

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 de los sectores residenciales, institucionales e industriales asimilables, 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 floculantes. 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 acondicionamiento, la deshidratación y el secado.

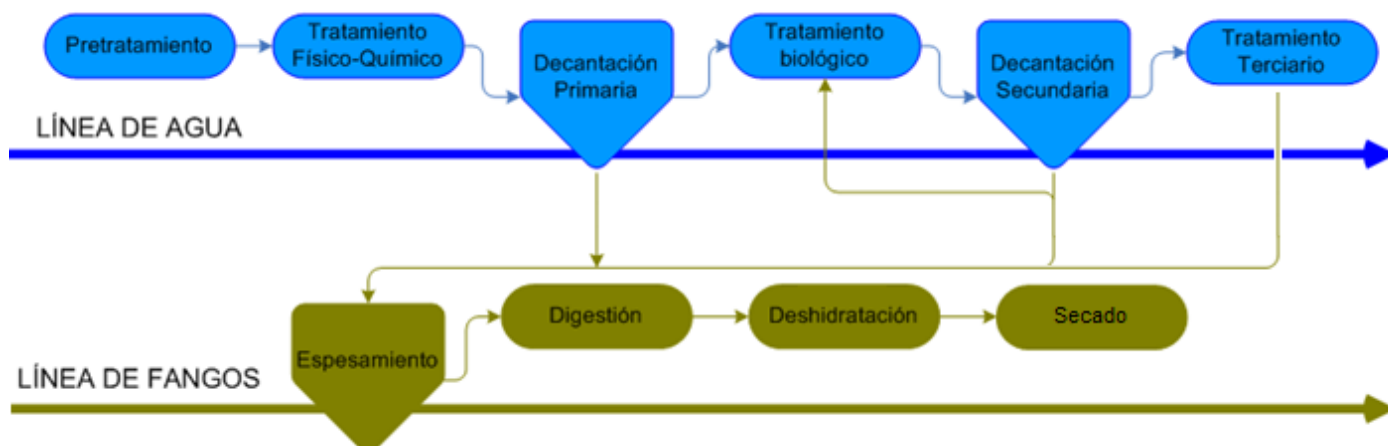


Figura 1. Diagrama de tratamiento de aguas residuales¹

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).

¹ Autor: Josefpmm (modificado)

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			
NO _x	NM VOC	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	No recolectadas		Recolectadas		
				Letrinas	Fosas sépticas y tanques Imhoff	Sin tratamiento Sistemas de infiltración	Con tratamiento Aerobio Anaerobio	
			Periodo	1990-2019	1990-2019	1990-2019	1990-2019	1990-2019
			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 CH ₄ /kg de DQO)	0,6				
			S - Componente orgánico separado como lodo (%)	-(³)				
R - Recuperación (%)	Línea de aguas	0						
	Línea de lodos	100 ⁽⁴⁾						
N ₂ O	D	IPCC 2006. Vol. 5, cap.6	Ecuaciones 6.7, 6.8. y 6.9.					

⁽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 ("flowing sewer").
⁽²⁾ Según el juicio de experto se asimila todo el tratamiento anaeróbico a lagunas anaerobias poco profundas.
⁽³⁾ No se aplica, únicamente se han tenido en cuenta tratamientos de lagunaje de maduración, sin retirada de lodo.
⁽⁴⁾ Se toman las emisiones estimadas en la nota técnica "Usos del gas producido en las estaciones depuradoras de aguas residuales de España (1990-2012)", elaborada por el CEDEX.

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
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.
NMVOG	T1	EMEP/EEA 2016 5D.Wastewater handling.	Producto de la variable de actividad por su factor de emisión.
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																						
Carga orgánica total (TOW por sus siglas en inglés, <i>Total Organics in Wastewater</i>)	Expresada en kg DBO ₅ 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>(ver anexo I)</td> <td>Datos proyectados según población.</td> </tr> <tr> <td>1998-2010</td> <td></td> <td>Dato extraído del informe técnico "Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)", elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).</td> </tr> <tr> <td>2011-2019</td> <td></td> <td>Datos replicados de 2010 y proyectados según población.</td> </tr> <tr> <td>DBO₅</td> <td>1990-2019</td> <td>60</td> <td>g de DBO₅/persona/día</td> </tr> <tr> <td>I</td> <td>1990-2019</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 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 "Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)", elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).	2011-2019		Datos replicados de 2010 y proyectados según población.	DBO ₅	1990-2019	60	g de DBO ₅ /persona/día	I	1990-2019	-	No se aplica. Se considera que los datos de población equivalente ya tienen en cuenta cualquier posible vertido de carácter comercial o industrial.
	Parámetro	Periodo	Valor	Comentarios																			
	Población _{equivalente}	1990-1997	(ver anexo I)	Datos proyectados según población.																			
		1998-2010		Dato extraído del informe técnico "Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)", elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).																			
2011-2019			Datos replicados de 2010 y proyectados según población.																				
DBO ₅	1990-2019	60	g de DBO ₅ /persona/día																				
I	1990-2019	-	No se aplica. Se considera que los datos de población equivalente ya tienen en cuenta cualquier posible vertido de carácter comercial o industrial.																				
Cantidad de metano quemado	Expresado en toneladas																						
Volumen de agua residual tratada	Expresada en metros cúbicos. 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.																						
N _{EFLUENTE}	Cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales, expresada en kg de N/año IPCC 2006. Ecuaciones 6.8 y 6.9. Los parámetros utilizados se detallan en el anexo I.																						

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
Carga orgánica total (TOW)	
1990-1998	Información estimada.
1998-2010	Informe técnico "Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)" del CEDEX (años pares).
	Información estimada (años impares).
2011-2019	Información reportada a la COM conforme a la Directiva 91/271/CE sobre aguas residuales urbanas (años impares).
	Información estimada (años pares).
1990-2011	Dato de población: "Estimaciones intercensales de la población a 1 de julio" (INE).
2012-2019	Dato de población: "Cifras de población estimada a 1 de julio" (INE).
Cantidad de metano quemado	
1990-2012	Estudio "Usos del gas producido en las estaciones depuradoras de aguas residuales en España" (CEDEX).
2013-2019	Información estimada (dato subrogado).
Volumen de agua residual tratada	
1990-1999	Información estimada replicando la tendencia del porcentaje del total de hombres equivalentes tratados, extraída del estudio del CEDEX "Estimación de la producción y tratamientos de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)". 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).
2011-2019	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).

Periodo	Fuente
NEFLUENTE	
<i>Población</i>	
1990-2011	Dato de población: "Estimaciones intercensales de la población a 1 de julio" (INE).
2012-2019	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.
2000-2019	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>F_{NPR}, F_{NON-CON}, F_{IND-CON}</i>	
1990-2019	Tabla 6.11. Guías IPCC 2006. Vol. 5, cap. 6.
<i>N_{LODO}</i>	
1990-2019	Estudio "Caracterización de los lodos de depuradoras generados en España", elaborado por el antiguo MARM. Se toma el valor del 4 % de contenido de nitrógeno en el lodo, es el valor intermedio en el rango de 3,5 % - 4,5 % establecido en el estudio "Caracterización de los lodos de depuradoras generados en España".
<i>Lodos de depuradora retirados</i>	
1990-2015	Registro Nacional de Lodos (MAPAMA).
2016-2019	Información estimada (datos replicados) .
<i>T_{PLANTA}</i>	
1990-1997	Información estimada. Se han extrapolado los datos mediante un ajuste exponencial, asumiendo un 5 % de utilización en 1990 y que con la entrada en vigor de la directiva 91/272/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas, la construcción de plantas con tratamiento más riguroso sufriría un crecimiento exponencial hasta enlazar con el dato de 1998 (31,1 % de los habitantes equivalentes considerados).
1998-2010	Informe técnico "Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010) CEDEX (años pares). Información interpolada para los años impares.
2011-2019	Población equivalente tratada con tratamiento avanzado de desnitrificación. Información reportada a la COM conforme a la Directiva 91/271/CE sobre aguas residuales urbanas (años impares). Información estimada (años pares).
<i>EF_{PLANTA}</i>	
1990-2019	Cuadro 6.1 Guías IPCC 2006. Vol. 5, cap. 6.

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
CH ₄	1990-2019	D,CS	Guías IPCC 2006	Ecuación 6.2. Vol. 5, cap. 6.
NMVOG	1990-2019	D	EMEP/EEA (2016) 5D. Tabla 3-1	Factor de emisión por defecto.
N ₂ O	1990-2019	D	Guías IPCC 2006	Ecuación 6.7. Vol. 5, cap. 6.
Combustión del metano recuperado				
CH ₄	1990-2019	D	Guías IPCC 2006	Capítulo 2. Cuadro 2.2.
N ₂ O	1990-2019	D	Guías IPCC 2006	Capítulo 2. Cuadro 2.2.
CO	1990-2019	OTH	US EPA AP-42. 5ª Ed. (1998) Capítulo 2.4. Tabla 2.4-4	-
NO _x	1990-2019	OTH		
PM _{2,5}	1990-2019	OTH		
PM ₁₀	1990-2019	OTH		
TSP	1990-2019	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 "Estimación de la producción y tratamiento de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales" 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 2016.
NM VOC	-	-	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

Julio 2021

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Carga orgánica total y variables básicas para su cálculo

Año	Población total	% Pob. NO tratada s/Pob eq	% Pob. tratada s/Pob eq	Población total	Población total	TOW no tratada	TOW tratada
	(Hab eq)			nacional	REVISADA		
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	943,9	328,1
1992	68.585.462	71,06%	28,94%	39.068.718	58.274.391	906,9	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	779,1	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	69.586.639	4,68%	95,32%	46.591.813	69.630.377	71,39	1.453,52
2014	69.586.639	4,68%	95,32%	46.452.802	69.422.629	71,18	1.449,18
2015	69.586.639	4,89%	95,11%	46.407.165	69.354.426	74,66	1.450,77
2016	69.586.639	4,89%	95,11%	46.468.102	69.445.495	74,75	1.452,67
2017	69.586.639	4,44%	95,56%	46.549.047	69.566.465	68,15	1.467,96
2018	69.586.639	4,44%	95,56%	46.733.040	69.841.438	68,42	1.473,76
2019	69.586.639	3,34%	96,66%	47.104.233	70.396.178	51,76	1.498,56

Cantidad de metano quemado

AÑO	CH ₄ generado y recuperado (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	14,46	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	11,42	15,27	47,44
2007	74,26	10,92	14,82	48,46
2008	74,71	10,90	14,69	49,06

AÑO	CH ₄ generado y recuperado (kt)	CH ₄ quemado (kt)		
		ANTORCHAS (09.10.02)	CALDERAS (01.01.03)	MOTORES (01.01.05)
2009	74,37	11,61	16,04	46,72
2010	77,38	11,86	16,40	49,12
2011	77,44	7,77	13,08	56,59
2012	77,79	7,18	12,69	57,91
2013	78,72	7,24	12,78	58,70
2014	78,60	7,23	12,76	58,62
2015	79,25	7,23	12,76	59,26
2016	79,26	7,24	12,77	59,25
2017	79,55	7,26	12,81	59,48
2018	79,46	7,28	12,83	59,34
2019	79,46	7,21	12,65	59,60

Volumen de agua residual tratada

AÑO	Volumen de aguas residuales depuradas (m ³ /persona/día)	Población (Hab.)	Volumen de agua residual tratada (m ³)
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	0,28	46.733.040	4.759.059.128
2019	0,28	47.104.233	4.788.913.892

NEFLUENTE , cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de agua residuales y variables básicas para su cálculo

AÑO	Población (Hab.)	Proteína (g/Hab/día)	F _{NPR} (kg N/kg proteína)	F _{NON-CON}	F _{IND-CON}	Lodos de depuradora retirados (t de materia seca)	T _{PLANTA} (% de Hab. Eq. Tratados)	EF _{PLANTA} (g N ₂ O/hab./año)	NEFLUENTE (kg N/año)
1990	38.851.322	97,01	0,16	1,4	1,25	416.884	5,00%	3,2	368.513.585
1991	38.940.002	93,08	0,16	1,4	1,25	483.768	6,30%	3,2	351.076.796
1992	39.068.718	92,92	0,16	1,4	1,25	550.651	7,90%	3,2	348.987.071
1993	39.190.358	94,30	0,16	1,4	1,25	617.535	9,90%	3,2	352.994.108
1994	39.295.902	93,95	0,16	1,4	1,25	641.345	12,40%	3,2	351.653.819
1995	39.387.976	90,34	0,16	1,4	1,25	665.155	15,60%	3,2	337.053.057
1996	39.479.159	89,94	0,16	1,4	1,25	688.965	19,60%	3,2	335.328.618

AÑO	Población (Hab.)	Proteína (g/Hab/día)	F _{NPR} (kg N/kg proteína)	F _{NON-CON}	F _{IND-CON}	Lodos de depuradora retirados (t de materia seca)	T _{PLANTA} (% de Hab. Eq. Tratados)	EF _{PLANTA} (g N ₂ O/hab./año)	NEFLUENTE (kg N/año)
1997	39.583.381	94,04	0,16	1,4	1,25	712.775	24,70%	3,2	351.920.441
1998	39.722.075	94,63	0,16	1,4	1,25	716.145	31,10%	3,2	355.514.332
1999	39.927.224	94,71	0,16	1,4	1,25	784.882	33,40%	3,2	355.075.334
2000	40.264.162	90,14	0,16	1,4	1,25	853.482	35,60%	3,2	336.774.180
2001	40.721.447	91,73	0,16	1,4	1,25	892.239	36,00%	3,2	346.049.590
2002	41.423.526	94,05	0,16	1,4	1,25	987.221	36,40%	3,2	358.690.645
2003	42.196.243	93,64	0,16	1,4	1,25	1.012.158	37,30%	3,2	363.348.619
2004	42.859.168	84,27	0,16	1,4	1,25	1.005.316	38,10%	3,2	328.924.798
2005	43.662.626	81,07	0,16	1,4	1,25	987.328	38,50%	3,2	322.260.473
2006	44.360.495	79,48	0,16	1,4	1,25	1.066.196	38,80%	3,2	317.683.581
2007	45.236.003	79,97	0,16	1,4	1,25	1.152.586	38,80%	3,2	323.619.472
2008	45.983.212	86,00	0,16	1,4	1,25	1.156.178	38,80%	3,2	357.908.516
2009	46.367.624	84,25	0,16	1,4	1,25	1.205.123	39,30%	3,2	351.020.330
2010	46.562.546	82,60	0,16	1,4	1,25	1.086.720	39,60%	3,2	349.612.212
2011	46.736.284	82,08	0,16	1,4	1,25	1.058.999	45,20%	3,2	349.701.379
2012	46.766.409	82,27	0,16	1,4	1,25	1.082.669	42,44%	3,2	349.923.906
2013	46.591.813	83,70	0,16	1,4	1,25	447.694	38,67%	3,2	380.638.610
2014	46.452.802	81,95	0,16	1,4	1,25	582.498	39,37%	3,2	365.733.003
2015	46.407.165	81,23	0,16	1,4	1,25	631.384	39,90%	3,2	360.016.906
2016	46.468.102	81,78	0,16	1,4	1,25	631.384	42,87%	3,2	363.125.019
2017	46.549.047	78,66	0,16	1,4	1,25	631.384	45,42%	3,2	348.943.102
2018	46.733.040	78,27	0,16	1,4	1,25	631.384	47,00%	3,2	348.590.249
2019	47.104.233	77,34	0,16	1,4	1,25	631.384	48,04%	3,2	347.075.322

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Ratios de utilización de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas

Año	Tratamientos aerobios	Tratamientos anaerobios
1990	96,01%	3,99%
1991	95,89%	4,11%
1992	95,51%	4,49%
1993	96,03%	3,97%
1994	94,90%	5,10%
1995	94,74%	5,26%
1996	94,74%	5,26%
1997	94,79%	5,21%
1998	95,30%	4,70%
1999	95,30%	4,70%
2000	95,81%	4,19%
2001	95,81%	4,19%
2002	96,05%	3,95%
2003	96,05%	3,95%
2004	95,84%	4,16%
2005	95,84%	4,16%
2006	95,93%	4,07%
2007	95,93%	4,07%
2008	95,99%	4,01%
2009	95,99%	4,01%
2010	97,46%	2,54%
2011	97,46%	2,54%
2012	97,46%	2,54%
2013	97,46%	2,54%
2014	97,46%	2,54%
2015	97,46%	2,54%
2016	97,46%	2,54%
2017	97,46%	2,54%
2018	97,46%	2,54%
2019	97,46%	2,54%

Ratios de utilización de los sistemas de las aguas residuales domésticas no recolectadas y recolectadas sin tratamiento

Año	Fosas sépticas y/o tanques Imhoff	Sistemas de infiltración
1990	40,33%	59,67%
1991	40,33%	59,67%
1992	40,33%	59,67%
1993	40,33%	59,67%
1994	40,33%	59,67%
1995	40,33%	59,67%
1996	40,33%	59,67%
1997	40,33%	59,67%
1998	40,33%	59,67%
1999	40,33%	59,67%
2000	40,33%	59,67%
2001	40,33%	59,67%
2002	40,33%	59,67%
2003	40,33%	59,67%
2004	40,33%	59,67%
2005	40,33%	59,67%
2006	74,55%	25,45%
2007	97,09%	2,91%
2008	98,25%	1,75%
2009	98,41%	1,59%
2010	98,68%	1,32%

2011	98,69%	1,31%
2012	98,72%	1,28%
2013	98,72%	1,28%
2014	98,69%	1,31%
2015	98,63%	1,37%
2016	98,41%	1,59%
2017	99,52%	0,48%
2018	98,55%	1,45%
2019	98,55%	1,45%

Valor del factor de emisión para NMVOC

PERIODO	NMVOC
	g NMVOC/m ³ agua tratada
1990-2019	0,015

Valor del factor de emisión para N₂O

PERIODO	N ₂ O
	g N ₂ O-N/ kg N
1990-2019	5

Factores de emisión para la quema del metano recuperado en los distintos dispositivos

SNAP	PERIODO	g de contaminante/t CH ₄ quemado						
		CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	TSP
09.10.02/ANTORCHAS	1990-2019	-	17.545	-	950	395	395	395
01.01.03/ CALDERAS*	1990-2019	50,4	130	5,04	766	188	188	188
01.01.04/TURBINAS*	1990-2019	50,4	5.009	5,04	1.948	487	487	487
01.01.05/MOTORES*	1990-2019	50,4	10.745	5,04	5.730	1.103	1.103	1.103

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

ANEXO III

Cálculo de emisiones

Estimación emisiones de N₂O (año 1990)

Se aplica la ecuación 6.7 de las Guías IPCC 2006

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

$$N_{EFLUENTE} = (P \times Proteína \times F_{NPR} \times F_{NON-CON} \times F_{IND-CON}) - N_{LODO}$$

$$N_{PLANTAS} = P \times T_{PLANTA} \times F_{IND-COM} \times EF_{PLANTA} \times 28/44$$

$P = 38.851.322$ habitantes

$Proteína = 97,0$ g/Hab/día

$F_{NPR} = 0,16$ kg N/kg proteína

$F_{NON-CON} = 1,4$

$F_{IND-CON} = 1,25$

$N_{LODO} = 416.884 \times 0,04/1.000 = 16.675.360$ kg N

$T_{PLANTA} = 5,00$ % de hab eq. tratados

$EF_{PLANTA} = 3,2$ g N₂O/hab./año

$EF_{N_2O} = 5$ g N₂O-N/ kg N

$$N_{EFLUENTE} = \left(38.851.322 \times 97,0 \times \frac{365}{1.000} \times 0,16 \times 1,4 \times 1,25 \right) - 16.675.360 = 368.513.585,48 \text{ kg N/año}$$

$$N_{PLANTAS} = 38.851.322 \times 0,05 \times 1,25 \times \frac{3,2}{1000} \times \frac{28}{44} = 4.944,71 \text{ kg N/año}$$

$$Emisiones\ de\ N_2O = (368.513.585,48 - 4.944,71) \times \frac{5}{1.000} \times \frac{44}{28} \times \frac{1}{1.000} = 2.895,43 \text{ toneladas de } N_2O$$

ANEXO IV

Emisiones

AÑO	<i>Combustión del metano recuperado</i>							
	CH ₄ (t)	NMVOC (t)	N ₂ O (t)	CO (t)	NOx (t)	PM ₁₀ (t)	PM _{2,5} (t)	TSP (t)
1990	138.436,18	13,91	2.895,43	110,9432	6,0094	2,4962	2,4962	2,4962
1991	133.521,18	15,89	2.758,41	116,2797	6,2985	2,6163	2,6163	2,6163
1992	128.937,07	17,89	2.741,98	116,6459	6,3183	2,6245	2,6245	2,6245
1993	119.424,27	21,47	2.773,45	131,2197	7,1077	2,9524	2,9524	2,9524
1994	115.538,02	23,43	2.762,90	141,7790	7,6797	3,1900	3,1900	3,1900
1995	113.014,81	24,59	2.648,15	145,0723	7,8581	3,2641	3,2641	3,2641
1996	108.848,67	26,30	2.634,57	156,2290	8,4624	3,5152	3,5152	3,5152
1997	102.425,76	28,86	2.764,89	126,2868	6,8405	2,8415	2,8415	2,8415
1998	85.578,98	35,15	2.793,08	151,7166	8,2180	3,4136	3,4136	3,4136
1999	75.113,75	39,38	2.789,61	155,2580	8,4098	3,4933	3,4933	3,4933
2000	68.513,70	42,11	2.645,80	152,6688	8,2696	3,4350	3,4350	3,4350
2001	57.338,67	42,14	2.718,67	178,4752	9,6674	4,0157	4,0157	4,0157
2002	53.027,84	44,00	2.817,98	189,9780	10,2905	4,2745	4,2745	4,2745
2003	45.148,58	46,44	2.854,57	194,8625	10,5550	4,3844	4,3844	4,3844
2004	39.307,02	74,39	2.584,08	202,7130	10,9803	4,5610	4,5610	4,5610
2005	36.881,70	75,54	2.531,71	199,6129	10,8124	4,4913	4,4913	4,4913
2006	43.309,49	73,10	2.495,74	201,4046	10,9094	4,5316	4,5316	4,5316
2007	53.130,45	68,60	2.542,37	192,6351	10,4344	4,3343	4,3343	4,3343
2008	47.379,99	67,72	2.811,78	192,2886	10,4156	4,3265	4,3265	4,3265
2009	42.209,65	70,07	2.757,65	203,7407	11,0360	4,5842	4,5842	4,5842
2010	37.017,44	72,91	2.746,58	208,0860	11,2713	4,6819	4,6819	4,6819
2011	40.661,33	73,95	2.747,23	136,3586	7,3861	3,0681	3,0681	3,0681
2012	40.695,20	74,51	2.749,01	126,0465	6,8275	2,8360	2,8360	2,8360
2013	27.823,73	75,00	2.990,37	127,0793	6,8835	2,8593	2,8593	2,8593
2014	27.734,17	74,01	2.873,25	126,8866	6,8730	2,8549	2,8549	2,8549
2015	28.761,24	73,94	2.828,33	126,9098	6,8743	2,8555	2,8555	2,8555
2016	28.754,10	70,98	2.852,73	126,9954	6,8789	2,8574	2,8574	2,8574
2017	27.076,26	71,10	2.741,27	127,4625	6,9042	2,8679	2,8679	2,8679
2018	27.004,54	71,39	2.738,48	127,7379	6,9191	2,8741	2,8741	2,8741
2019	22.184,11	71,83	2.726,57	126,5814	6,8565	2,8481	2,8481	2,8481