000	90,00			
2015	5.966	53,70			
variación	-33,71%	-40,33%			

5 SECTORES PAES

Para poder ver la evolución de las emisiones de forma global y comprobar si su tendencia está alineada con los objetivos establecidos dentro del programa Pacto de Alcaldes, se muestra a modo resumen su evolución de las emisiones de CO₂ en los años 2005 y 2015. Los sectores PAES son: Movilidad, Residencial y Servicios Públicos. En la siguiente tabla se muestra su evolución:

Tabla 50. Evolución de las emisiones de CO₂ y comparación con el PAES de Zaragoza

	Emisión 2015 [t/año]	Emisión 2005 [t/año]	Variación [%]
Residencial	504.740	532.977	-5,3 %
Transporte y movilidad	379.427	475.668	-20,2 %
Residuos	26.251	92.455	-71 %
Servicios municipales	52.974	65.704	-19,3 %

Considerando la evolución de población de la ciudad, desde el año 2005 al 2015 la evolución del indicador tonCO₂/hab y año es la siguiente.

Tabla 51. Evolución de las emisiones de CO₂ en los sectores Residencial y Movilidad

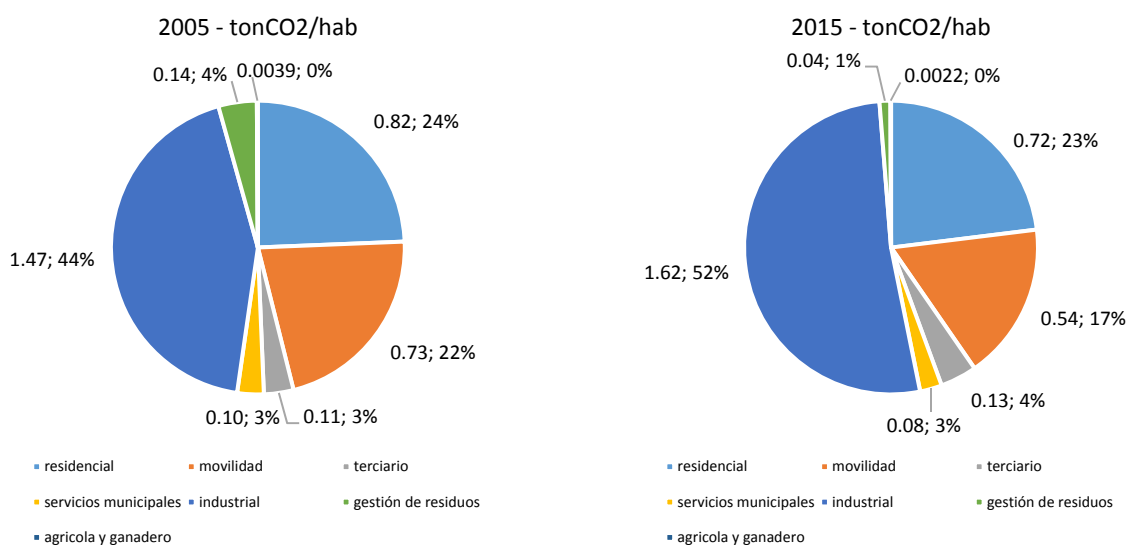
	Emisión 2015	Emisión 2005	Variación [%]
Emisiones per cápita (tCO ₂ /hab*año)	1,37	1,8	-23,9 %
Emisiones totales (tCO ₂ /año)	963.392	1.166.804	-17,4 %

Considerando los sectores PAES se puede afirmar que se ha producido una reducción de emisiones de CO₂ per cápita de un 23,9 % y considerando el total de la población de un 17,4 %.

A la vista de los resultados se puede concluir como los datos de los sectores PAES están alineados con el cumplimiento de los objetivos del Pacto de Alcaldes.

6 RESUMEN Y CONCLUSIONES

En la siguiente figura se muestra una comparativa de las emisiones de CO₂ per cápita de todos los sectores de la ciudad. En el caso del sector Institucional y servicios públicos, los valores se muestran desagregados por terciario y servicios municipales. Esta desagregación se realiza para poder hacer una comparativa con los valores del año 2005. En ambos gráficos se consideran las emisiones directas de CO₂ más las correspondientes a la generación eléctrica. La situación de partida es el año 2005 y la situación final el año 2015. Para la inclusión del sector agrícola y ganadero en esta comparativa se han considerado los factores de conversión de NH₃ y CH₄ a CO₂-eq de 2,98⁷ CO₂-eq y 21⁸ CO₂-eq respectivamente.



*Evolución de las emisiones de CO₂ per cápita (ton/CO₂*hab), desagregado por sector en la ciudad de Zaragoza*

Comparando ambos años se puede comprobar como el sector industrial ha aumentado sus emisiones per cápita desde 1,47 a 1,62 tonCO₂/año. Este aumento ha supuesto también un aumento en la contribución en las emisiones sobre el total de los sectores, pasando de un 44 % a un 52 %. En ese aumento conviene destacar que ciertos desarrollos de polígonos industriales como Pla-Za no habían sido inaugurados aun en el anterior inventario.

El sector residencial es el segundo sector por contribución sobre el total, las emisiones per cápita en este sector han bajado de 0,82 tonCO₂/año a 0,72 tonCO₂/año y su contribución sobre el total pasa de un 24 % a un 23 %.

El sector movilidad ha sufrido una gran reducción de las emisiones pasando de 0,73 tonCO₂/año a 0,54 tonCO₂/año y su contribución sobre el total ha pasado de un 22 % a un 17 %.

El sector servicios municipales ha descendido levemente desde 0,10 tonCO₂/año a 0,08 tonCO₂/año como consecuencia de las medidas de incremento de la eficiencia energética en las instalaciones municipales. Por otro lado en el caso del sector terciario las emisiones han aumentado desde 0,11 hasta 0,13 tonCO₂/año.

⁷ Propuesto por <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2012/3002/3002.pdf>

⁸ Guía para la elaboración de PAES. http://www.pactodelosalcaldes.eu/index_es.html

El sector residuos ha descendido desde 0,14 tonCO₂/año a 0,04 tonCO₂/año pasando de contribuir un 4 % a un 1 % sobre el total.

Para finalizar el sector agrícola y ganadero ha reducido sus emisiones aunque no es de gran importancia la cifra final pues su contribución sobre el total es inferior al 1 %.

Teniendo en cuenta las emisiones totales y no per cápita se tienen los siguientes valores.

Tabla 52: Emisiones totales en todos los sectores

Sector	2005 (tCO₂)	2015 (tCO₂)	Variación (%)
Residencial	532.977	504.740	-5,3 %
Movilidad	475.668	379.427	-20,2 %
Terciario	69.527	88.156	26,8 %
Servicios municipales	65.704	52.974	-19,3 %
Industrial	949.531	1.136.874	19,7 %
Gestión de residuos	92.455	26.251	-71,6 %
Agrícola y ganadero	2.501	1.536	-38,5 %
Todos los sectores	2.188.363	2.189.958	0,07 %
Sectores PAES	1.166.804	963.392	-17,4 %

Las principales causas que han contribuido a la reducción de emisiones en los sectores estudiados son las siguientes:

➤ Industrial:

En el aumento juega un papel importante que con posterioridad a 2005 se inauguró la Plataforma Logística Pla-Za.

➤ Servicios municipales:

El descenso en este sector se debe a la aplicación de medidas de ahorro y eficiencia energética promovidas en la gran mayoría de los edificios e instalaciones municipales.

➤ Terciario:

El aumento es debido al crecimiento del número de hoteles y centros comerciales de la ciudad principalmente.

➤ Residuos:

El descenso se debe principalmente a la construcción del CTRUZ y la puesta en funcionamiento de los procesos de biometanización, compostaje y depuración de lixiviados. Además destaca la puesta en funcionamiento de los sistemas de valoración energética en las EDAR. Finalmente es también destacable que la cantidad de lodos incinerados tiene una tendencia descendente, y del 2005 al 2015 ha descendido un 9,6 %.

➤ Agrícola y ganadero:

El descenso se produce por la disminución de la superficie de cultivo un y el número de cabezas de porcino entre el año 2005 y 2015 un 29 % y un 33 % respectivamente.

A la vista de los resultados recogidos por el presente inventario se puede afirmar que la tendencia que siguen las emisiones contaminantes es decreciente.

*Las emisiones per cápita de CO₂ considerando **todos los sectores** analizados y tanto emisiones directas como indirectas han pasado de 3,38 t CO₂ a 3,12 t CO₂, reduciéndose un 7,7 %.*

Considerando solamente los sectores PAES, las emisiones per cápita en el año 2015 han descendido un 23,9 % respecto al año 2005 y de forma total un 17,4 %, siendo razonable que se alcance el objetivo de fijado por el Pacto de Alcaldes de reducir las emisiones totales un 21 % para el 2020.

Dada la contribución de los sectores industrial (52 %), residencial (23 %) y movilidad (17 %) se recomienda dirigir las políticas de ahorro, eficiencia energética y promoción de fuentes renovables en dichos sectores para continuar con la tendencia decreciente.

7 LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Poblaciones tenidas en cuenta para la comparativa por habitante.....	5
Tabla 2: Variación del consumo de energía en comparación con 2005.	6
Tabla 3: Comparación de las emisiones de CO ₂ por barrio con el año 2005 – (Aproximación Abajo-Arriba).....	6
Tabla 4: Variación de las emisiones totales en la ciudad de Zaragoza.....	7
Tabla 5. Variación del consumo eléctrico entre 2015 y 2005.	8
Tabla 6. Emisiones derivadas del uso de electricidad en el sector residencial.	8
Tabla 7: Comparación de las emisiones (directas e indirectas) del sector residencial en los años 2015 y 2005.....	8
Tabla 9: Variación de kilómetros de tráfico urbano entre 2015 y 2005.	9
Tabla 10: Comparación entre el parque móvil de 2015 y 2005.	9
Tabla 11: Variación de las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas y consumo de combustible para el transporte urbano.	10
Tabla 12: Variación de los kilómetros recorridos por el transporte público entre 2015 y 2005.....	11
Tabla 13: Variación de las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas y consumo de combustible para los autobuses urbanos.....	11
Tabla 14: Variación de las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas y consumo de energía para tranvías.....	11
Tabla 15: Variación de las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas y consumo de energía para todo el transporte público.....	11
Tabla 16: Comparativa de kilómetros recorridos en los distintos accesos y autovías de la ciudad para 2015 y 2005.....	12
Tabla 17: Variación de las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas y consumo de combustible para las circunvalaciones.	12
Tabla 18: Comparativa de los movimientos de aeronaves en el aeropuerto en 2015 y 2005... ..	13
Tabla 19: Variación de las emisiones de CO ₂ , NO _x , partículas y consumo de combustible para el tráfico aéreo.....	13
Tabla 20. Emisiones del sector institucional y servicios públicos. Parte emisiones directas.....	15
Tabla 21. Emisiones del sector institucional y servicios públicos. Parte emisiones indirectas... ..	16
Tabla 22. Variación del consumo de energía con respecto al año 2005. Sector institucional y servicios públicos.	16
Tabla 23. Variación de las emisiones directas de CO ₂ con respecto al año 2005. Sector institucional y servicios públicos.	17
Tabla 24. Variación de las emisiones directas de CO ₂ y el consumo por habitante con respecto al año 2005. Sector industrial y servicios públicos.	17
Tabla 25. Emisiones del sector residuos en 2015. Cremaciones.....	18
Tabla 26. Emisiones del sector residuos en 2015. Incineración de lodos de depuradora.	18
Tabla 27. Emisiones del sector residuos en 2015. Tratamiento de aguas residuales.....	18
Tabla 28. Emisiones del sector residuos en 2015. Tratamiento de aguas residuales (Emisiones indirectas).....	18
Tabla 29. Variación de cuerpos incinerados en el cementerio de Torrero.....	19
Tabla 30. Variación de la cantidad de lodos incinerados y su efecto en las emisiones de CO ₂ . ..	19
Tabla 31. Variaciones de las emisiones de CO ₂ procedentes de vertedero.....	20
Tabla 32. Emisiones del sector industrial en 2015. Parte Combustión.....	21
Tabla 33. Emisiones del sector industrial en 2015. Parte Proceso.....	21

Tabla 34. Emisiones del sector industrial en 2015. Parte electricidad.....	21
Tabla 35. Variación del consumo de energía y de las emisiones por combustión en la industria.	22
Tabla 36. Variación de las emisiones directas de CO ₂ en el sector industrial.	22
Tabla 37. Variación del consumo de electricidad en el sector industrial.....	22
Tabla 38. Emisiones del sector agrícola y ganadero. Aplicación de abono inorgánico en secano y regadío.	23
Tabla 39. Emisiones de CH ₄ del sector agrícola y ganadero. Fermentación entérica.	23
Tabla 40. Emisiones del sector agrícola y ganadero. Gestión del estiércol.	24
Tabla 41. Variación de hectáreas cultivadas con respecto a 2005.	24
Tabla 42. Variaciones en las emisiones de NH ₃ para la aplicación de abono inorgánico con respecto al año 2005.....	24
Tabla 43. Variación del ganado porcino y de sus emisiones de CH ₄ por fermentación entérica con respecto al año 2005.....	25
Tabla 44. Variación de las emisiones de CH ₄ por gestión del abono del ganado porcino con respecto a 2005.....	25
Tabla 45: Resumen del sector residencial.....	26
Tabla 46: Resumen del sector movilidad	26
Tabla 47. Resumen del sector institucional y servicios públicos.....	27
Tabla 48. Resumen del sector residuos.....	27
Tabla 49. Resumen del sector industrial	28
Tabla 50. Resumen del sector agrícola y ganadero.....	28
Tabla 51. Evolución de las emisiones de CO ₂ y comparación con el PAES de Zaragoza	29
Tabla 52. Evolución de las emisiones de CO ₂ en los sectores Residencial y Movilidad	29
Tabla 53: Emisiones totales en todos los sectores.....	31

