



ANEXO 3

### ANEXO 3. METODOLOGÍA INDICADOR A2

La población considerada para los cálculos referidos a los miembros de la RECC (29.371.315 habitantes; 62,36% sobre la población española) incluye a los municipios y, en el caso de la existencia de una entidad supranacional (Diputación, Cabildo, etc.) en esa provincia, se ha tenido en cuenta el número de habitantes incluidos en esa entidad supranacional, excluyendo los municipios de esa provincia para evitar doble contabilidad.

- **ENERGÍA:**

Para el cálculo de las emisiones derivadas del sector energético a nivel municipal se han tomado los consumos de electricidad a nivel provincial para los sectores primario, residencial, terciario (comercio, hostelería, servicios y administraciones públicas) y transporte por carretera según los datos ofrecidos por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Periodo 2013-2016.

A partir de los datos a nivel provincial de población del INE, se ha obtenido el ratio MWh/habitante de cada provincia, el cual se ha aplicado sobre la población de los miembros de la RECC.

Los cálculos para el sector de la energía también incluyen otras subcategorías a parte de la electricidad, incluyendo gas natural, carbón y combustibles líquidos (GLP, gasolina, gasóleo y fueloil). En este caso, se ha tomado como principal fuente de información los consumos facilitado por el IDAE para los sectores de industria, carretera, agricultura, comercio, servicios, administraciones públicas y sector residencial. Periodo 2010-2018.

Posteriormente, se han ajustado los datos entre 2005-2010, siguiendo el tendencial de emisiones GEI del inventario nacional para facilitar la comparación, al no poder acceder a las fuentes originales referidas en informes anteriores.

Cabe destacar que para el consumo de combustibles líquidos en el transporte por carretera se ha aplicado un factor de corrección del 50,2%<sup>1</sup> sobre el total, ya que se han considerado las emisiones de ámbito urbano (36,6%) y ámbito intermedio (13,6%), excluyendo las asociadas a las vías de alta velocidad.

---

<sup>1</sup> [http://carreteros.org/planificacion/2010/2010\\_2.pdf](http://carreteros.org/planificacion/2010/2010_2.pdf)

Tabla 1. Emisiones desglosadas para el sector de la energía 2005-2018

Subsector	Electricidad (t CO <sub>2</sub> e)	Gas natural (t CO <sub>2</sub> e)	Carbón (t CO <sub>2</sub> e)	Combustibles líquidos (t CO <sub>2</sub> e)	Total energía (t CO <sub>2</sub> e)
Año					
2005	43.508.021,77	24.898.041,60	6.085.187,87	46.719.434,71	121.210.685,96
2006	42.291.116,11	24.201.651,22	5.499.732,38	45.412.706,84	117.405.206,55
2007	43.106.699,53	24.668.379,63	5.916.946,82	46.288.490,08	119.980.516,07
2008	39.847.260,57	22.803.122,52	5.916.946,82	42.788.465,50	111.355.795,40
2009	35.587.230,98	20.365.264,18	3.744.544,78	38.213.994,72	97.911.034,66
2010	33.662.005,22	19.263.528,24	4.250.501,89	36.146.664,25	93.322.699,59
2011	33.980.160,47	19.346.654,44	5.006.318,92	33.482.499,11	91.815.632,94
2012	32.975.779,50	20.737.507,06	3.914.589,52	29.944.804,37	87.572.680,44
2013	29.958.057,28	20.997.870,41	4.759.399,25	31.306.204,58	87.021.531,51
2014	26.606.097,52	20.317.032,53	4.007.012,71	30.862.146,19	81.792.288,95
2015	36.085.360,81	18.782.208,21	4.068.855,46	31.932.004,82	90.868.429,30
2016	30.337.138,94	19.530.094,23	3.704.948,70	32.501.106,43	86.073.288,30
2017	32.145.991,11	19.631.660,49	4.245.341,44	32.832.675,03	88.855.668,06
2018	31.530.792,68	20.758.194,99	3.828.964,25	33.370.847,07	89.488.798,99

Fuente: Elaboración propia

- **AGRICULTURA (ganadería y suelos agrícolas):**

Para la estimación de las emisiones procedentes de la ganadería se requiere tener el número de cabezas de ganado. Para ello, se ha partido del inventario de cabezas de ganado del INE<sup>2</sup>, con datos a nivel municipal actualizados a 2009. A partir de dicho inventario, se obtiene el porcentaje de cabezas de ganado bovino, porcino, caprino y ovino que representaban en el año 2009 los municipios de la red con respecto al número de cabezas de ganado a nivel provincial.

En la página del MITERD<sup>3</sup>, se recoge un inventario de cabezas de ganado a nivel provincial desde el año 2006 hasta el 2018, con las categorías de ovino, bovino, porcino y caprino:

Con el porcentaje de cabezas de ganado que representan los municipios de la RECC con respecto a la provincia a la que pertenecen derivado de los datos del INE y la evolución del mismo dato a nivel provincial del MITERD, se estiman las cabezas de ganado de los municipios pertenecientes a la RECC para el periodo 2010-2018.

Una vez obtenidas las cabezas de ganado, se estiman las emisiones siguiendo las directrices del IPCC (2006 y la actualización del 2019 en algunos campos). Se consideran tres clases de

<sup>2</sup>[https://www.ine.es/dynqs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica\\_C&cid=1254736176851&menu=ultiDatos&idp=1254735727106](https://www.ine.es/dynqs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176851&menu=ultiDatos&idp=1254735727106)

<sup>3</sup> <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-ganaderas/#ancla5>

emisiones en relación con las actividades ganaderas: las emisiones de metano a partir de la fermentación entérica, las emisiones de metano producidas por la gestión del estiércol y las emisiones de NO<sub>2</sub> procedentes del manejo del estiércol.

Según las directrices establecidas por el IPCC, hay dos métodos de cálculo, el simplificado y el detallado. A efectos del presente informe se ha considerado el método simplificado, el cual considera que las emisiones de cada categoría se obtienen aplicando un factor según el tipo del ganado para cada una de las actividades mencionadas:

**Emisiones de metano a partir de la fermentación entérica:**

$$Emisiones = EF_{(T)} * \left(\frac{N_{(T)}}{10^6}\right)$$

$$Total CH_{4F.Entérica} = \sum_i E_i$$

Donde:

Emisiones son las emisiones de metano por fermentación entérica, Gg CH<sub>4</sub>/año

N<sub>(T)</sub> es la cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del municipio de la red.

T es la especie / categoría de ganado. Se han escogido las categorías de ganado ovino, porcino, caprino y bovino para la realización de la estimación de emisiones.

Total CH<sub>4</sub> E<sub>entérica</sub> son las emisiones totales de metano por fermentación entérica, Gg CH<sub>4</sub>/año

E<sub>i</sub> son las emisiones de las i categorías mencionadas.

**Emisiones de metano producidas por la gestión del estiércol:**

Las emisiones producidas por la gestión del estiércol se refieren al CH<sub>4</sub> producido durante el almacenamiento y el tratamiento del estiércol, así como del estiércol depositado en la pastura.

$$Total CH_{4Estiércol} = \sum_T EF_{(T)} * \frac{N_{(T)}}{10^6}$$

Donde:

N(T) es la cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del municipio de la red.

T es la especie / categoría de ganado. Se han escogido las categorías de ganado ovino, porcino, caprino y bovino para la realización de la estimación de emisiones.

Total CH<sub>4</sub> Estiércol son las emisiones totales de metano por la gestión del estiércol para una población definida, Gg CH<sub>4</sub>/año

EF(T) es el factor de emisión para la población de ganado definida, en kgCH<sub>4</sub>/cabeza/año. Estos se obtienen, según su correspondiente categoría.

### Emisiones de dióxido de nitrógeno producidas por la gestión del estiércol:

Estas emisiones tienen en cuenta el N<sub>2</sub>O producido durante el almacenamiento y el tratamiento del estiércol antes de que se aplique a la tierra o se utilice de otra manera. Se dividen en emisiones directas y emisiones indirectas.

El cálculo de las **emisiones directas de N<sub>2</sub>O** de la gestión del estiércol se basa en la siguiente ecuación:

$$Emisiones\ directas\ de\ N_2O = \sum_S \left( \sum_T (N_{(T)} * N_{ex(T)} * MS_{(T,S)}) * EF_{3(S)} \right) \frac{44}{28}$$

Donde:

MS<sub>(T,S)</sub> es la fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país.

N<sub>(T)</sub> es la cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del municipio de la red.

EF<sub>3(S)</sub> es el factor de emisión para emisiones directas del sistema de gestión del estiércol S kgN<sub>2</sub>o-N/kgN

N<sub>ex(T)</sub> es la excreción anual de N para la categoría de ganado T, kgN/animal/año, que se estima mediante la siguiente ecuación:

$$N_{exT} = N_{indice(T)} * \frac{TAM}{1000} * 365$$

Donde:

N<sub>índice(T)</sub> es la tasa de excreción de N por defecto, kgN/1000kg de masa anual/día

TAM<sub>(T)</sub> es la masa anual típica para la categoría de ganado, T/kg de animal

El cálculo de las **emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O** de la gestión del estiércol se basa en la siguiente ecuación:

$$Emisiones\ directas\ de\ N_2O = \sum_S \left( \sum_T (N_{(T)} * N_{ex(T)} * MS_{(T,S)}) \right) * \frac{Fracc_{Gas\ MS}}{100}$$

Donde:

N<sub>(T)</sub> es la cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del municipio de la red.

N<sub>ex(T)</sub> es la excreción anual de N para la categoría de ganado T, kgN/animal/año, que se estima mediante la siguiente ecuación:

Para el cálculo de las emisiones asociadas a la agricultura se ha tomado un porcentaje fijo de las emisiones en base a la evolución del último Inventario de GEI, en donde se indica que las emisiones de la ganadería suponen un 67% de las emisiones totales del sector de la agricultura, siendo por tanto las correspondientes a la agricultura el 33%.

- **RESIDUOS:**

Para el cálculo de emisiones procedentes de los residuos municipales se han utilizado los datos disponibles para el periodo 2010-2017 sobre residuos urbanos mezclados (no separados de forma selectiva) del INE-MITERD. Debido a la falta de datos para el 2018, a fecha de publicación de este estudio, se ha utilizado el tendencial de emisiones para el sector residuos reflejado en el Inventario Nacional de GEI (-0,64% entre 2017 y 2018). El factor de emisión aplicado (t CO<sub>2</sub> e / t residuo municipal) procede del “Cálculo de emisiones GEI derivadas de la gestión de residuos municipales” publicado por la Oficina Catalana de Cambio Climático (2018).

- **FACTORES DE EMISIÓN Y CONVERSIÓN UTILIZADOS**

Tabla 2. Factores de emisión del mix energético peninsular

Factores de emisión del mix energético peninsular (Kg CO <sub>2</sub> e / kWh)	
Año	FE
2010	0.270
2011	0.240
2012	0.290
2013	0.330
2014	0.270
2015	0.398
2016	0.308
2017	0.392
2018	0.321

Fuente: MITECO para el periodo 2010-2014; Oficina Catalana de Cambio Climático para el periodo (2015-2018)

Tabla 3. Factores de emisión de otras fuentes energéticas

Fuente emisora	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Gas natural (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.202	0.203	0.203
Gasóleo C (kgCO <sub>2</sub> /l)	2.868	2.868	2.868	2.868	2.868	2.868	2.868	2.868	2.868
Gasóleo B (kgCO <sub>2</sub> /l)	2.653	2.493	2.467	2.544	2.544	2.544	2.539	2.520	2.493
Gas butano (kgCO <sub>2</sub> /kg)	2.964	2.964	2.964	2.964	2.964	2.964	2.964	2.964	2.964
Gas propano (kgCO <sub>2</sub> /kg)	2.938	2.938	2.938	2.938	2.938	2.938	2.938	2.938	2.938
Fuelóleo (kgCO <sub>2</sub> /kg)	3.127	3.127	3.127	3.127	3.127	3.127	3.127	3.127	3.127
GLP genérico (kgCO <sub>2</sub> /l)	1.671	1.671	1.671	1.671	1.671	1.671	1.671	1.671	1.671
Carbón nacional kgCO <sub>2</sub> /kg)	2.299	2.299	2.299	2.299	2.299	2.299	2.006	2.227	2.227
Carbón de importación (kgCO <sub>2</sub> /kg)	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.579	2.430	2.444	2.444
Coque de petróleo (kgCO <sub>2</sub> /kg)	3.169	3.169	3.169	3.169	3.169	3.169	3.169	3.169	3.169

Fuente: MITECO (Registro Nacional de Huella de Carbono)

Tabla 4. Factores de conversión

Fuente energética	Consumo final directo		Energía primaria		Factor de emisión
	tep	Volumen específico	tep	MWh	t CO <sub>2</sub> / tep
Hulla	1	2,01 t	1,14	13,21	4,23
Lignito negro	1	3,14 t	1,14	13,21	4,16
Carbón para coque	1	1,45 t	1,14	13,26	4,40
Biomasa agrícola	1	3,34 t	1,25	14,53	Neutro
Biomasa industrial forestal	1	2,87 t	1,25	14,53	Neutro
Coque de petróleo	1	1,29 t	1,42	16,49	4,12
Gas de coquerías	1	1,08 t	1,14	13,26	1,81
Gasóleo C	1	1.092 t	1,12	13,02	3,06
Fuelóleo	1	1.126 t	1,11	12,91	3,18
Gas natural	1	910 Nm <sup>3</sup>	1,07	12,44	2,34
Gases Licuados de Petróleo (GLP)	1	1.763 t	1,05	12,21	2,72
Butano	1	1.670 t	1,05	12,21	2,72
Propano	1	1.748 t	1,05	12,21	2,67
Gas de refinería	1	0,85 t	1,12	13,07	2,30

Fuente: IDAE

Tabla 5. Factores de emisión de CH<sub>4</sub> asociados al manejo de estiércol según temperatura promedio anual (kg CH<sub>4</sub> / cabeza / año). Ganado bovino y porcino

Tipo de ganado		Región templada (°C)										Región cálida (°C)				
		≤15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≥28	
		kg CH <sub>4</sub> / cabeza / año														
Europa occidental	Vacas lecheras	34	37	40	43	47	51	55	59	64	70	75	83	90	92	
	Otros vacunos	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	24	25	26	
	Porcinos de carne	9	9	10	11	11	12	13	14	15	16	18	19	21	21	
	Porcino de cría	13	14	15	16	17	19	20	22	23	25	27	29	32	33	
	Búfalos	6	7	7	8	9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	

Fuente: IPCC (2006)

Tabla 6. Factores de emisión de CH<sub>4</sub> asociados al manejo de estiércol según temperatura promedio anual (kg CH<sub>4</sub> / cabeza / año). Ganado ovino y caprino

Tipo de ganado	kg CH <sub>4</sub> / cabeza / año		
	Fría (< 15 °C)	Templada (15-25 °C)	Cálida (> 25 °C)
<b>Ovinos</b>			
Países desarrollados	0,19	0,28	0,37
Países en desarrollo	0,10	0,15	0,20
<b>Caprinos</b>			
Países desarrollados	0,13	0,20	0,26
Países en desarrollo	0,11	0,17	0,22
<b>Camélidos</b>			
Países desarrollados	1,58	2,37	3,17

kg CH <sub>4</sub> / cabeza / año			
Tipo de ganado	Fría (< 15 °C)	Templada (15-25 °C)	Cálida (> 25 °C)
Países en desarrollo	1,28	1,92	2,56
<b>Equinos</b>			
Países desarrollados	1,56	2,34	3,13
Países en desarrollo	1,09	1,64	2,19

Fuente: IPCC (2006)

Tabla 7. Factores de emisión de CH<sub>4</sub> asociados a la fermentación entérica (kg CH<sub>4</sub> / cabeza / año). Ganado vacuno, ovino y caprino

kg CH <sub>4</sub> / cabeza / año			
Tipo de ganado			
Europa occidental	Vacas lecheras	126	Producción media de leche 7.410 kg / cabeza / año
	Otros vacunos	52	Machos maduros, terneros, etc.

kg CH <sub>4</sub> / cabeza / año			
Tipo de ganado	Alta productividad	Baja productividad	Peso promedio por animal
Ovejas	9	5	40 kg / 31 kg
Cabras	9	5	50 kg / 28 kg
Caballos	18		550 kg
Camellos	46		570 kg
Mulas y asnos	10		245 kg
Ciervos	20		120 kg
Avestruces	5		120 kg
Aves de corral	Sin datos		

Fuente: Elaborado a partir del IPCC (2019)<sup>4</sup>

Tabla 8. Valores por defecto de la tasa de excreción del nitrógeno asociadas a la gestión del estiércol. Ganado vacuno, ovino, caprino y porcino

Kg N / 1000 kg masa animal / día		
Tipo de ganado	Europa occidental	Europa oriental
Vacuno	0,48	0,35
Porcinos	0,68	0,74
Ovinos	0,85	0,90

<sup>4</sup> % de incertidumbre referido en la fuente +-30-50%



Caprinos	1,28	1,28
Aves de corral	0,83	0,82

Fuente: Elaborado a partir del IPCC (2006)

Tabla 9. Valores por defecto para la fracción ingesta de N retenida por animal

Tipo de ganado	N retención: (Kg N retenido/animal/año) / (kg ingesta N/animal/año)
Vacas lecheras	0,20
Otros vacunos	0,07
Porcinos	0,30
Ovinos	0,10
Caprinos	0,10
Aves de corral	0,30

Fuente: Elaborado a partir del IPCC (2006)

Tabla 10. Factores de emisión para el tratamiento de residuos urbanos no separados selectivamente

Fuente emisora	Factor de emisión
Tratamiento de residuos urbanos no separados selectivamente	0,50184 kg CO <sub>2</sub> e / kg residuos

Fuente: Cálculo de emisiones GEI derivadas de la gestión de residuos municipales. OCCC (2018)

Tabla 11. Kg C almacenado / m<sup>2</sup> según CC.AA. y capacidad de absorción de los sumideros excluyendo los cultivos

CCAA	% C almacenado sobre el total	Media (Kg de C / m <sup>2</sup> )
Andalucía	12,5%	6,9
Aragón	10,9%	9,0
Principado de Asturias	3,9%	11,6
Cantabria	1,7%	11,1
Castilla y León	20,6%	9,9
Castilla la Mancha	12,9%	7,9
Cataluña	7,5%	8,8
Comunidad Valenciana	4,1%	7,4
Extremadura	6,6%	6,8
Galicia	10,0%	11,4
Comunidad de Madrid	1,5%	8,2
Región de Murcia	1,5%	6,5
Comunidad Foral de Navarra	2,8%	10,7
País Vasco	2,6%	11,0
La Rioja	1,0%	9,5
<b>ESPAÑA</b>	-	<b>8,7</b>

Fuente: Datos aportados por del estudio publicado en 2013 en la revista "Biogeoscience" desarrollado por el Centro tecnológico Forestal de Cataluña y la Universidad Autónoma de Barcelona<sup>5</sup>. No se aportan datos de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla

<sup>5</sup>Doblas-Miranda, E., Rovira, P., Brotons, L., Martínez-Vilalta, J., Retana J, Pla, M., and Vayreda, J.: Soil carbon stocks and their variability across the forests, shrublands and grasslands of peninsular Spain, *Biogeosciences*, 10, 8353-8361, doi:10.5194/bg-10-8353-2013, 2013.