

INCINERACIÓN DE LODOS DE AGUAS RESIDUALES

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	09.02.05
CRF	5C11biii
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 en 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, la eliminación de lodos mediante incineración es una práctica que se lleva a cabo para el 9% 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 CC. AA.); y 2) lodos obtenidos de cuestionario para los focos puntuales (industrias papeleras y refinerías).

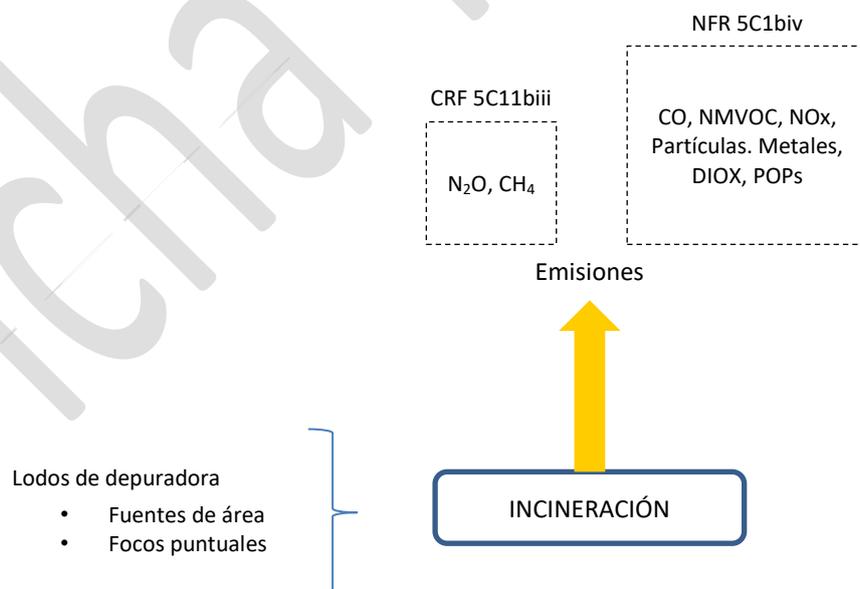


Figura 1. Esquema (Fuente: elaboración propia)

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	DIOX	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 CRF	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			
NM _{VOC}	T2			
Cr	T2			
Cu	T2			
DIOX	T2			
PAH	T2			
HCB	T2			
PCB	T2			EMEP/EEA 2019. Capítulo 5C1biv.
Hg	T2			
Ni	T2			
Se	T2			
NO _x	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
1997-2021		Registro Nacional de Lodos
1990-2021	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	1990-2021	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 2016. Capítulo 5C1biv. <i>Incineration sewage sludge</i> . Tablas 3-2 y 3-4.	FE por defecto
SO ₂		D		
NMVOC		D		
As		D		
BC		D	EMEP/EEA 2016. Capítulo 5C1biv. <i>Incineration sewage sludge</i> . Tabla 3-2.	FE por defecto
Cd		D		
CO		D		
Cr		D		
Cu		D		
DIOX		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 CRF 5C11biii 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.
N ₂ O	-	-	
As	-	-	
BC	-	-	
Cd	-	-	
CO	-	-	
NMVOC	-	-	
Cr	-	-	
Cu	-	-	

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
DIOX	-	-	
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

Enero de 2023.

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

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

AÑO	Tonelada lodos incinerados
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	48 676,92

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	1990-2021	97	g/Mg lodo	
N ₂ O		990		
NMVOC		470,4		
CO		15 500		
SO ₂		2 800		
NO _x		2 500		
PM ₁₀		4 100		
PM _{2,5}		1 100		
TSP		2 080		
BC		38,5		
DIOX		4 650 000		ng/Mg lodo
As		4 700		mg/Mg lodo
Cd		16 000		
Cr	14 000			
Cu	40 000			
PAH	1,29			
HCB	4,7			
PCB	4,5			
Hg	2 300			
Ni	8 000			
Se	150			
Pb	50 000			
Zn	66 000			

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 toneladas.

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

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

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

Ficha Técnica

ANEXO IV

Emisiones

Emisiones estimadas a nivel CRF 5C11biii y NFR 5C1biv

AÑO	CRF 5C11biii			NFR 5C1biv																			
	CH ₄ (Mg)	N ₂ O (Mg)	NMVOC (Mg)	CO (Mg)	SO ₂ (Mg)	NO _x (Mg)	PM ₁₀ (Mg)	PM _{2,5} (Mg)	TSP (Mg)	BC (Mg)	DIOX (g)	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	PAH (kg)	HCB (kg)	PCB (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Se (kg)	Pb (kg)	Zn (kg)
1990	1,66	17,41	8,27	265,24	49,25	42,78	2,88	0,77	36,59	0,03	79,57	80,43	273,79	239,57	684,48	0,02	0,08	0,08	39,36	136,90	2,57	855,61	1 129,40
1991	1,98	20,60	9,79	315,23	58,25	50,84	3,41	0,92	43,27	0,03	94,57	95,59	325,40	284,73	813,51	0,03	0,10	0,09	46,78	162,70	3,05	1 016,89	1 342,29
1992	2,25	23,43	11,13	358,81	66,26	57,87	3,88	1,04	49,22	0,04	107,64	108,80	370,38	324,08	925,95	0,03	0,11	0,10	53,24	185,19	3,47	1 157,44	1 527,82
1993	2,58	26,80	12,73	411,91	75,80	66,44	4,44	1,19	56,31	0,04	123,57	124,90	425,19	372,05	1 062,99	0,03	0,12	0,12	61,12	212,60	3,99	1 328,73	1 753,93
1994	3,73	38,45	18,27	595,33	108,74	96,02	6,37	1,71	80,78	0,06	178,60	180,52	614,54	537,72	1 536,34	0,05	0,18	0,17	88,34	307,27	5,76	1 920,43	2 534,97
1995	3,87	39,88	18,95	617,44	112,78	99,59	6,61	1,77	83,78	0,06	185,23	187,22	637,35	557,68	1 593,38	0,05	0,19	0,18	91,62	318,68	5,98	1 991,73	2 629,08
1996	3,91	40,34	19,17	624,43	114,08	100,72	6,68	1,79	84,75	0,06	187,33	189,34	644,58	564,00	1 611,44	0,05	0,19	0,18	92,66	322,29	6,04	2 014,30	2 658,88
1997	3,55	39,63	18,83	564,73	112,08	91,09	6,56	1,76	83,26	0,06	169,42	171,24	582,95	510,08	1 457,37	0,05	0,17	0,16	83,80	291,47	5,47	1 821,72	2 404,67
1998	3,89	42,55	20,22	618,71	120,34	99,79	7,05	1,89	89,39	0,07	185,61	187,61	638,67	558,83	1 596,67	0,06	0,19	0,18	91,81	319,33	5,99	1 995,83	2 634,50
1999	3,92	41,74	19,83	624,67	118,04	100,75	6,91	1,85	87,69	0,06	187,40	189,42	644,82	564,22	1 612,04	0,05	0,19	0,18	92,69	322,41	6,05	2 015,06	2 659,87
2000	6,78	71,66	34,05	1 081,23	202,67	174,39	11,87	3,18	150,56	0,11	324,37	327,86	1 116,10	976,59	2 790,26	0,09	0,33	0,31	160,44	558,05	10,46	3 487,83	4 603,93
2001	5,34	57,90	27,51	851,11	163,75	137,28	9,59	2,57	121,64	0,09	255,33	258,08	878,57	768,74	2 196,41	0,08	0,26	0,25	126,29	439,28	8,24	2 745,52	3 624,08
2002	6,70	70,38	33,44	1 068,67	199,06	172,37	11,66	3,13	147,87	0,11	320,60	324,05	1 103,14	965,25	2 757,86	0,09	0,32	0,31	158,58	551,57	10,34	3 447,33	4 550,47
2003	7,46	76,85	36,51	1 191,10	217,34	192,11	12,73	3,42	161,45	0,12	357,33	361,17	1 229,52	1 075,83	3 073,80	0,10	0,36	0,35	176,74	614,76	11,53	3 842,25	5 071,77
2004	3,82	40,90	19,43	608,48	115,68	98,14	6,78	1,82	85,93	0,06	182,54	184,51	628,10	549,59	1 570,26	0,05	0,18	0,18	90,29	314,05	5,89	1 962,83	2 590,93
2005	3,87	41,38	19,66	616,99	117,04	99,52	6,86	1,84	86,94	0,06	185,10	187,09	636,90	557,28	1 592,24	0,05	0,19	0,18	91,55	318,45	5,97	1 990,30	2 627,20
2006	4,00	42,51	20,20	637,70	120,23	102,85	7,04	1,89	89,32	0,07	191,31	193,37	658,27	575,99	1 645,68	0,06	0,19	0,19	94,63	329,14	6,17	2 057,10	2 715,37
2007	8,94	93,46	44,41	1 427,10	264,33	230,18	15,48	4,15	196,36	0,15	428,13	432,74	1 473,14	1 289,00	3 682,85	0,12	0,43	0,41	211,76	736,57	13,81	4 603,56	6 076,71
2008	8,81	92,09	43,76	1 406,36	260,47	226,83	15,26	4,09	193,49	0,14	421,91	426,44	1 451,72	1 270,26	3 629,31	0,12	0,43	0,41	208,69	725,86	13,61	4 536,63	5 988,35
2009	6,00	63,73	30,28	956,54	180,24	154,28	10,56	2,83	133,89	0,10	286,96	290,05	987,40	863,97	2 468,49	0,08	0,29	0,28	141,94	493,70	9,26	3 085,61	4 073,01
2010	6,15	64,84	30,81	980,88	183,37	158,21	10,74	2,88	136,22	0,10	294,27	297,43	1 012,53	885,96	2 531,31	0,08	0,30	0,28	145,55	506,26	9,49	3 164,14	4 176,67
2011	6,07	64,26	30,53	967,81	181,75	156,10	10,65	2,86	135,01	0,10	290,34	293,46	999,03	874,15	2 497,56	0,08	0,29	0,28	143,61	499,51	9,37	3 121,95	4 120,98
2012	7,32	77,84	36,99	1 167,15	220,15	188,25	12,89	3,46	163,54	0,12	350,14	353,91	1 204,80	1 054,20	3 012,00	0,10	0,35	0,34	173,19	602,40	11,29	3 765,00	4 969,80
2013	4,83	52,19	24,80	769,37	147,62	124,09	8,65	2,32	109,66	0,08	230,81	233,29	794,18	694,91	1 985,46	0,07	0,23	0,22	114,16	397,09	7,45	2 481,83	3 276,01
2014	5,19	55,43	26,34	826,97	156,78	133,38	9,18	2,46	116,47	0,09	248,09	250,76	853,65	746,94	2 134,12	0,07	0,25	0,24	122,71	426,82	8,00	2 667,65	3 521,30
2015	5,41	57,15	27,15	862,92	161,62	139,18	9,47	2,54	120,06	0,09	258,88	261,66	890,76	779,41	2 226,90	0,07	0,26	0,25	128,05	445,38	8,35	2 783,62	3 674,38
2016	5,10	55,51	26,38	812,44	157,00	131,04	9,20	2,47	116,63	0,09	243,73	246,35	838,65	733,82	2 096,62	0,07	0,25	0,24	120,56	419,32	7,86	2 620,77	3 459,42
2017	5,06	53,71	25,52	807,52	151,91	130,24	8,90	2,39	112,85	0,08	242,25	244,86	833,57	729,37	2 083,91	0,07	0,24	0,23	119,83	416,78	7,81	2 604,89	3 438,46

2018	4,97	52,53	24,96	792,15	148,56	127,77	8,70	2,33	110,36	0,08	237,64	240,20	817,70	715,49	2044,25	0,07	0,24	0,23	117,54	408,85	7,67	2555,32	3373,02
2019	4,41	46,31	22,01	704,35	130,98	113,60	7,67	2,06	97,30	0,07	211,30	213,58	727,07	636,18	1817,67	0,06	0,21	0,20	104,52	363,53	6,81	2272,09	2999,16
2020	4,59	48,46	23,03	732,50	137,07	118,14	8,03	2,15	101,82	0,08	219,75	222,11	756,13	661,61	1890,32	0,06	0,22	0,21	108,69	378,06	7,08	2362,90	3119,03
2021	4,59	48,19	22,90	732,33	136,30	118,12	7,98	2,14	101,25	0,07	219,70	222,06	755,95	661,46	1889,88	0,06	0,22	0,21	108,67	377,98	7,08	2362,35	3118,30

Ficha Técnica