

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	09.10.02
CRF	5D1
NFR	5D1

Descripción de los procesos generadores de emisiones

En esta actividad se contabilizan las emisiones generadas en el tratamiento de las aguas residuales urbanas del sector residencial y las de los sectores institucional e industrial asimilables a las del sector residencial que son tratadas en las estaciones depuradoras de aguas residuales (las denominadas EDAR) de las redes municipales de saneamiento.

Es habitual distinguir en el tratamiento de las aguas residuales, entre los tratamientos primario, secundario y terciario. En el tratamiento primario, los sólidos de gran volumen son separados mediante barreras físicas al tiempo que las partículas de menor tamaño sedimentan. El tratamiento secundario consiste en una combinación de procesos biológicos que promueven la biodegradación de la materia orgánica por acción de los microorganismos. Estos tratamientos incluyen las lagunas de estabilización, los filtros percoladores y los procesos de lodos activados. Los tratamientos terciarios o avanzados incluyen procesos destinados a depurar las aguas de otros contaminantes y elementos patógenos que no han sido eliminados en tratamientos anteriores mediante su introducción en lagunas de maduración, filtración avanzada, adsorción de carbono, intercambio iónico y desinfección, entre otros.

Los lodos se producen en todas las etapas de tratamiento de las instalaciones de depuración. El lodo del tratamiento primario está compuesto por los sólidos separados de la línea de aguas. El lodo generado en el tratamiento secundario es el resultado del crecimiento biológico de los microorganismos, así como de la agregación de pequeñas partículas. Los lodos terciarios pueden contener, además, agentes flocculantes. Estos lodos deben ser tratados para su posterior manejo y deposición de forma segura. Los métodos de tratamiento de lodos incluyen el espesamiento, la estabilización (digestión) aerobia y anaerobia, el acondicionado, la deshidratación y el secado.

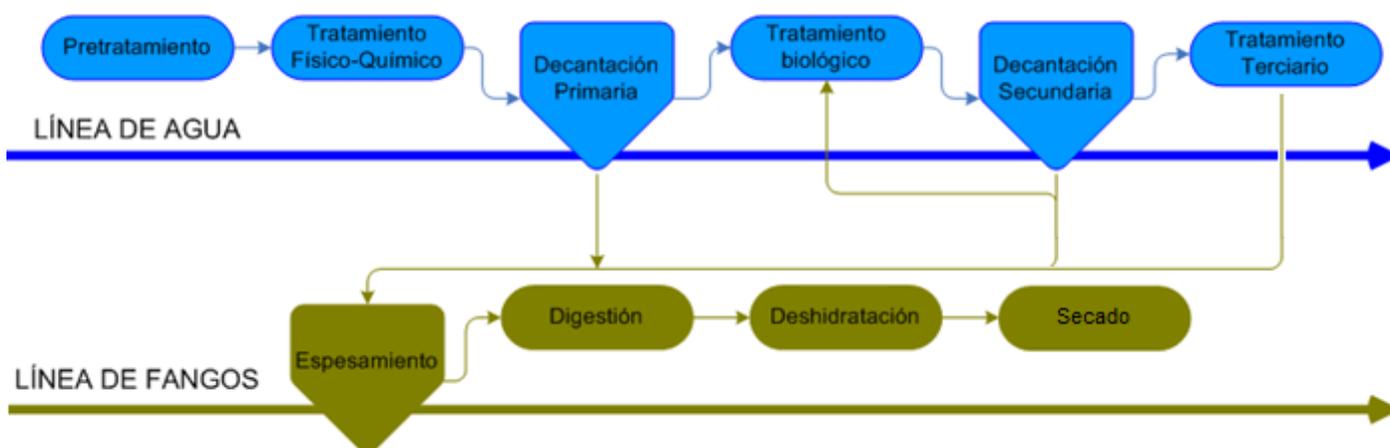


Figura 1. Diagrama de tratamiento de aguas residuales (Fuente: «Croquis edar» de Josefp.m. Disponible bajo la licencia CC BY 2.5 ES vía Wikimedia Commons)

Estas aguas residuales pueden ser una fuente de metano (CH_4), cuando se las trata o elimina en medios anaeróbicos y/o de compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (NMVOC, por sus siglas en inglés). También pueden ser una fuente de emisiones de óxido nitroso (N_2O) debido a la degradación de los componentes nitrogenados contenidos en el efluente que sale de las plantas de tratamiento y se vierte en medios acuáticos.

El CH_4 generado puede recuperarse y quemarse en antorcha o con valorización energética. En este último caso, las emisiones se contabilizan en el sector de energía (CRF 1A1a).

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆
NA	✓	✓	NA	NA	NA

OBSERVACIONES: *Notation keys* correspondientes al último reporte a UNFCCC.

Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios				Metales pesados adicionales						Contaminantes orgánicos persistentes			
NOx	NMVOc	SO ₂	NH ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PAH	HCB	PCB	
✓	✓	NA	NE	✓	✓	✓	NE	✓	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NA	

OBSERVACIONES: *Notation keys* correspondientes al último reporte a CLRTAP.

Sectores del Inventario vinculados

Las actividades del Inventario relacionadas con la presente ficha metodológica son las siguientes:

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
01.01.03	1A1ai	1A1a	Combustión en calderas con valorización energética
01.01.04	1A1ai	1A1a	Combustión en turbinas con valorización energética
01.01.05	1A1ai	1A1a	Combustión en motores con valorización energética

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción																	
CH ₄	T2	IPCC 2006. Vol. 5, Cap. 6.	Juicio de experto del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Los parámetros adoptados se describen a continuación:																	
			Tipo de tratamiento	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No recolectadas</th> <th colspan="4">Recolectadas</th> </tr> <tr> <th>Letrinas</th> <th>Fosas sépticas y tanques de Imhoff</th> <th>Sin tratamiento Sistemas de infiltración</th> <th colspan="2">Con tratamiento Aerobio Anaerobio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1990-2023</td> <td>1990-2023</td> <td>1990-2023</td> <td>1990-2023</td> <td>1990-2023</td> <td>1990-2023</td> </tr> </tbody> </table>	No recolectadas	Recolectadas				Letrinas	Fosas sépticas y tanques de Imhoff	Sin tratamiento Sistemas de infiltración	Con tratamiento Aerobio Anaerobio		1990-2023	1990-2023	1990-2023	1990-2023	1990-2023	1990-2023
			No recolectadas	Recolectadas																
				Letrinas	Fosas sépticas y tanques de Imhoff	Sin tratamiento Sistemas de infiltración	Con tratamiento Aerobio Anaerobio													
			1990-2023	1990-2023	1990-2023	1990-2023	1990-2023	1990-2023												
			Periodo	1990-2023	1990-2023	1990-2023	1990-2023	1990-2023												
			MCF - Factor de corrección para el metano	0,1	0,5	0,05 ⁽¹⁾	0	0,3 ⁽²⁾												
Bo - Capacidad máxima de producción de metano (kg CH₄/kg de DQO)	0,6																			
S - Componente orgánico separado como lodo (%)	– ⁽³⁾																			
R - Recuperación (%)	Línea de aguas	0																		
	Línea de lodos	100 ⁽⁴⁾																		
			<p>⁽¹⁾ El juicio de experto recomienda en el caso de España, adoptar un valor conservador de 0,05 para contemplar posibles generaciones de metano que se puedan dar por el vertido de aguas residuales a un sistema de alcantarillado (<i>flowing sewer</i>).</p> <p>⁽²⁾ Según el juicio de experto se asimila todo el tratamiento anaeróbico a lagunas anaerobias poco profundas.</p> <p>⁽³⁾ No se aplica, únicamente se han tenido en cuenta tratamientos de lagunaje de maduración, sin retirada de lodo.</p> <p>⁽⁴⁾ Se toman las emisiones estimadas en la nota técnica <i>Usos del gas producido en las estaciones depuradoras de aguas residuales de España (1990-2012)</i>, elaborada por el CEDEX.</p>																	
N ₂ O	D	IPCC 2006. Vol. 5, Cap. 6. <i>Refinement</i> 2019.	Ecuaciones 6.7, 6.8 y 6.9.																	
NOx	T1	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Cap. 2.4. Tabla 2.4-4.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.																	
NMVOc	T1	EMEP/EEA 2016 5D. <i>Wastewater handling</i>	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.																	

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
PM _{2,5}	T1	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Cap. 2.4. Tabla 2.4-4.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.
PM ₁₀	T1	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Cap. 2.4. Tabla 2.4-4.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.
TSP	T1	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Cap. 2.4. Tabla 2.4-4.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.
CO	T1	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Cap. 2.4. Tabla 2.4-4.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.

Variable de actividad

Variable	Descripción																				
Volumen de agua residual tratada	Expresado en m ³ . Se toma la serie de datos del INE correspondiente al volumen de aguas residuales depuradas, aplicado sobre el dato de población para el mismo periodo.																				
Carga orgánica total (TOW por sus siglas en inglés, <i>Total Organics in Wastewater</i>)	Expresada en kg DBO ₅ Guía IPCC 2006. Ecuación 6.3. Los parámetros utilizados son los siguientes:																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Periodo</th> <th>Valor</th> <th>Comentarios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Población equivalente</td> <td>1990-1997</td> <td rowspan="3">(ver anexo I)</td> <td>Datos proyectados según población.</td> </tr> <tr> <td>1998-2010</td> <td>Dato extraído del informe técnico <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i>, elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).</td> </tr> <tr> <td>2011-2023</td> <td>Datos replicados de 2010 y proyectados según población.</td> </tr> <tr> <td>DBO₅</td> <td>1990-2023</td> <td>60</td> <td>g de DBO₅/persona/día.</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>1990-2023</td> <td>–</td> <td>No se aplica. Se considera que los datos de población equivalente ya tienen en cuenta cualquier posible vertido de carácter comercial y/o industrial.</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetro	Periodo	Valor	Comentarios	Población equivalente	1990-1997	(ver anexo I)	Datos proyectados según población.	1998-2010	Dato extraído del informe técnico <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i> , elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).	2011-2023	Datos replicados de 2010 y proyectados según población.	DBO ₅	1990-2023	60	g de DBO ₅ /persona/día.	I	1990-2023	–	No se aplica. Se considera que los datos de población equivalente ya tienen en cuenta cualquier posible vertido de carácter comercial y/o industrial.
	Parámetro	Periodo	Valor	Comentarios																	
	Población equivalente	1990-1997	(ver anexo I)	Datos proyectados según población.																	
		1998-2010		Dato extraído del informe técnico <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i> , elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).																	
2011-2023		Datos replicados de 2010 y proyectados según población.																			
DBO ₅	1990-2023	60	g de DBO ₅ /persona/día.																		
I	1990-2023	–	No se aplica. Se considera que los datos de población equivalente ya tienen en cuenta cualquier posible vertido de carácter comercial y/o industrial.																		
Cantidad de metano quemado	Expresada en toneladas.																				
Nitrógeno total (TN, por sus siglas en inglés, <i>Total Nitrogen</i>)	Cantidad total anual de nitrógeno en aguas residuales. Expresada en kg de N/año. <i>Refinement</i> 2019. Guía IPCC 2006. Ecuación 6.10 (<i>NEW</i>). Los parámetros utilizados se detallan en el anexo I.																				
N _{PLANTA}	Cantidad total anual de nitrógeno asociada a las plantas de tratamiento de aguas residuales. Expresada en kg de N/año. Guía IPCC 2006. Ecuación 6.9.																				
N _{EFLUENTE}	Cantidad total anual de nitrógeno en efluente tras el tratamiento de aguas residuales. Expresada en kg de N/año. <i>Refinement</i> 2019. Guía IPCC 2006. Ecuación 6.8 (<i>UPDATED</i>). El parámetro utilizado es el siguiente:																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Parámetro</th> <th>Periodo</th> <th>Valor</th> <th>Comentarios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NREM PRIMARIO</td> <td rowspan="4">1990-2023</td> <td>0,10</td> <td rowspan="4">Valor por defecto.</td> </tr> <tr> <td>NREM SECUNDARIO</td> <td>0,40</td> </tr> <tr> <td>NREM Terciario</td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>NREM FOSA SÉPTICA + SISTEMA DE INFILTRACIÓN</td> <td>0,68</td> </tr> </tbody> </table>	Parámetro	Periodo	Valor	Comentarios	NREM PRIMARIO	1990-2023	0,10	Valor por defecto.	NREM SECUNDARIO	0,40	NREM Terciario	0,80	NREM FOSA SÉPTICA + SISTEMA DE INFILTRACIÓN	0,68						
	Parámetro	Periodo	Valor	Comentarios																	
	NREM PRIMARIO	1990-2023	0,10	Valor por defecto.																	
	NREM SECUNDARIO		0,40																		
NREM Terciario	0,80																				
NREM FOSA SÉPTICA + SISTEMA DE INFILTRACIÓN	0,68																				

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
Carga orgánica total (TOW)	
1990-1998	Información estimada.
1998-2010	Informe técnico <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i> del CEDEX (años pares).
	Información estimada (años impares).
2011-2023	Información reportada a la COM conforme a la Directiva 91/271/CE sobre aguas residuales urbanas (años impares).
	Información estimada (años pares).

Periodo	Fuente
1990-2011	Dato de población: "Estimaciones intercensales de la población a 1 de julio" (INE).
2012-2023	Dato de población: "Cifras de población estimada a 1 de julio" (INE).
Cantidad de metano quemado	
1990-2012	Estudio <i>Usos del gas producido en las estaciones depuradoras de aguas residuales en España</i> (CEDEX).
2013-2023	Información estimada (dato subrogado).
Volumen de agua residual tratada	
1990-1999	Información estimada replicando la tendencia del porcentaje del total de habitantes equivalentes tratados, extraída del estudio del CEDEX <i>Estimación de la producción y tratamientos de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)</i> . Dato de población: "Estimaciones intercensales de la población a 1 de julio" (INE).
2000-2010	Volumen de aguas residuales depuradas (INE). Dato de población: "Estimaciones intercensales de la población a 1 de julio" (INE).
2011-2023	Información reportada a la COM conforme a la Directiva 91/271/CE sobre aguas residuales urbanas (años impares). Dato de población: "Cifras de población estimada a 1 de julio" (INE). Información estimada (años pares).
Nitrógeno total (TN)	
<i>Población total nacional (habitantes)</i>	
1990-2011	Dato de población: "Estimaciones intercensales de la población a 1 de julio" (INE).
2012-2023	Dato de población: "Cifras de población estimada a 1 de julio" (INE).
<i>Proteína</i>	
1990-1999	Consumo per cápita de proteína. Estudio de la Dieta Alimentaria en España (DG de Industria y Mercados Alimentarios, MAPAMA). Este dato es revisado y ponderado para la población de referencia del Inventario, tomando como base la población de referencia del Estudio de la Dieta Alimentaria en España.
2000-2023	Consumo per cápita de proteína. Datos anuales del panel de consumo alimentario en hogares (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA) junto con valores de contenido proteico de los alimentos (Base de Datos Española de Composición de Alimentos, BEDCA).
<i>N_{HH} (nitrógeno adicional de productos domésticos añadidos al agua residual)</i>	
1990-2023	<i>Refinement 2019</i> . Guía IPCC 2006. Vol. 5. Cap. 6. Ecuación 6.10 (NEW)
<i>F_{NPR} (kg N/kg proteína) (fracción de nitrógeno en las proteínas)</i>	
<i>F_{NON-CON} (factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales)</i>	
<i>F_{IND-CON} (factor para las proteínas industriales y comerciales coeliminadas en los sistemas de alcantarillado)</i>	
1990-2023	<i>Refinement 2019</i> . Guía IPCC 2006. Vol. 5. Cap. 6. Tabla 6.11. (UPDATED)
N_{EFLUENTE}	
<i>N_{REM} (pérdida o eliminación de nitrógeno tras el tratamiento del agua residual)</i>	
1990-2023	<i>Refinement 2019</i> . Guía IPCC 2006. Vol. 5. Cap. 6. Tabla 6.10c (NEW)

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
CH ₄	1990-2023	D, CS	Guía IPCC 2006. Vol. 5. Cap. 6.	Ecuación 6.2.
NM VOC	1990-2023	D	EMEP/EEA (2016) 5D. Tabla 3-1	Factor de emisión por defecto.
N ₂ O	1990-2023	D	<i>Refinement 2019</i> . Guía IPCC 2006. Vol. 5. Cap. 6. Tabla 6.8A (NEW)	Factores de emisión por defecto.
Combustión del metano captado				
CH ₄	1990-2023	D	Guía IPCC 2006. Capítulo 2. Cuadro 2.2.	Factor de emisión por defecto.
N ₂ O	1990-2023	D	Guía IPCC 2006. Capítulo 2. Cuadro 2.2.	Factor de emisión por defecto.
CO	1990-2023	OTH	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998). Capítulo 2.4. Tabla 2.4-4.	Factor de emisión por defecto.
NO _x	1990-2023	OTH		
PM _{2,5}	1990-2023	OTH		
PM ₁₀	1990-2023	OTH		
TSP	1990-2023	OTH		
Observaciones: D= por defecto (del inglés <i>Default</i>); CS= específico del país (del inglés <i>Country specific</i>); OTH= otros (del inglés <i>Other</i>); M=modelo (del inglés <i>Model</i>)				

Incertidumbres

La incertidumbre de esta actividad se calcula a nivel de CRF 5D y es la recogida en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CH ₄	25	30	<u>Variable de actividad</u> : La incertidumbre está determinada por ciertas carencias de información, la información de base procede, para los años pares del periodo 1998-2010, del estudio <i>Estimación de la producción y tratamiento de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales</i> elaborado por el CEDEX, habiéndose utilizado procedimientos de interpolación y extrapolación para el resto de los años del periodo inventariado. <u>Factor de emisión</u> : Se asume la incertidumbre propuesta en la Guía IPCC 2006.
N ₂ O	10	1400	<u>Variable de actividad</u> : Se adopta la incertidumbre propuesta en la Guía IPCC 2006. <u>Factor de emisión</u> : Se asume la incertidumbre propuesta en la Guía IPCC 2006.
NMVOG	-	-	No estimada. El Inventario contempla, en su estimación de incertidumbre total, aquellos sectores que más emiten, hasta completar el 97% de las emisiones totales, quedando esta actividad y contaminante fuera del cómputo. Para más información, consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres de los reportes a CLRTAP.
CO	-	-	Para estos contaminantes no se realizan análisis de incertidumbre. Para más información, consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres de los reportes a CLRTAP.
NO _x	-	-	
PM _{2,5}	-	-	
PM ₁₀	-	-	
TSP	-	-	

Coherencia temporal de la serie

Las series de las variables se consideran temporalmente homogéneas por provenir de estudios nacionales y/o de estadísticas nacionales, como es el caso del volumen de aguas residuales depuradas. En consecuencia con lo anterior, y dada la estabilidad temporal del algoritmo de estimación de emisiones, se consideran también temporalmente homogéneas las series de emisiones estimadas.

Observaciones

No procede.

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

La información sobre el tratamiento de aguas residuales es proporcionada a nivel provincial y/o por comunidad autónoma y/o nacional, según el contaminante estimado. La distribución provincial se realiza utilizando como variable subrogada el número de habitantes de cada provincia según la información del Instituto Nacional de Estadística.

Juicio de experto asociado

Juicio de experto del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) (INV-ESP-JE/WASTE/2015-001).

Fecha de actualización

Enero de 2025.

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Carga orgánica total y variables básicas para su cálculo

Año	Población equivalente total CEDEX	% población con agua no recolectada	% población con agua recolectada	Población total nacional	Población equivalente total revisada	TOW no recolectada	TOW recolectada
	(hab. eq.)	(hab. eq.)	(hab. eq.)	(hab.)	(hab. eq.)	(kt DBO ₅)	(kt DBO ₅)
1990	68 585 462	77,37%	22,63%	38 851 322	57 950 126	981,93	287,17
1991	68 585 462	74,21%	25,79%	38 940 002	58 082 400	943,90	328,10
1992	68 585 462	71,06%	28,94%	39 068 718	58 274 391	906,90	369,31
1993	68 585 462	65,39%	34,61%	39 190 358	58 455 828	837,07	443,12
1994	68 585 462	62,32%	37,68%	39 295 902	58 613 256	799,95	483,68
1995	68 585 462	60,55%	39,45%	39 387 976	58 750 592	779,10	507,54
1996	68 585 462	57,90%	42,10%	39 479 159	58 886 600	746,73	542,89
1997	68 585 462	53,92%	46,08%	39 583 381	59 042 056	697,25	595,78
1998	68 585 462	44,08%	55,92%	39 722 075	59 248 930	571,97	725,58
1999	68 585 462	37,67%	62,33%	39 927 224	59 554 928	491,29	812,96
2000	68 585 462	33,92%	66,08%	40 264 162	60 057 500	446,09	869,17
2001	68 585 462	27,07%	72,93%	40 721 447	60 739 580	360,14	970,05
2002	68 585 462	24,34%	75,66%	41 423 526	61 786 792	329,39	1 023,74
2003	68 585 462	19,46%	80,54%	42 196 243	62 939 367	268,23	1 110,14
2004	68 585 462	15,67%	84,33%	42 859 168	63 928 177	219,44	1 180,59
2005	68 585 462	13,99%	86,01%	43 662 626	65 126 605	199,49	1 226,78
2006	68 585 462	10,08%	89,92%	44 360 495	66 167 537	146,01	1 303,06
2007	68 585 462	10,05%	89,95%	45 236 003	67 473 433	148,55	1 329,12
2008	68 587 961	8,45%	91,55%	45 983 212	68 587 961	126,86	1 375,21
2009	68 995 713	7,18%	92,82%	46 367 624	68 995 712	108,53	1 402,47
2010	69 586 639	6,75%	93,25%	46 562 546	69 586 639	102,93	1 421,02
2011	69 586 639	7,54%	92,46%	46 736 284	69 846 286	115,31	1 414,32
2012	69 586 639	7,54%	92,46%	46 766 409	69 891 307	115,39	1 415,23
2013	-	4,68%	95,32%	46 591 813	68 272 356	70,00	1 425,17
2014	-	4,68%	95,32%	46 452 802	65 199 796	68,29	1 359,58
2015	-	4,89%	95,11%	46 407 165	62 127 235	66,59	1 294,00
2016	-	4,89%	95,11%	46 468 102	63 473 256	54,82	1 335,24
2017	-	3,03%	96,97%	46 549 047	64 819 277	43,06	1 376,48
2018	-	3,03%	96,97%	46 733 040	64 677 340	32,80	1 383,63
2019	-	1,60%	98,40%	47 104 233	64 535 402	22,55	1 390,78
2020	-	1,60%	98,40%	47 351 566	63 812 717	22,45	1 375,05
2021	-	1,62%	98,38%	47 326 693	63 090 032	22,36	1 359,31
2022	-	1,62%	98,38%	47 615 037	62 898 843	22,39	1 355,43
2023	-	1,63%	98,42%	48 085 361	62 707 653	22,41	1 351,54

Cantidad de metano quemado

Año	CH ₄ captado y quemado (kt)	CH ₄ quemado (kt)		
		Antorchas (09.10.02)	Calderas (01.01.03)	Motores (01.01.05)
1990	29,05	6,32	7,61	15,12
1991	30,09	6,63	8,06	15,39
1992	31,54	6,65	8,33	16,57
1993	34,60	7,48	10,20	16,92
1994	38,66	8,08	11,03	19,55
1995	39,12	8,27	11,30	19,55
1996	40,50	8,90	12,04	19,55
1997	44,48	7,20	10,47	26,81
1998	48,86	8,65	12,91	27,30
1999	51,57	8,85	13,25	29,47
2000	58,09	8,70	13,51	35,88
2001	62,06	10,17	14,00	37,88
2002	65,97	10,83	15,43	39,71
2003	69,03	11,11	15,68	42,24
2004	72,74	11,55	15,95	45,24
2005	72,86	11,38	14,96	46,52
2006	74,18	11,48	15,27	47,44
2007	74,26	10,98	14,82	48,46
2008	74,71	10,96	14,69	49,06
2009	74,37	11,61	16,04	46,72
2010	77,37	11,86	16,40	49,12
2011	77,18	7,67	12,91	56,59
2012	77,21	7,01	12,29	57,91
2013	77,49	7,04	12,33	58,12
2014	75,59	6,86	12,03	56,70
2015	73,57	6,68	11,71	55,18
2016	74,86	6,80	11,91	56,14
2017	76,09	6,91	12,11	57,07
2018	76,30	6,93	12,14	57,23
2019	76,51	6,95	12,18	57,38
2020	76,05	6,90	12,10	57,04
2021	75,58	6,86	12,03	56,69
2022	75,47	6,85	12,01	56,60
2023	75,35	6,84	11,99	56,51

Volumen de agua residual tratada

Año	Volumen de aguas residuales depuradas (m³/habitante/día)	Población (hab.)	Volumen de agua residual tratada (m³)
1990	0,07	38 851 322	927 435 253
1991	0,07	38 940 002	1 059 615 774
1992	0,08	39 068 718	1 192 685 874
1993	0,10	39 190 358	1 431 057 171
1994	0,11	39 295 902	1 562 053 499
1995	0,11	39 387 976	1 639 102 722
1996	0,12	39 479 159	1 753 272 657
1997	0,13	39 583 381	1 924 076 504
1998	0,16	39 722 075	2 343 286 768
1999	0,18	39 927 224	2 625 479 231
2000	0,19	40 264 162	2 807 016 054
2001	0,19	40 721 447	2 809 169 021
2002	0,19	41 423 526	2 933 199 876
2003	0,20	42 196 243	3 095 727 368
2004	0,32	42 859 168	4 959 020 033
2005	0,32	43 662 626	5 036 047 283
2006	0,30	44 360 495	4 873 665 783
2007	0,28	45 236 003	4 573 586 083
2008	0,27	45 983 212	4 514 861 670
2009	0,28	46 367 624	4 671 074 442
2010	0,29	46 562 546	4 860 664 177
2011	0,29	46 736 284	4 929 976 918
2012	0,29	46 766 409	4 967 294 132
2013	0,29	46 591 813	4 999 767 453
2014	0,29	46 452 802	4 933 984 364
2015	0,29	46 407 165	4 929 137 030
2016	0,28	46 468 102	4 732 079 167
2017	0,28	46 549 047	4 740 322 201
2018	0,29	46 733 040	4 997 864 963
2019	0,29	47 104 233	5 037 562 198
2020	0,28	47 351 566	4 873 896 688
2021	0,28	47 326 693	4 871 336 510
2022	0,32	47 615 037	5 630 954 276
2023	0,32	48 085 361	5 686 574 792

Nitrógeno total, cantidad total anual de nitrógeno en aguas residuales y variables básicas para su cálculo

Año	Población (hab.)	Proteína (g/hab./día)	N _{HH}	F _{NPR} (kg N/kg proteína)	F _{NON-CON}	F _{IND-CON}	TN (kg N/año)
1990	38 851 322	97,01					332 913 303
1991	38 940 002	93,08					320 155 211
1992	39 068 718	92,92					320 661 332
1993	39 190 358	94,30					326 436 832
1994	39 295 902	93,95					326 101 585
1995	39 387 976	90,34					314 305 500
1996	39 479 159	89,94					313 638 239
1997	39 583 381	94,04					328 801 460
1998	39 722 075	94,63					332 024 114
1999	38 851 322	104,31					367 874 174
2000	38 940 002	108,27					385 053 694
2001	39 068 718	110,89					398 858 625
2002	39 190 358	113,35					414 749 376
2003	39 295 902	113,95					424 723 474
2004	39 387 976	118,14					447 240 244
2005	39 479 159	115,21					444 318 418
2006	39 583 381	112,73	1,1	0,16	1,1	1,25	441 718 618
2007	39 722 075	102,30					408 777 231
2008	39 927 224	94,81					385 104 526
2009	40 264 162	105,57					432 358 369
2010	40 721 447	102,36					421 003 483
2011	41 423 526	89,07					367 712 072
2012	42 196 243	89,34					369 063 860
2013	42 859 168	91,02					374 590 955
2014	43 662 626	89,17					365 893 132
2015	44 360 495	88,50					362 764 215
2016	45 236 003	89,29					366 512 935
2017	45 983 212	94,23					387 443 917
2018	46 367 624	94,11					388 485 658
2019	46 562 546	95,91					399 058 348
2020	46 736 284	100,98					422 358 733
2021	46 766 409	93,04					388 936 745
2022	47 615 037	84,82					356 721 744
2023	48 085 361	82,97					352 390 307

Nitrógeno total después del tratamiento de las aguas residuales domésticas recolectadas y no recolectadas

Año	Aguas residuales recolectadas				Aguas residuales no recolectadas
	TN primario	TN secundario	TN terciario	TN aerobio	TN séptica/sist. infiltración
1990	941 729	74 396 552	0	72 334 642	257 575 022
1991	1 131 182	81 436 847	0	79 173 722	237 587 182
1992	1 132 153	91 667 237	0	88 635 891	227 861 942
1993	1 186 288	111 793 500	0	108 491 183	213 457 044
1994	2 334 626	120540 451	0	116 612 622	203 226 508
1995	2 256 682	121 736 838	0	117 465 466	190 311 980
1996	2 389 955	129 651 744	0	125 096 781	181 596540
1997	2 515 094	148 996 618	0	143 614 947	177 289 747
1998	2 766 451	182 901 433	0	176 937 447	146 356 229
1999	3 416 510	225 879 463	0	218 514 064	138 578 201
2000	3 307 765	251 135 716	0	243 776 231	130 610 213
2001	3 781 539	287 106 056	0	278692 467	107 971 030
2002	4 048 012	309 751 366	0	301 400 312	100 949 998
2003	4 412 732	337 659 553	0	328 556 080	82 651 188
2004	6 336 249	370 821 448	0	361 486 157	70 082 546
2005	6 420 259	375 738 013	0	366 278 948	62 160 147
2006	6 792 007	390 401 374	0	381 037 030	44 525 237
2007	6 287 587	361 407 533	0	352 738 648	41 082 112
2008	6 064 087	346 499 107	0	338 433 438	32 541 332
2009	6 902 619	394 412 419	0	385 231 443	31 043 331
2010	4 279 185	388 306 563	0	382 601 544	28 417 735
2011	3 705 854	184 272 727	153 673 935	331 340 075	27 725 490
2012	3 105 252	162 053 188	177 681 817	332 558 153	27 827 415
2013	2 570 833	145 537 696	210 451 222	347 979380	17 530 857
2014	2 856 908	143 925 461	203 258 567	339 542 877	17 489 692
2015	3 208 733	144 427 484	199 217 461	336 250 401	17 739 170
2016	4 330 490	140 723 309	209 588 655	343 118 456	14 440 610
2017	5 748 277	143 143 364	230 344 347	366 149 489	11 739 551
2018	4 971 094	140 480 827	237 132 547	369 822 075	9 012 867
2019	4 240 873	141 126 825	250 015 163	382 686 982	6 384 934
2020	4 321 811	147 938 918	266 082 272	404 990 307	6 799 976
2021	3 826 360	134 879 179	246 379 301	372 904 809	6 300 775
2022	2 912 826	121 952 641	227 972 476	342 017 707	5 778 892
2023	2 287 866	118 726 373	227 122 685	337 830 468	5 743 962

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Valor del factor de emisión para NMVOC

Año	NMVOC
	g NMVOC/m ³ agua tratada
1990-2023	0,015

Valor del factor de emisión para N₂O (EF_{PLANTA})

Año	N ₂ O
	kg N ₂ O-N/kg N
1990-2023	0,016

Valor del factor de emisión para N₂O (EF_{EFLUENTE})

Año	N ₂ O
	kg N ₂ O-N/kg N
1990-2023	0,005

Factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones en la quema del metano captado en los distintos dispositivos

SNAP	Año	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	TSP
		g de contaminante/t CH ₄ quemado						
09.10.02/ANTORCHAS	1990-2023	-	-	16 799	910	378	378	378
01.01.03/CALDERAS*	1990-2023	50,4	5,04	126	742	182	182	182
01.01.04/TURBINAS*	1990-2023	50,4	5,04	5 040	1 960	490	490	490
01.01.05/MOTORES*	1990-2023	50,4	5,04	10 499	5 600	1 078	1 078	1 078

* Emisiones contabilizadas en el sector de Energía (CRF 1A1ai).

ANEXO III

Cálculo de emisiones

Estimación emisiones de N₂O (año 2010)

Se aplican las ecuaciones 6.7, 6.8 (UPDATED) y 6.9 de las Guías IPCC 2006 y del *Refinement* 2019,

$$N_{EFLUENTE} = TN_{PRIMARIO} \times (1 - N_{REM\ PRIMARIO}) + TN_{SECUNDARIO} \times (1 - N_{REM\ SECUNDARIO}) + TN_{TERCIARIO} \times (1 - N_{REM\ TERCARIO}) + TN_{SÉPTICO\ Y\ SIST.\ INFILT} \times (1 - N_{REM\ SÉPTICO/SIST.\ INFILT})$$

$$N_{PLANTA} = TN_{AEROBIO} \times EF_{PLANTA} \times \frac{28}{44}$$

$$Emisiones\ de\ N_2O = (N_{EFLUENTE} - N_{PLANTA}) \times EF_{EFLUENTE} \times \frac{44}{28}$$

$$TN_{PRIMARIO} = 4\ 279\ 185\ \text{kg N/año}$$

$$TN_{SECUNDARIO} = 388\ 306\ 563\ \text{kg N/año}$$

$$TN_{SÉPTICO/SIST.INFILT} = 28\ 417\ 735\ \text{kg N/año}$$

$$TN_{AEROBIO} = 382\ 601\ 544\ \text{kg N/año}$$

$$EF_{PLANTA} = 0,016\ \text{kg N}_2\text{O-N/kg N}$$

$$EF_{EFLUENTE} = 0,005\ \text{kg N}_2\text{O-N/kg N}$$

$$N_{EFLUENTE} = 4\ 279\ 185 \times (1 - 0,1) + 388\ 306\ 563 \times (1 - 0,4) + 0 \times (1 - 0,8) + 28\ 417\ 735 \times (1 - 0,68) = 245\ 928\ 879\ \text{kg N/año}$$

$$N_{PLANTAS} = 382\ 601\ 544 \times 0,016 \times \frac{28}{44} = 3\ 895\ 579\ \text{kg N/año}$$

$$Emisiones\ de\ N_2O = (245\ 928\ 879 - 3\ 895\ 579) \times 0,005 \times \frac{44}{28} \times \frac{1}{10^3} = 1\ 901,69\ \text{t de N}_2\text{O}$$

ANEXO IV

Emisiones

Año	Combustión del metano captado							
	CRF 5D1		NFR 5D1					
	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	NMVOC (t)	CO (t)	NO _x (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	TSP (t)
1990	138 436,18	999,22	13,91	106,22	5,75	2,39	2,39	2,39
1991	133 521,18	982,94	15,89	111,33	6,03	2,51	2,51	2,51
1992	128 937,07	1 005,97	17,89	111,68	6,05	2,51	2,51	2,51
1993	119 424,27	1 063,43	21,47	125,64	6,81	2,83	2,83	2,83
1994	115 538,02	1 086,41	23,43	135,75	7,35	3,05	3,05	3,05
1995	113 014,81	1 058,96	24,59	138,90	7,52	3,13	3,13	3,13
1996	108 848,67	1 074,69	26,30	149,58	8,10	3,37	3,37	3,37
1997	102 425,76	1 154,47	28,86	120,92	6,55	2,72	2,72	2,72
1998	85 578,98	1 235,64	35,15	145,26	7,87	3,27	3,27	3,27
1999	75 113,75	1 419,96	39,38	148,65	8,05	3,34	3,34	3,34
2000	68 513,70	1 516,21	42,11	146,18	7,92	3,29	3,29	3,29
2001	57 338,67	1 629,42	42,14	170,88	9,26	3,84	3,84	3,84
2002	53 027,84	1 718,59	44,00	181,90	9,85	4,09	4,09	4,09
2003	45 148,58	1 804,55	46,44	186,57	10,11	4,20	4,20	4,20
2004	39 307,02	1 940,25	74,39	194,09	10,51	4,37	4,37	4,37
2005	36 881,70	1 943,72	75,54	191,12	10,35	4,30	4,30	4,30
2006	43 309,49	1 969,96	73,10	192,84	10,45	4,34	4,34	4,34
2007	53 130,45	1 823,31	68,60	184,44	9,99	4,15	4,15	4,15
2008	47 379,99	1 731,12	67,72	184,11	9,97	4,14	4,14	4,14
2009	42 209,65	1 955,42	70,07	195,08	10,57	4,39	4,39	4,39
2010	37 017,44	1 901,69	72,91	199,24	10,79	4,48	4,48	4,48
2011	40 661,33	1 179,61	73,95	130,56	7,07	2,94	2,94	2,94
2012	40 695,20	1 108,50	74,51	120,69	6,54	2,72	2,72	2,72
2013	27 281,07	1 051,23	75,00	119,71	6,48	2,69	2,69	2,69
2014	26 469,10	1 034,93	74,01	118,91	6,44	2,68	2,68	2,68
2015	25 653,31	1 034,32	73,94	114,82	6,22	2,58	2,58	2,58
2016	22 323,32	1 032,24	70,98	114,43	6,20	2,57	2,57	2,57

Año	Combustión del metano captado							
	CRF 5D1		NFR 5D1					
	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	NM VOC (t)	CO (t)	NO _x (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	TSP (t)
2017	19 162,54	1 077,66	71,10	116,27	6,30	2,62	2,62	2,62
2018	16 046,35	1 063,13	74,97	116,59	6,32	2,62	2,62	2,62
2019	13 068,31	1 073,62	75,56	117,55	6,37	2,64	2,64	2,64
2020	12 964,59	1 130,81	73,11	116,98	6,34	2,63	2,63	2,63
2021	12 864,33	1 036,09	73,07	116,60	6,32	2,62	2,62	2,62
2022	12 900,19	940,93	84,46	115,30	6,25	2,59	2,59	2,59
2023	12 863,78	920,21	85,30	114,93	6,23	2,59	2,59	2,59

*Las emisiones del CH₄ captado con valorización energética se reportan en el sector de energía (CRF 1A1ai, NFR 1A1a), dichas emisiones están incluidas en la siguiente tabla.

Emisiones estimadas a nivel CRF 1A1ai y NFR 1A1a

Año	CRF 1A1ai		NFR 1A1a				
	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO (t)	NO _x (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	TSP (t)
1990	1,15	0,11	159,67	90,29	17,68	17,68	17,68
1991	1,18	0,12	162,65	92,19	18,06	18,06	18,06
1992	1,25	0,13	174,97	98,94	19,37	19,37	19,37
1993	1,37	0,14	178,98	102,34	20,10	20,10	20,10
1994	1,54	0,15	206,69	117,67	23,08	23,08	23,08
1995	1,56	0,16	206,72	117,88	23,13	23,13	23,13
1996	1,59	0,16	206,82	118,43	23,27	23,27	23,27
1997	1,88	0,19	282,84	157,91	30,81	30,81	30,81
1998	2,03	0,20	288,28	162,46	31,78	31,78	31,78
1999	2,15	0,22	311,09	174,86	34,18	34,18	34,18
2000	2,49	0,25	378,39	210,93	41,13	41,13	41,13
2001	2,61	0,26	399,49	222,51	43,38	43,38	43,38
2002	2,78	0,28	418,85	233,80	45,61	45,61	45,61
2003	2,92	0,29	445,50	248,18	48,39	48,39	48,39

Año	CRF 1A1ai		NFR 1A1a				
	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	TSP
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)
2004	3,08	0,31	476,95	265,14	51,66	51,66	51,66
2005	3,10	0,31	490,35	271,61	52,87	52,87	52,87
2006	3,16	0,32	499,99	276,96	53,91	53,91	53,91
2007	3,19	0,32	510,64	282,34	54,93	54,93	54,93
2008	3,21	0,32	516,93	285,61	55,55	55,55	55,55
2009	3,16	0,32	492,59	273,54	53,28	53,28	53,28
2010	3,30	0,33	517,77	287,21	55,93	55,93	55,93
2011	3,51	0,35	595,84	326,60	63,38	63,38	63,38
2012	3,56	0,36	609,59	333,68	64,73	64,73	64,73
2013	3,56	0,36	612,23	334,95	64,97	64,97	64,97
2014	3,50	0,35	598,37	327,59	63,55	63,55	63,55
2015	3,42	0,34	589,80	322,50	62,54	62,54	62,54
2016	3,21	0,32	545,07	298,74	57,97	57,97	57,97
2017	3,26	0,33	553,30	303,26	58,85	58,85	58,85
2018	3,50	0,35	602,38	329,47	63,90	63,90	63,90
2019	3,51	0,35	604,03	330,42	64,09	64,09	64,09
2020	3,50	0,35	602,43	329,53	63,91	63,91	63,91
2021	3,49	0,35	600,06	328,24	63,66	63,66	63,66
2022	3,46	0,35	596,02	326,00	63,23	63,23	63,23
2023	3,45	0,35	594,87	325,36	63,10	63,10	63,10