

INCINERACIÓN DE LODOS DE AGUAS RESIDUALES

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	09.02.05
CRT	5C1aii4
NFR	5C1biv

Descripción de los procesos generadores de emisiones

Los lodos de depuradoras (lodos primarios, secundarios y terciarios) se generan como resultado de las distintas etapas de tratamiento de las aguas residuales en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR). Los lodos se caracterizan por ser un residuo con más de un 95 % de agua, aunque su composición varía según las características de diseño de cada planta, el tipo de aguas residuales tratadas, la climatología, etc. Dichos lodos son tratados para reducir su contenido en agua y patógenos y asegurar la estabilidad de la materia orgánica; así como facilitar su posterior deposición en vertederos, su utilización como fertilizante vegetal, enmienda de suelos o su incineración con valorización energética. En cuanto al último tipo de tratamiento, la incineración permite la minimización y reutilización de residuos, reduciendo el volumen del lodo entre un 70 %-90 %, como alternativa a su depósito en vertedero o cuando los lodos no son aptos para su aplicación agrícola.

Los procesos de incineración se diferencian dependiendo del horno donde se realice (hornos de pisos múltiples, rotativos, de lecho fluidificado, entre otros), ya sea en hornos exclusivos para tal fin, en hornos industriales en los que el lodo se utiliza como combustible de apoyo a otros combustibles o en hornos junto a otros residuos, normalmente residuos sólidos urbanos.

Según los últimos datos del Registro Nacional de Lodos (2023), la eliminación de lodos mediante incineración es una práctica que se lleva a cabo para el 7 % del total de lodo generado (en base seca).

La variable de actividad considerada es la cantidad, en toneladas de masa seca, de los lodos incinerados procedentes de los procesos de depuración de aguas residuales.

Las fuentes de esta variable se diferencian según tipología de fuente emisora que, a su vez, condiciona la fuente de información utilizada. Así, podemos distinguir: 1) lodos obtenidos de las fuentes de área (a nivel de CCAA); y 2) lodos obtenidos de cuestionario de los focos puntuales (industrias papeleras y refinerías).

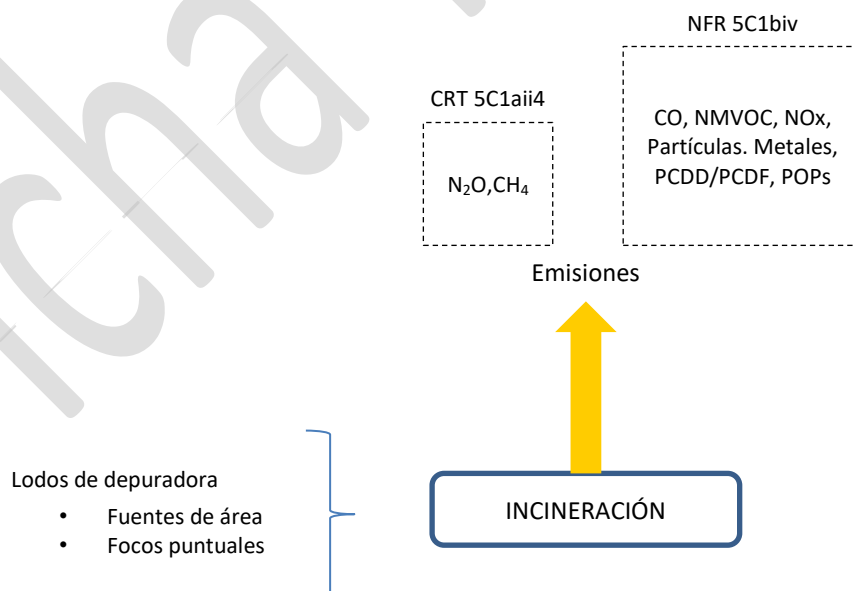


Figura 1. Esquema (Fuente: elaboración propia)

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	PCDD/PCDF	PAH	HCB	PCB
✓	✓	✓	NE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
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 CRT	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
09.10.03	5E1	5E	Extendido de lodos

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
CH ₄	T1	IPCC 2006. Volumen 5, capítulo 5.	Producto de la variable de actividad, toneladas de lodo incinerado, por su factor de emisión.
N ₂ O	T1		
As	T2		
BC	T2		
Cd	T2		
CO	T2		
NMVOC	T2		
Cr	T2		
Cu	T2		
PCDD/PCDF	T2		
PAH	T2		
HCB	T2		
PCB	T2	EMEP/EEA 2023. Capítulo 5C1biv.	
Hg	T2		
Ni	T2		
Se	T2		
NOx	T2		
Pb	T2		
PM ₁₀	T2		
PM _{2,5}	T2		
TSP	T2		
SO ₂	T2		
Zn	T2		

Variable de actividad

Variable	Descripción
Cantidad de lodo incinerado	Expresada en toneladas.

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente	
1991	Fuentes de área	Publicación <i>Medio Ambiente en España</i>
1993		Estudio sobre tratamiento y eliminación final de los lodos de depuradoras de aguas residuales urbanas
1990, 1992		Interpolación 1991-1993
1994-1996		Interpolación 1993-1997
1997-2024		Registro Nacional de Lodos
1990-2024	Focos puntuales	Cuestionarios enviados a plantas de refino de petróleo y pasta de papel

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
CH ₄	1990-2024	D	IPCC 2006. Volumen 5, capítulo 5.	FE por defecto de Japón
N ₂ O		D	IPCC 2006. Volumen 5, capítulo 5. Cuadros 5-6.	FE por defecto
TSP		D	EMEP/EEA 2023. Capítulo 5C1biv. <i>Incineration sewage sludge</i> . Tablas 3-2 y 3-4.	FE por defecto
SO ₂		D		
NMVOC		D		
As		D	EMEP/EEA 2023. Capítulo 5C1biv. <i>Incineration sewage sludge</i> . Tablas 3-1 y 3-2.	FE por defecto
BC		D		
Cd		D		
CO		D		
Cr		D		
Cu		D		
PCDD/PCDF		D		
PAH		D		
HCB		D		
PCB		D		
Hg		D		
Ni		D		
Se		D		
NOX		D		
Pb		D		
PM ₁₀		D		
PM _{2,5}		D		
Zn		D		

Observaciones: D= por defecto (del inglés *Default*); CS= específico del país (del inglés *Country specific*); OTH= otros (del inglés *Other*); M=modelo (del inglés *Model*).

Incertidumbres

La incertidumbre de esta actividad se calcula a nivel de CRT 5C1aii4 y NFR 5C1biv y es la recogida en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CH ₄	-	-	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 UNFCCC y CRLTAP (IPCC 2006 capítulo 3. Incertidumbres y EMEP/EEA 2023 capítulo A.5 <i>Uncertainties</i> , respectivamente).
N ₂ O	-	-	
As	-	-	
BC	-	-	
Cd	-	-	
CO	-	-	
NMVOC	-	-	
Cr	-	-	

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
Cu	-	-	
PCDD/PCDF	-	-	
PAH	-	-	
HCB	-	-	
PCB	-	-	
Hg	-	-	
Ni	-	-	
Se	-	-	
NOx	-	-	
Pb	-	-	
PM ₁₀	-	-	
PM _{2,5}	-	-	
TSP	-	-	
SO ₂	-	-	
Zn	-	-	

Coherencia temporal de la serie

Las series de las variables se consideran coherentes al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente del punto focal y/o de las plantas de tratamiento.

Observaciones

No procede.

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

El nivel de desagregación para el cálculo de las emisiones es a nivel nacional. La distribución provincial se realiza utilizando como variable subrogada el número de habitantes de cada provincia según las proyecciones elaboradas por el Instituto Nacional de Estadística.

Juicio de experto asociado

No procede.

Fecha de actualización

Febrero de 2026.

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Toneladas de lodo incineradas por año (en base seca).

Año	Lodo incinerado
	(t)
1990	17 589,24
1991	20 805,26
1992	23 663,34
1993	27 070,01
1994	38 835,77
1995	40 279,03
1996	40 742,96
1997	40 027,60
1998	42 978,09
1999	42 156,78
2000	72 383,06
2001	58 481,52
2002	71 092,16
2003	77 622,56
2004	41 313,80
2005	41 799,00
2006	42 940,00
2007	94 405,05
2008	93 024,17
2009	64 372,41
2010	65 490,87
2011	64 909,17
2012	78 626,36
2013	52 721,00
2014	55 993,00
2015	57 723,00
2016	56 073,00
2017	54 254,00
2018	53 058,00
2019	46 779,60
2020	48 952,92
2021	50 050,79
2022	49 930,46
2023	58 962,13
2024	57 137,13

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones (en base seca).

Contaminante	Periodo	FE	Unidades
CH ₄	1990-2024	97	g/t lodo incinerado
N ₂ O		990	
NMVOC		470,4	
CO		15 500	
SO ₂		2 800	
NO _x		2 500	
PM ₁₀		164	
PM _{2,5}		44	
TSP		2 080	
BC		1,54	mg/t lodo incinerado
As		4 700	
Cr		14 000	
Cu		40 000	
PAH		1,29	
PCB		4,5	
Ni		8 000	
Se		150	
Zn		66 000	

Para los siguientes contaminantes, el factor de emisión aplicado varía según el marco regulatorio de cada periodo. Entre 1990-2002 se aplica el FE de abatimiento incontrolado (EMEP/EEA 2023, capítulo 5C1biv, tabla 3-2) debido a la ausencia de sistemas de reducción. Posteriormente, para cubrir el periodo de transición hacia la Directiva 2000/76/CE (2003-2005), se calcula una progresión lineal hasta converger, desde 2006 en adelante, con los valores de FE de tecnologías modernas (EMEP/EEA 2023, capítulo 5C1biv, Tabla 3-1)¹.

Periodo	PCDD/PCDF	HCB	Cd	Hg	Pb
	(ng/t lodo incinerado)	(mg/t lodo incinerado)			
1990-2002	50 000	4,7	16 000	2 300	50 000
2003	40 000	4,0	12 025	1 739	37 825
2004	30 000	3,4	8 050	1 178	25 650
2005	20 000	2,7	4 075	617	13 475
2006-2024	10 000	2	100	56	1 300

¹ Recomendaciones ES-5C1biv-2025-0001 y ES-5C1biv-2025-0002 del TERT en el *Final Review Report* del NECD (Revisión de los datos de 2025 del Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos bajo la Directiva (EU) 2016/2284). *Final Review Report* disponible en: https://environment.ec.europa.eu/topics/air/reducing-emissions-air-pollutants/emissions-inventories_en#review-of-national-emission-inventories

ANEXO III

Cálculo de emisiones

Estimación de las emisiones de NMVOC (año 2015) derivadas del proceso de incineración de lodos.

Cantidad lodos incinerados: 57 723,00 t.

FE NMVOC = 470,4 g NMVOC / t lodo incinerado

$$\text{Emisiones de NMVOC} = \text{VA} \times \text{FE}$$

$$\text{Emisiones de NMVOC} = (57\,723) \times 470,4 \times \frac{1}{10^6} = 27,15 \text{ t NMVOC}$$

ANEXO IV

Emisiones

Emisiones estimadas a nivel CRT 5C1aii4 y NFR 5C1biv.

	CRT 5C1aii4			NFR 5C1biv																			
Año	CH ₄	N ₂ O	NMVOC	CO	SO ₂	NOx	PM ₁₀	PM _{2,5}	TSP	BC	PCDD/ PCDF	As	Cd	Cr	Cu	PAH	HCB	PCB	Hg	Ni	Se	Pb	Zn
	(t)										(g)	(kg)											
1990	1,99	20,30	9,65	317,87	57,42	51,27	3,36	0,90	42,66	0,03	1,03	96,4	328,1	287,1	820,3	0,03	0,10	0,09	47,17	164,1	3,08	1.025,40	1.353,5
1991	2,35	24,03	11,42	376,26	67,97	60,69	3,98	1,07	50,49	0,04	1,21	114,1	388,4	339,8	971,0	0,03	0,11	0,11	55,83	194,2	3,64	1.213,74	1.602,1
1992	2,68	27,34	12,99	428,00	77,32	69,03	4,53	1,21	57,43	0,04	1,38	129,8	441,8	386,6	1.104,5	0,04	0,13	0,12	63,51	220,9	4,14	1.380,63	1.822,4
1993	3,07	31,29	14,87	489,87	88,49	79,01	5,18	1,39	65,74	0,05	1,58	148,5	505,7	442,5	1.264,2	0,04	0,15	0,14	72,69	252,8	4,74	1.580,22	2.085,9
1994	4,40	44,94	21,35	703,57	127,10	113,48	7,44	2,00	94,41	0,07	2,27	213,3	726,3	635,5	1.815,7	0,06	0,21	0,20	104,40	363,1	6,81	2.269,57	2.995,8
1995	4,57	46,61	22,15	729,71	131,82	117,70	7,72	2,07	97,92	0,07	2,35	221,3	753,2	659,1	1.883,1	0,06	0,22	0,21	108,28	376,6	7,06	2.353,90	3.107,2
1996	4,62	47,14	22,40	738,09	133,33	119,05	7,81	2,10	99,05	0,07	2,38	223,8	761,9	666,7	1.904,8	0,06	0,22	0,21	109,52	381,0	7,14	2.380,95	3.142,9
1997	4,32	45,76	21,74	688,02	129,43	110,97	7,58	2,03	96,15	0,07	2,57	208,6	710,2	621,4	1.775,5	0,06	0,21	0,20	102,09	355,1	6,66	2.219,41	2.929,6
1998	4,01	42,55	20,22	639,54	120,34	103,15	7,05	1,89	89,39	0,07	2,39	193,9	660,2	577,6	1.650,4	0,06	0,19	0,19	94,90	330,1	6,19	2.063,03	2.723,2
1999	3,92	41,74	19,83	624,67	118,04	100,75	6,91	1,85	87,69	0,06	2,37	189,4	644,8	564,2	1.612,0	0,05	0,19	0,18	92,69	322,4	6,05	2.015,06	2.659,9
2000	6,78	71,66	34,05	1.081,23	202,67	174,39	11,87	3,18	150,56	0,11	3,99	327,9	1.116,1	976,6	2.790,3	0,09	0,33	0,31	160,44	558,1	10,46	3.487,83	4.603,9
2001	5,34	57,90	27,51	851,11	163,75	137,28	9,59	2,57	121,64	0,09	3,43	258,1	878,6	768,7	2.196,4	0,08	0,26	0,25	126,29	439,3	8,24	2.745,52	3.624,1
2002	6,70	70,38	33,44	1.068,67	199,06	172,37	11,66	3,13	147,87	0,11	3,86	324,0	1.103,1	965,3	2.757,9	0,09	0,32	0,31	158,58	551,6	10,34	3.447,33	4.550,5
2003	7,46	76,85	36,51	1.191,10	217,34	192,11	12,73	3,42	161,45	0,12	3,22	361,2	924,2	1.075,8	3.073,8	0,10	0,31	0,35	133,65	614,8	11,53	2.907,06	5.071,8
2004	3,82	40,90	19,43	608,48	115,68	98,14	6,78	1,82	85,93	0,06	1,57	184,5	316,7	549,6	1.570,3	0,05	0,13	0,18	46,34	314,1	5,89	1.009,02	2.590,9
2005	3,87	41,38	19,66	616,99	117,04	99,52	6,86	1,84	86,94	0,06	1,18	187,1	163,2	557,3	1.592,2	0,05	0,11	0,18	24,70	318,4	5,97	539,42	2.627,2
2006	4,00	42,51	20,20	637,70	120,23	102,85	7,04	1,89	89,32	0,07	0,76	193,4	5,3	576,0	1.645,7	0,06	0,08	0,19	2,47	329,1	6,17	57,13	2.715,4
2007	8,94	93,46	44,41	1.427,10	264,33	230,18	15,48	4,15	196,36	0,15	1,37	432,7	10,8	1.289,0	3.682,9	0,12	0,18	0,41	5,37	736,6	13,81	124,43	6.076,7
2008	8,81	92,09	43,76	1.406,36	260,47	226,83	15,26	4,09	193,49	0,14	1,35	426,4	10,6	1.270,3	3.629,3	0,12	0,18	0,41	5,30	725,9	13,61	122,60	5.988,4
2009	6,00	63,73	30,28	956,54	180,24	154,28	10,56	2,83	133,89	0,10	1,13	290,0	7,9	864,0	2.468,5	0,08	0,12	0,28	3,70	493,7	9,26	85,62	4.073,0
2010	6,15	64,84	30,81	980,88	183,37	158,21	10,74	2,88	136,22	0,10	1,06	297,4	7,8	886,0	2.531,3	0,08	0,13	0,28	3,75	506,3	9,49	86,75	4.176,7
2011	6,07	64,26	30,53	967,81	181,75	156,10	10,65	2,86	135,01	0,10	1,10	293,5	7,9	874,1	2.497,6	0,08	0,13	0,28	3,73	499,5	9,37	86,18	4.121,0
2012	7,32	77,84	36,99	1.167,15	220,15	188,25	12,89	3,46	163,54	0,12	1,40	353,9	9,7	1.054,2	3.012,0	0,10	0,15	0,34	4,53	602,4	11,29	104,64	4.969,8
2013	4,83	52,19	24,80	769,37	147,62	124,09	8,65	2,32	109,66	0,08	1,09	233,3	7,0	694,9	1.985,5	0,07	0,10	0,22	3,07	397,1	7,45	70,79	3.276,0
2014	5,19	55,43	26,34	826,97	156,78	133,38	9,18	2,46	116,47	0,09	1,04	250,8	7,1	746,9	2.134,1	0,07	0,11	0,24	3,23	426,8	8,00	74,72	3.521,3
2015	5,41	57,15	27,15	862,92	161,62	139,18	9,47	2,54	120,06	0,09	0,95	261,7	6,9	779,4	2.226,9	0,07	0,11	0,25	3,31	445,4	8,35	76,54	3.674,4
2016	5,10	55,51	26,38	812,44	157,00	131,04	9,20	2,47	116,63	0,09	1,23	246,4	7,7	733,8	2.096,6	0,07	0,11	0,24	3,28	419,3	7,86	75,56	3.459,4

Sistema Español de Inventario de Emisiones
Metodologías de estimación de emisiones

2017	5,06	53,71	25,52	807,52	151,91	130,24	8,90	2,39	112,85	0,08	0,94	244,9	6,6	729,4	2.083,9	0,07	0,10	0,23	3,12	416,8	7,81	72,10	3.438,5
2018	4,97	52,53	24,96	792,15	148,56	127,77	8,70	2,33	110,36	0,08	0,89	240,2	6,4	715,5	2.044,3	0,07	0,10	0,23	3,04	408,9	7,67	70,40	3.373,0
2019	4,41	46,31	22,01	704,35	130,98	113,60	7,67	2,06	97,30	0,07	0,71	213,6	5,4	636,2	1.817,7	0,06	0,09	0,20	2,67	363,5	6,81	61,79	2.999,2
2020	4,59	48,46	23,03	732,50	137,07	118,14	8,03	2,15	101,82	0,08	0,80	222,1	5,8	661,6	1.890,3	0,06	0,09	0,21	2,80	378,1	7,08	64,88	3.119,0
2021	4,72	49,55	23,54	753,62	140,14	121,55	8,21	2,20	104,11	0,08	0,76	228,5	5,8	680,7	1.944,8	0,06	0,10	0,22	2,86	389,0	7,28	66,11	3.209,0
2022	4,61	49,43	23,49	734,91	139,81	118,53	8,19	2,20	103,86	0,08	0,96	222,8	6,4	663,8	1.896,5	0,06	0,10	0,21	2,89	379,3	7,10	66,74	3.129,3
2023	5,20	58,37	27,74	826,06	165,09	133,24	9,67	2,59	122,64	0,09	1,63	250,5	9,1	746,1	2.131,8	0,08	0,11	0,24	3,51	426,4	7,96	80,78	3.517,4
2024	5,18	56,57	26,88	824,93	159,98	133,05	9,37	2,51	118,85	0,09	1,29	250,1	7,9	745,1	2.128,9	0,07	0,11	0,24	3,35	425,8	7,96	77,13	3.512,6