



Junta de Andalucía

Consejería de Sostenibilidad,
Medio Ambiente y Economía Azul
Dirección General de Sostenibilidad Ambiental y
Cambio Climático

Guía de apoyo para la notificación de las emisiones a las actividades de gestión de residuos

Versión: Diciembre 2023





ÍNDICE

1. OBJETIVO DE ESTA GUÍA.....	5
2. EMISIONES ASOCIADAS AL EPÍGRAFE 5.....	7
2.1. Emisiones procedentes de los Vertederos Municipales.....	7
3. PARÁMETROS CONTAMINANTES A NOTIFICAR.....	9
4. METODOLOGÍA DE NOTIFICACIÓN DE EMISIONES.....	26
5. METODOLOGÍAS DE CÁLCULO PROPUESTAS.....	26
5.1. Metodología EPA para Vertederos: AP-42, 5ª Edición, Vol. 1, Cap. 2.4. Vertederos de Residuos No Peligrosos.....	27
5.1.1. Sin Sistema de Control.....	27
5.1.2. Con Sistema de Control.....	30
5.2. Metodología IPCC para Vertederos de Residuos No Peligrosos.....	33
5.3. Metodología EPA para Tratamientos de Aguas Residuales.....	36
5.4. Metodología EPA para Manipulación de Material Pulverulento.....	38
6. INFORMACIÓN DERIVADA DE LOS BREF.....	39
6.1. Emisiones procedentes de tratamientos biológicos.....	40
6.1.1. Digestión Anaerobia.....	40
6.1.2. Digestión Aerobia.....	42
6.2. Emisiones precedentes de Tratamientos Físico-Químicos de Aguas Residuales.....	43
6.2.1. Emisiones al aire de los Sist. de Tratamiento Físico-Químicos del agua residual.....	44
6.2.2. Emisiones al agua de los Sist. de Tratamiento Físico-Químicos del agua residual.....	44
6.3. Emisiones procedentes de Instalaciones para el Tratamiento de Subproductos Animales. .	45
7. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5a del Reglamento 166/2006.....	9
Tabla 2: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5b) del Reglamento 166/2006.....	12
Tabla 3: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5c) del Reglamento 166/2006.....	14
Tabla 4: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5d) del Reglamento 166/2006.....	15
Tabla 5: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5e) del Reglamento 166/2006.....	18
Tabla 6: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5f) del Reglamento 166/2006.....	19
Tabla 7: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5g) del Reglamento 166/2006.....	21



Tabla 8: Sub-lista de contaminantes PRTR introducidos por el R.D. 508/2007.....	25
Tabla 9: Valores propuestos por la EPA.....	28
Tabla 10: Eficiencia del sistema de control según el dispositivo utilizado.....	31
Tabla 11: Factores de emisión de CO.....	32
Tabla 12: Factores de emisión de NO ₂	32
Tabla 13: Factores de emisión de Dioxinas y Furanos.....	33
Tabla 14: Factores de emisión de PM ₁₀	33
Tabla 15: Valores DOC _f por defecto.....	35
Tabla 16: Valores por defecto del DOC en los principales tipos de residuos.....	36
Tabla 17: DBO ₅ estimada según el tipo de industria.....	38
Tabla 18: Rango de aplicación para el cálculo de emisiones de partículas por manipulación de materiales pulverulentos.....	39
Tabla 19: Estimación de emisiones gaseosas de plantas anaeróbicas.....	40
Tabla 20: Emisiones típicas procedentes de la digestión anaeróbica según BREF.....	41
Tabla 21: Estimación de emisiones al aire de plantas aeróbicas.....	42
Tabla 22: Emisiones típicas procedentes de la digestión aeróbica según BREF.....	42
Tabla 23: Emisiones al aire de sistemas físico químicos de tratamiento de agua residual.....	44
Tabla 24: Composición típica del efluente de salida de un tratamiento FQ al agua residual.....	45
Tabla 25: Emisiones típicas de las plantas de tratamientos de subproductos animales en seco.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Entradas y salidas de una actividad de tratamiento de residuos.....	7
Figura 2. Fases de degradación de los RSU.....	8
Figura 3. Esquema de funcionamiento del tratamiento físico químico de aguas residuales.....	44
Figura 4. Diagrama general del tratamiento de subproductos animales.....	46



ABREVIATURAS

CORINAIR:	Atmospheric Emissions Inventory Guidebook (Inventario de emisiones a la atmósfera)
dscm:	Dry Standard Cubic Meter
EEA:	European Environment Agency (Agencia Europea del Medio Ambiente)
EMEP:	European Monitoring Evaluation Programme (Programa concertado de vigilancia continua y de evaluación de la transmisión a larga distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa)
EPA:	Environmental Protection Agency
E-PRTR:	European Pollutant Release and Transfer Register (Registro Europeo de Emisiones Transferencias de Contaminantes)
F.E.:	Factor de Emisión
FQ:	Físico-químico
IPCC:	Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático)
IPPC:	Integrated Pollution Prevention and Control
MITERD:	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
R.D.:	Real Decreto
RP:	Residuos Peligrosos
RSU:	Residuos Sólidos Urbanos



1. Objetivo de esta guía

Este documento establece las particularidades para la notificación de las emisiones y transferencia de contaminantes de las instalaciones incluidas en el epígrafe 5, del Anexo I, correspondiente al Real Decreto 508/2007 (BOE n.º 96, de 21 de abril de 2007), modificado mediante Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, (BOE n.º 251, 19 de octubre de 2013). Fundamentalmente **se incluye la metodología para el cálculo de las emisiones de los vertederos de residuos no peligrosos (incluidos en el epígrafe 5.d) y de las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales (epígrafe 5.f).**

Asimismo, se incluyen **algunas formas de cálculo de emisiones derivadas de tratamientos de residuos** (tanto al aire como al agua) como de emisiones aire/agua **derivadas del tratamiento físico-químico de aguas residuales.**

Para todas las instalaciones del epígrafe se indican de modo orientativo los contaminantes a notificar en el registro E-PRTR.

El epígrafe 5 se divide como sigue:

“5.a) Instalaciones para la *valorización o eliminación de residuos peligrosos*, con una capacidad de *más de 10 toneladas por día* que realicen una o más de las siguientes actividades:

- 5.a)i. Tratamiento biológico
- 5.a)ii. Tratamiento físico-químico
- 5.a)iii. Combinación o mezcla previas a las operaciones mencionadas en los apartados 5.1 y 5.2
- 5.a)iv. Reenvasado previo a cualquiera de las operaciones mencionadas en los apartados 5.1 y 5.2
- 5.a)v. Recuperación o regeneración de disolventes
- 5.a)vi. Reciclado o recuperación de materias inorgánicas que no sean metales o compuestos metálicos
- 5.a)vii. Regeneración de ácidos o bases
- 5.a)viii. Valorización de componentes utilizados para reducir la contaminación
- 5.a)ix. Valorización de componentes procedentes de catalizadores
- 5.a)x. Regeneración o reutilización de aceites
- 5.a)xi. Embalse superficial (por ejemplo, vertido de residuos líquidos o lodos en pozos, estanques o lagunas, etc.)

5.b) Instalaciones para la *valorización o eliminación de residuos en plantas de incineración o co-incineración de residuos*:

- 5.b)i. *Para residuos **no peligrosos** con una capacidad superior a **3 t/hora***
- 5.b)ii. *Para residuos **peligrosos** con una capacidad superior a **10 toneladas por día***



5.c) Instalaciones para la *eliminación de residuos no peligrosos* con una capacidad de **más de 50 toneladas por día, que incluyan una o más de las siguientes actividades, excluyendo las incluidas en el Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas:**

- 5.c)i. Tratamiento biológico
- 5.c)ii. Tratamiento físico químico
- 5.c)iii. Tratamiento previo a la incineración o co-incineración
- 5.c)iv. Tratamiento de escorias y cenizas
- 5.c)v. Tratamiento en trituradoras de residuos metálicos, incluyendo residuos eléctricos y electrónicos y vehículos al final de su vida útil y sus componentes

5.d) Vertedero de todo tipo de residuos que reciben más de 10 toneladas por día o que tengan una capacidad total de más de 25.000 toneladas con exclusión de los vertederos de residuos inertes.

5.h) Valorización, o una mezcla de valorización y eliminación, de residuos *no peligrosos* con una capacidad superior a **75 toneladas por día que incluyan una o más de las siguientes actividades, excluyendo las incluidas en el Real Decreto-Ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. Cuando la única actividad de tratamiento de residuos que se lleve a cabo en la instalación sea la digestión anaeróbica, los umbrales de capacidad para esta actividad serán de 100 toneladas al día.**

- 5.h)i. Tratamiento biológico
- 5.h)ii. Tratamiento previo a la incineración o co-incineración
- 5.h)iii. Tratamiento de escorias y cenizas
- 5.h)iv. Tratamiento en trituradoras de residuos metálicos, incluyendo residuos eléctricos y electrónicos y vehículos al final de su vida útil y sus componentes

5.i) Almacenamiento temporal de residuos peligrosos no incluidos en el apartado 5.d en espera de la aplicación de alguno de los tratamientos mencionados en el apartado 5.a, 5.b, 5.d y 5.j con una **capacidad total superior a 50 toneladas, excluyendo el almacenamiento temporal, pendiente de recogida, en el sitio donde el residuo es generado.**

5.j) Almacenamiento subterráneo de residuos peligrosos, con una capacidad total superior a 50 toneladas.

5.e) Instalaciones para la *eliminación o aprovechamiento de carcasas o desechos animales* con una capacidad de tratamiento superior a **10 toneladas día.**

5.f) Instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas con una capacidad de 100.000 habitantes equivalentes.

Para las instalaciones de combustión que se encuentren en los complejos anteriores se emplearán las tablas de poderes caloríficos y densidades de combustibles que han sido propuestas, así como los factores de emisión asociados a calderas indicados en la Guía de Notificación de las Instalaciones de Combustión.

Finalmente esta guía incluye también la metodología empleada por la EPA para el cálculo de las emisiones al aire asociada a la manipulación de material pulverulento. La referencia a esta forma de cálculo de par-



tículas se incluye en esta guía por la importante correlación entre las operaciones de transferencia y manipulación de material pulverulento y alguna de las instalaciones incluidas en el epígrafe 5, como por ejemplo, los vertederos con admisión y tratamiento de residuos de demolición y construcción u otros inertes. No obstante, el cálculo sería aplicable a otras instalaciones y podría emplearse si no se disponen de otras metodologías de cálculo o de factores de emisión característicos de la actividad.

2. Emisiones asociadas al epígrafe 5

Las emisiones de las instalaciones de tratamiento de residuos dependen de los procesos específicos que se lleven a cabo. El siguiente diagrama representa las entradas y salidas de una operación cualquiera de tratamiento de residuos. Se diferencia la corriente de salida del residuo tratado de la del residuo generado por el proceso llevado a cabo. Han de notificarse las transferencias de residuos de las dos corrientes.

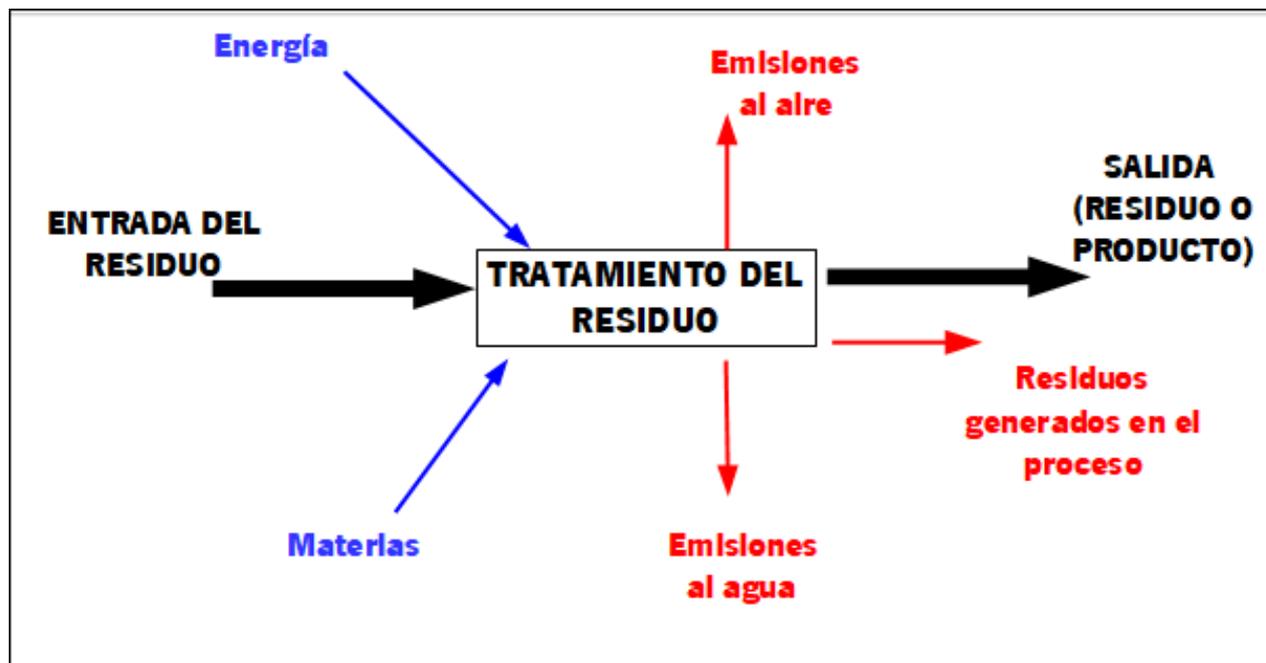


Figura 1. Entradas y salidas de una actividad de tratamiento de residuos

2.1. Emisiones procedentes de los Vertederos Municipales

Como consecuencia de la deposición de residuos biodegradables en vertedero por tiempo indefinido, tienen lugar una serie de reacciones tanto aerobias como anaerobias generadoras de gases. Estos gases emanan de la masa de residuos a través de los resquicios que encuentran a su paso, acumulándose en ciertas ocasiones dentro de la propia masa y dando lugar a bolsas de gases inflamables. Por ello, resulta necesario



la implantación de un sistema de desgasificación que evacue los gases a la atmósfera, bien para su posterior aprovechamiento, bien para su quema en una antorcha.

La composición y la cantidad de los gases que se generan en un vertedero dependen enormemente de la naturaleza de los residuos, de la humedad de los mismos y del tiempo que lleven depositados en el vaso.

En todo proceso de degradación se distinguen varias fases:

Fase aerobia. Es la fase inicial del proceso de degradación, en la que el residuo se descompone de forma aeróbica utilizando el oxígeno del aire. Su duración en el tiempo es corta no yendo más allá de los dos meses desde la deposición del residuo. El contaminante emitido principalmente es CO_2 .

Fase anaerobia. Transcurrido este tiempo, el oxígeno disponible se agota y comienzan a darse condiciones típicamente anaerobias, en las que en un primer momento se generan fundamentalmente ácidos grasos y dióxido de carbono. Es la llamada fase ácida del proceso anaeróbico. Pasado un periodo de tiempo relativamente corto - aproximadamente 1-2 años - comienza la fase denominada metanogénesis. Durante esta fase se generan metano y dióxido de carbono como gases principales, extendiéndose la misma por un periodo que puede llegar incluso a ser mayor de 30 años.

La siguiente figura muestra las diferentes fases por las que pasa el residuo desde que es depositado hasta que se completa el proceso de degradación biológica. Para cada fase se indica la evolución de los principales gases presentes.

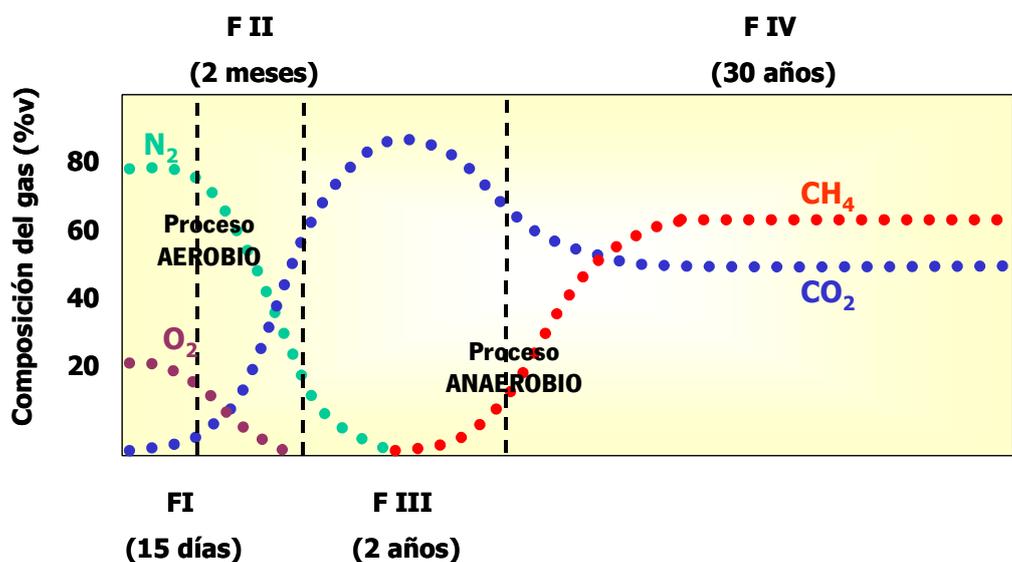


Figura 2. Fases de degradación de los RSU



3. PARÁMETROS CONTAMINANTES A NOTIFICAR

Los parámetros contaminantes a notificar, según el Reglamento (CE) N°166/2006, el Real Decreto 508/2007 y el Real Decreto 812/2007, se agrupan, en función del medio receptor, en contaminantes atmosféricos, contaminantes al medio hídrico y contaminantes al suelo.

En el apéndice 4 de la “Guía para la implantación del E-PRTR” de la Dirección General del Medio Ambiente de la Comisión Europea se adjuntan unas sub-listas que ilustran, a título orientativo, los parámetros contaminantes a notificar en función del tipo de actividad de la instalación. Para las afectadas por el epígrafe PRTR 5, los contaminantes considerados son:

Tabla 1: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5a del Reglamento 166/2006

5 a. Recuperación o eliminación de residuos peligrosos				
N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua	
1	Metano (CH ₄)	■	-	
2	Monóxido de Carbono (CO)	■	-	
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	■	-	
4	Hidrofluorocarburos (HFC's)	■	-	
5	Óxido nitroso (N ₂ O)	■	-	
6	Amoniaco (NH ₃)	■	-	
7	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM)	■	-	
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	■	-	
9	Carburos Perfluorados (PCF's)	■	-	
10	Hexafluoruro de Azufre (SF ₆)	■	-	
11	Óxidos de Azufre (SO _x /SO ₂)	■	-	
12	Nitrógeno Total (N _T)	-	■	
13	Fósforo Total (P _T)	-	■	
14	Hidroclorofluorocarburos (HCFC's)	■	-	
15	Clorofluorocarburos (CFC's)	■	-	
16	Halones	■	-	
17	Arsénico y sus compuestos (como As)	■	■	
18	Cadmio y sus compuestos (como Cd)	■	■	



5 a. Recuperación o eliminación de residuos peligrosos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	■	■
20	Cobre y sus compuestos (como Cu)	■	■
21	Mercurio y sus compuestos (como Hg)	■	■
22	Níquel y sus compuestos (como Ni)	■	■
23	Plomo y sus compuestos (como Pb)	■	■
24	Cinc y sus compuestos (como Zn)	■	■
25	Alaclor	-	■
26	Aldrina	-	■
27	Atrazina	-	■
28	Clordano	-	■
29	Clordecona	-	■
30	Clorfenvifós	-	■
31	Cloroalcanos, C ₁₀ -C ₁₃	-	■
32	Clorpirifós	-	■
33	DDT	-	■
34	1,2 - Dicloroetano (DCE)	-	■
35	Diclorometano (DCM)	■	■
36	Dieldrina	■	■
37	Diurón	-	■
38	Endosulfán	-	■
39	Endrina	■	■
40	Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)	-	■
41	Heptacloro	■	■
42	Hexaclorobenceno (HCB)	■	■
43	Hexaclorobutadieno (HCBD)	-	■
44	1,2,3,4,5,6 - Hexaclorociclohexano (HCH)	■	■
45	Lindano	-	■
46	Mirex	-	■
47	PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (como I-Teq)	■	■



5 a. Recuperación o eliminación de residuos peligrosos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
48	Pentaclorobenceno	■	■
49	Pentaclorofenol	-	■
50	Policlorobifenilos (PCB)	-	■
51	Simazina	-	■
52	Tetracloroetileno (PER)	■	■
53	Tetraclorometano (TCM)	■	■
54	Triclorobencenos (TCB) (todos los isómeros)	■	■
56	1,1,2,2 - Tetracloroetano	■	-
57	Tricloroetileno	■	■
58	Triclorometano	■	■
59	Toxafeno	-	■
60	Cloruro de vinilo	■	■
61	Antraceno	-	■
62	Benceno	■	■
63	Bromodifeniléteres (PBDE)	-	■
64	Nonilfenol y etoxilatos de Nonifenol (NP/NPE)	-	■
65	Etilbenceno	-	■
66	Óxidos de etileno	■	■
67	Isoproturón	-	■
68	Naftaleno	■	■
69	Compuestos Organoestánnicos (como Sn total)	-	■
70	Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP)	■	■
71	Fenoles (como C total)	-	■
72	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	■	■
73	Tolueno	-	■
74	Tributilestaño y compuestos	-	■
75	Trifenilestaño y compuestos	-	■
76	Carbono orgánico total (COT) (como C total o DQO/3)	-	■
77	Trifluralina	-	■



5 a. Recuperación o eliminación de residuos peligrosos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
78	Xilenos	-	■
79	Cloruros (como Cl total)	-	■
80	Cloro y compuestos inorgánicos (como HCl)	■	-
81	Amianto	-	■
82	Cianuros (como CN total)	-	■
83	Fluoruros (como F total)	-	■
84	Flúor y compuestos inorgánicos (como HF)	■	-
85	Cianuro de hidrógeno (HCN)	■	-
86	PM ₁₀	■	-
87	Octilfenoles y etoxilatos de octilfenol	-	■
88	Fluoranteno	-	■
89	Isodrina	-	■
90	Hexabromobifenilo	-	■
91	Benzo(g,h,i)perileno	-	■

NOTA: Este epígrafe del Reglamento 166/2006 corresponde con los epígrafes 5.1 a), b), c), d), e), f), g), h), i), j), k) y 5.2 b) del Real Decreto 815/2013.

Tabla 2: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5b) del Reglamento 166/2006

5 b. Incineración de residuos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
1	Metano (CH ₄)	■	--
2	Monóxido de Carbono (CO)	■	--
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	■	--
5	Óxido nitroso (N ₂ O)	■	--
6	Amoníaco (NH ₃)	■	--
7	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM)	■	--
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	■	--
11	Óxidos de Azufre (SO _x /SO ₂)	■	--
12	Nitrógeno Total (N _t)	--	■



5 b. Incineración de residuos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
13	Fósforo Total (P _t)	--	■
17	Arsénico y sus compuestos (como As)	■	■
18	Cadmio y sus compuestos (como Cd)	■	■
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	■	■
20	Cobre y sus compuestos (como Cu)	■	■
21	Mercurio y sus compuestos (como Hg)	■	■
22	Níquel y sus compuestos (como Ni)	■	■
23	Plomo y sus compuestos (como Pb)	■	■
24	Cinc y sus compuestos (como Zn)	■	■
34	1,2 - Dicloroetano (DCE)	--	■
35	Diclorometano (DCM)	--	■
36	Dieldrina	--	--
37	Diurón	--	--
38	Endosulfán	--	--
39	Endrina	--	--
40	Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)	--	■
42	Hexaclorobenceno (HCB)	■	--
47	PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (como I-Teq)	■	■
48	Pentaclorobenceno	■	■
52	Tetracloroetileno (PER)	■	■
57	Tricloroetileno	■	■
62	Benceno	■	■
65	Etilbenceno	--	■
69	Compuestos Organoestánnicos (como Sn total)	--	■
71	Fenoles (como C total)	--	■
72	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	■	■
73	Tolueno	--	■
76	Carbono orgánico total (COT) (como C total o DQO/3)	--	■
78	Xilenos	--	■



5 b. Incineración de residuos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
79	Cloruros (como Cl total)	--	■
80	Cloro y compuestos inorgánicos (como HCl)	■	--
81	Amianto	--	--
82	Cianuros (como CN total)	--	■
83	Fluoruros (como F total)	--	■
84	Flúor y compuestos inorgánicos (como HF)	■	--
86	PM ₁₀	■	--
87	Octilfenoles y etoxilatos de octilfenol	--	■
88	Fluoranteno	--	■
91	Benzo(g,h,i)perileno	--	■

NOTA: Este epígrafe del Reglamento 166/2006 corresponde con los epígrafes 5.2 a) del Real Decreto 815/2013.

Tabla 3: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5c) del Reglamento 166/2006

5 c. Eliminación de residuos no peligrosos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
1	Metano (CH ₄)	■	--
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	■	--
4	Hidrofluorocarburos (HFC ´s)	■	--
5	Óxido nitroso (N ₂ O)	■	--
6	Amoníaco (NH ₃)	■	--
7	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM)	■	--
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	■	--
10	Hexafluoruro de Azufre (SF ₆)	■	--
12	Nitrógeno Total (N _T)	--	■
13	Fósforo Total (P _T)	--	■
17	Arsénico y sus compuestos (como As)	■	■
18	Cadmio y sus compuestos (como Cd)	■	■
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	■	■
20	Cobre y sus compuestos (como Cu)	■	■



5 c. Eliminación de residuos no peligrosos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
21	Mercurio y sus compuestos (como Hg)	■	■
22	Níquel y sus compuestos (como Ni)	■	■
23	Plomo y sus compuestos (como Pb)	■	■
24	Cinc y sus compuestos (como Zn)	■	■
35	Diclorometano (DCM)	--	■
40	Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)	--	■
41	Heptacloro	--	--
42	Hexaclorobenceno (HCB)	■	--
47	PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (como I-Teq)	■	■
48	Pentaclorobenceno	■	■
53	Tetraclorometano (TCM)	■	■
54	Triclorobencenos (TCB) (todos los isómeros)	--	■
55	1,1,1 - Tricloroetano	■	--
57	Tricloroetileno	--	■
69	Compuestos Organoestánicos (como Sn total)	--	■
71	Fenoles (como C total)	--	■
76	Carbono orgánico total (COT) (como C total o DQO/3)	--	■
79	Cloruros (como Cl total)	--	■
82	Cianuros (como CN total)	--	■
83	Fluoruros (como F total)	--	■
86	PM ₁₀	■	--
87	Octilfenoles y etoxilatos de octilfenol	--	■

NOTA: Este epígrafe del Reglamento 166/2006 corresponde con los epígrafes 5.3 del Real Decreto 815/2013.

Tabla 4: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5d) del Reglamento 166/2006

5 d. Vertederos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
1	Metano (CH ₄)	■	--
2	Monóxido de Carbono (CO)	■	--



5 d. Vertederos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	■	--
5	Óxido nitroso (N ₂ O)	■	--
6	Amoníaco (NH ₃)	■	--
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	■	--
11	Óxidos de Azufre (SO _x /SO ₂)	■	--
12	Nitrógeno Total (N _T)	--	■
13	Fósforo Total (P _T)	--	■
17	Arsénico y sus compuestos (como As)	■	■
18	Cadmio y sus compuestos (como Cd)	■	■
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	■	■
20	Cobre y sus compuestos (como Cu)	■	■
21	Mercurio y sus compuestos (como Hg)	■	■
22	Níquel y sus compuestos (como Ni)	■	■
23	Plomo y sus compuestos (como Pb)	--	■
24	Cinc y sus compuestos (como Zn)	■	■
25	Alaclor	--	■
26	Aldrina	--	■
27	Atrazina	--	■
28	Clordano	--	■
29	Clordecona	--	■
30	Clorfenvifós	--	■
31	Cloroalcanos, C ₁₀ -C ₁₃	--	■
32	Clorpirifós	--	■
33	DDT	--	■
34	1,2 - Dicloroetano (DCE)	--	■
35	Diclorometano (DCM)	--	■
36	Dieldrina	--	■
37	Diurón	--	■
38	Endosulfán	--	■



5 d. Vertederos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
39	Endrina	--	■
40	Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)	--	■
41	Heptacloro	--	■
42	Hexaclorobenceno (HCB)	■	■
43	Hexaclorobutadieno (HCBD)	--	■
44	1,2,3,4,5,6 - Hexaclorociclohexano (HCH)	--	■
45	Lindano	--	■
46	Mirex	--	■
47	PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (como I-Teq)	■	■
48	Pentaclorobenceno	--	■
49	Pentaclorofenol	--	■
50	Policlorobifenilos (PCB)	--	■
51	Simazina	--	■
52	Tetracloroetileno (PER)	--	■
53	Tetraclorometano (TCM)	--	■
54	Triclorobencenos (TCB) (todos los isómeros)	--	■
57	Tricloroetileno	--	■
58	Triclorometano	--	■
60	Cloruro de vinilo	--	■
61	Antraceno	--	■
62	Benceno	--	■
63	Bromodifeniléteres (PBDE)	--	■
64	Nonilfenol y etoxilatos de Nonilfenol (NP/NPE)	--	■
65	Etilbenceno	--	■
67	Isoproturón	--	■
68	Naftaleno	--	■
69	Compuestos Organoestánicos (como Sn total)	--	■
70	Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP)	--	■
71	Fenoles (como C total)	--	■



5 d. Vertederos

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
72	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	--	■
73	Tolueno	--	■
74	Tributilestaño y compuestos	--	■
75	Trifenilestaño y compuestos	--	■
76	Carbono orgánico total (COT) (como C total o DQO/3)	--	■
77	Trifluralina	--	■
78	Xilenos	--	■
79	Cloruros (como Cl total)	--	■
81	Amianto	--	■
82	Cianuros (como CN total)	--	■
83	Fluoruros (como F total)	--	■
86	PM ₁₀	■	--
87	Octilfenoles y etoxilatos de octilfenol	--	■
88	Fluoranteno	--	■
89	Isodrina	--	■
90	Hexabromobifenilo	--	■
91	Benzo(g,h,i)perileno	--	■

NOTA: Este epígrafe del Reglamento 166/2006 corresponde con el epígrafe 5.5 del Real Decreto 815/2013.

Tabla 5: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5e) del Reglamento 166/2006

5 e. Eliminación o aprovechamiento de canales y residuos de animales

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
1	Metano (CH ₄)	■	--
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	■	--
4	Hidrofluorocarburos (HFC ´s)	■	--
6	Amoníaco (NH ₃)	■	--
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	■	--
11	Óxidos de Azufre (SO _x /SO ₂)	■	--



5 e. Eliminación o aprovechamiento de canales y residuos de animales

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
12	Nitrógeno Total (N _T)	--	■
13	Fósforo Total (P _T)	--	■
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	--	■
20	Cobre y sus compuestos (como Cu)	--	■
24	Cinc y sus compuestos (como Zn)	--	■
47	PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (como I-Teq)	■	■
48	Pentaclorobenceno	■	■
72	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	■	--
76	Carbono orgánico total (COT) (como C total o DQO/3)	--	■
86	PM ₁₀	■	--

NOTA: Este epígrafe del Reglamento 166/2006 corresponde con los epígrafes 9.2 del Real Decreto 815/2013.

Tabla 6: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5f) del Reglamento 166/2006

5 f. Tratamiento de aguas residuales urbanas

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
1	Metano (CH ₄)	■	--
2	Monóxido de Carbono (CO)	■	--
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	■	--
5	Óxido nitroso (N ₂ O)	■	--
6	Amoníaco (NH ₃)	■	--
7	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM)	■	--
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	■	--
11	Óxidos de Azufre (SO _x /SO ₂)	■	--
12	Nitrógeno Total (N _T)	--	■
13	Fósforo Total (P _T)	--	■
17	Arsénico y sus compuestos (como As)	--	■
18	Cadmio y sus compuestos (como Cd)	--	■
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	--	■



5 f. Tratamiento de aguas residuales urbanas

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
20	Cobre y sus compuestos (como Cu)	--	■
21	Mercurio y sus compuestos (como Hg)	--	■
22	Níquel y sus compuestos (como Ni)	--	■
23	Plomo y sus compuestos (como Pb)	--	■
24	Cinc y sus compuestos (como Zn)	--	■
27	Atrazina	--	■
34	1,2 - Dicloroetano (DCE)	■	■
35	Diclorometano (DCM)	■	■
37	Diurón	--	■
40	Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)	--	■
42	Hexaclorobenceno (HCB)	■	■
45	Lindano	--	■
48	Pentaclorobenceno	■	--
49	Pentaclorofenol	--	■
50	Policlorobifenilos (PCB)	--	■
51	Simazina	--	■
52	Tetracloroetileno (PER)	■	■
53	Tetraclorometano (TCM)	■	■
55	1,1,1 - Tricloroetano	■	--
57	Tricloroetileno	■	■
58	Triclorometano	■	■
62	Benceno	■	■
64	Nonilfenol y etoxilatos de Nonifenol (NP/NPE)	--	■
67	Isoproturón	--	■
68	Naftaleno	--	■
69	Compuestos Organoestánnicos (como Sn total)	--	■
70	Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP)	--	■
71	Fenoles (como C total)	--	■
72	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	--	■



5 f. Tratamiento de aguas residuales urbanas

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
73	Tolueno	--	■
74	Tributilestaño y compuestos	--	■
75	Trifenilestaño y compuestos	--	■
76	Carbono orgánico total (COT) (como C total o DQO/3)	--	■
78	Xilenos	--	■
79	Cloruros (como Cl total)	--	■
82	Cianuros (como CN total)	--	■
83	Fluoruros (como F total)	--	■
87	Octilfenoles y etoxilatos de octilfenol	--	■
88	Fluoranteno	--	■
91	Benzo(g,h,i)perileno	--	■

NOTA: Este epígrafe del Reglamento 166/2006 corresponde con los epígrafes 5.f del Real Decreto 815/2013.

Tabla 7: Sub-lista de contaminantes PRTR correspondientes al Ep. 5g) del Reglamento 166/2006

5 g. Instalaciones industriales independientes de tratamiento de aguas residuales

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
1	Metano (CH ₄)	■	--
2	Monóxido de Carbono (CO)	■	--
3	Dióxido de Carbono (CO ₂)	■	--
4	Hidrofluorocarburos (HFC's)	■	--
5	Óxido nitroso (N ₂ O)	■	--
6	Amoníaco (NH ₃)	■	--
7	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM)	■	--
8	Óxidos de Nitrógeno (NO _x /NO ₂)	■	--
9	Carburos Perfluorados (PCF's)	■	--
10	Hexafluoruro de Azufre (SF ₆)	■	--
11	Óxidos de Azufre (SO _x /SO ₂)	■	--
12	Nitrógeno Total (N _t)	--	■



5 g. Instalaciones industriales independientes de tratamiento de aguas residuales

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
13	Fósforo Total (P _T)	--	■
17	Arsénico y sus compuestos (como As)	--	■
18	Cadmio y sus compuestos (como Cd)	--	■
19	Cromo y sus compuestos (como Cr)	--	■
20	Cobre y sus compuestos (como Cu)	--	■
21	Mercurio y sus compuestos (como Hg)	--	■
22	Níquel y sus compuestos (como Ni)	--	■
23	Plomo y sus compuestos (como Pb)	--	■
24	Cinc y sus compuestos (como Zn)	--	■
25	Alaclor	--	■
26	Aldrina	--	■
27	Atrazina	--	■
28	Clordano	--	■
29	Clordecona	--	■
30	Clorfenvifós	--	■
31	Cloroalcanos, C ₁₀ -C ₁₃	--	■
32	Clorpirifós	--	■
33	DDT	--	■
34	1,2 - Dicloroetano (DCE)	--	■
35	Diclorometano (DCM)	--	■
36	Dieldrina	--	■
37	Diurón	--	■
38	Endosulfán	--	■
39	Endrina	--	■
40	Compuestos Orgánicos Halogenados (AOX)	--	■
41	Heptacloro	--	■
42	Hexaclorobenceno (HCB)	--	■
43	Hexaclorobutadieno (HCBD)	--	■
44	1,2,3,4,5,6 - Hexaclorociclohexano (HCH)	--	■



5 g. Instalaciones industriales independientes de tratamiento de aguas residuales

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
45	Lindano	--	■
46	Mirex	--	■
47	PCDD + PCDF (dioxinas + furanos) (como I-Teq)	--	■
48	Pentaclorobenceno	■	■
49	Pentaclorofenol	--	■
50	Policlorobifenilos (PCB)	--	■
51	Simazina	--	■
52	Tetracloroetileno (PER)	■	■
53	Tetraclorometano (TCM)	■	■
54	Triclorobencenos (TCB) (todos los isómeros)	■	■
55	1,1,1 – Tricloroetano	■	--
57	Tricloroetileno	■	■
58	Triclorometano	■	■
59	Toxafeno	--	■
60	Cloruro de vinilo	--	■
61	Antraceno	--	■
62	Benceno	■	■
63	Bromodifeniléteres (PBDE)	--	■
64	Nonilfenol y etoxilatos de Nonifenol (NP/NPE)	--	■
65	Etilbenceno	--	■
66	Óxidos de etileno	--	■
67	Isoproturón	--	■
68	Naftaleno	--	■
69	Compuestos Organoestánicos (como Sn total)	--	■
70	Ftalato de bis (2-etilhexilo) (DEHP)	--	■
71	Fenoles (como C total)	--	■
72	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	■	■
73	Tolueno	--	■
74	Tributilestaño y compuestos	--	■



5 g. Instalaciones industriales independientes de tratamiento de aguas residuales

N.º PRTR	Contaminante	Medio Atmósfera	Medio Agua
75	Trifenilestaño y compuestos	--	■
76	Carbono orgánico total (COT) (como C total o DQO/3)	--	■
77	Trifluralina	--	■
78	Xilenos	--	■
79	Cloruros (como Cl total)	--	■
80	Cloro y compuestos inorgánicos (como HCl)	■	--
81	Amianto	--	■
82	Cianuros (como CN total)	--	■
83	Fluoruros (como F total)	--	■
84	Flúor y compuestos inorgánicos (como HF)	■	--
85	Cianuro de hidrógeno (HCN)	■	--
87	Octilfenoles y etoxilatos de octilfenol	--	■
88	Fluoranteno	--	■
89	Isodrina	--	■
90	Hexabromobifenilo	--	■
91	Benzo(g,h,i)perileno	--	■

NOTA: Este epígrafe del Reglamento 166/2006 corresponde con los epígrafes 13.1 del Real Decreto 815/2013.

En relación a los contaminantes incluidos en la tabla anterior, se deben realizar las siguientes consideraciones:

- Todos los metales (sustancias 17-24) se comunicarán como la masa total del elemento en todas las formas químicas presentes en la emisión.
- Los fenoles (contaminante 71) deben expresarse como la masa total de fenol y fenoles simples sustituidos, expresada como carbono total.
- Para la información sobre emisiones a la atmósfera, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP, contaminante 72) incluyen: el benzo(a)pireno, el benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno y el indeno(1,2,3-cd)pireno.

Por otro lado, en el Real Decreto 508/2007 han sido incluidos una serie de contaminantes que deben notificarse, aunque en principio no se incluirán en la información que el MITERD remita a organismos europeos o a cualquier otro organismo de carácter internacional. Además también se incluye como contaminante PRTR al aire el COT (número PRTR 76). Estos contaminantes se recogen en la siguiente tabla:



Tabla 8: Sub-lista de contaminantes PRTR introducidos por el R.D. 508/2007

Otras sustancias incluidas en el PRTR por el Real Decreto 508/2007			
N.º PRTR	Medio Atmósfera	N.º PRTR	Medio Agua
76	COT	98	DQO
92	Partículas totales en suspensión (PST)	200	o,p'-DDT
93	Talio	201	p,p'-DDD
94	Antimonio	202	p,p'-DDE
95	Cobalto	203	p,p'-DD
96	Manganeso	204	Benzo(a)pireno
97	Vanadio	205	Benzo(b)fluoranteno
	-	206	Benzo(k)fluoranteno
	-	207	Indeno(1,2,3-cg)pireno
	-	208	1,2,3-Triclorobenceno
	-	209	1,2,4-Triclorobenceno
	-	210	1,3,5-Triclorobenceno
	-	211	p-xileno
	-	212	o-xileno
	-	213	m-xileno
	-	214	Penta-BDE
	-	215	Octa-BDE
	-	216	Deca-BDE

Las sustancias con número PRTR desde el 200 al 216 corresponden a isómeros de otras sustancias incluidas en la lista de contaminantes PRTR (DDT, HAP, Triclorobencenos, Xilenos y Bromodifeniléteres).



4. METODOLOGÍA DE NOTIFICACIÓN DE EMISIONES

Según el **Reglamento (CE) 166/2006, de 18 de enero de 2006**, la notificación de las emisiones puede realizarse de tres formas distintas:

- 1) **Datos Medidos (M):** Los datos notificados proceden de mediciones realizadas utilizando métodos normalizados o aceptados.
- 2) **Datos Calculados (C):** Los datos notificados proceden de cálculos realizados utilizando métodos de estimación y factores de emisión aceptados en el ámbito nacional e internacional y representativos de los sectores industriales.
- 3) **Datos Estimados (E):** Los datos notificados proceden de estimaciones no normalizadas fundamentadas en hipótesis óptimas o en las previsiones de expertos.

La casuística asociada a cada una de las posibilidades citadas queda descrita en el documento “Notificación de Datos PRTR – Guía de Apoyo”, de diciembre de 2023. No obstante se detalla de forma explícita la notificación a través de datos calculados específicos según la actividad.

5. METODOLOGÍAS DE CÁLCULO PROPUESTAS

Las principales fuentes bibliográficas consultadas para la selección de las metodologías de cálculo han sido:

- **EPA.** Environmental Protection Agency U.S. En el AP-42 se puede acceder a información para la determinación de emisiones en el sector de tratamiento de residuos en los siguientes capítulos: Capítulo 1.11 Combustión de aceites usados, Capítulo 2.4 Vertederos de residuos municipales, Capítulo 4.3 Tratamiento de aguas residuales y Capítulo 13.2.4 Manipulación de material pulverulento.
- **IPCC.** Panel Intergubernamental para el Cambio Climático. El IPCC ha incluido un capítulo relativo a la determinación de las emisiones generadas en vertederos en las Guías para la elaboración de inventarios nacionales.



5.1. Metodología EPA para Vertederos: AP-42, 5ª Edición, Vol. 1, Cap. 2.4. Vertederos de Residuos No Peligrosos

La metodología descrita a continuación se ha obtenido del documento de la EPA del AP-42 “Municipal Solid Waste Landfill”, disponible en la siguiente dirección web:

https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-10/documents/d02s04_0.pdf

El método se debe notificar como C (calculado) **y la abreviatura** que se debe indicar acompañando a esta metodología es **OTH**.

5.1.1. Sin Sistema de Control

La metodología se basa en el **cálculo de las emisiones de metano** a partir de un modelo (Landfill Air Emission Estimation Model) mediante una ecuación cinética de primer orden:

Ecuación 1

$$Q_{\text{CH}_4} = 1,3 \times L_0 \times R \times (e^{-kc} - e^{-kt})$$

- Q_{CH₄}:** Metano generado en el año expresado en m³/año.
- L₀:** Potencial de generación de CH₄ por tonelada de residuo depositado en vertedero, m³ CH₄/t residuo.
- R:** Media anual de entrada de basura en el vertedero, t/año.
- K:** Constante de generación de metano, año⁻¹.
- C:** Años desde que se clausuró el vertedero (c=0 para los activos), año.
- T:** Años desde el inicio de actividad, año.

Es necesario **definir de manera exacta los tiempos** desde el inicio de la actividad, de la clausura y el año de base de cálculo para la notificación PRTR, puesto que si se asignan de manera imprecisa, tomando como dato de partida únicamente el año, se pueden producir desviaciones importantes en los parámetros c y t de la ecuación anterior. Por ello, se deben asignar las **fechas exactas de cada suceso**, incluyendo el día, el mes y el año.

Como criterio general, en los casos en los que no se disponga del dato exacto en la notificación, se considerarán la fecha de inicio el 01 de enero y las fechas de fin y clausura el 31 de diciembre, de los respectivos años notificados.

A continuación, a modo de ejemplo, se exponen dos casos para la notificación del año base 2016, en los que el vertedero inicia su actividad en 2010 y se clausura en 2015, pero en diferentes fechas, para comprobar las posibles desviaciones.



Caso 1: Inicia su actividad 01/01/2010 y se clausura el 31/12/2015

SUCESOS	FECHAS	TIEMPOS DE REFERENCIA	DÍAS	AÑOS
Inicio: 01 Enero 2010	01/01/10	Años Desde Inicio (t)	2.556	7
Fin: 31 Diciembre 2015	31/12/15	Años Desde Clausura (c)	366	1
Año Base Cálculo PRTR: 2016	31/12/16	Años Funcionando	2.190	6

Caso 2: Inicia su actividad 31/12/2010 y se clausura el 01/01/2015

SUCESOS	FECHAS	TIEMPOS DE REFERENCIA	DÍAS	AÑOS
Inicio: 31 Diciembre 2010	31/12/10	Años Desde Inicio (t)	2.192	6
Fin: 01 Enero 2015	01/01/15	Años Desde Clausura (c)	730	2
Año Base Cálculo PRTR: 2016	31/12/16	Años Funcionando	1.462	4

Continuando con la definición de la ecuación 1:

La constante 1,3 se incluye para compensar el factor L_0 , el cual se determina según la cantidad de gas recogido por el sistema de evacuación de los gases del vertedero. El diseño de estos sistemas proporciona una eficacia de recolección del 75%, por lo que el 25% de los gases generados en el vertedero no son capturados y no se incluyen en la constante L_0 . El ratio del gas producido y gas recogido es 100/75, o lo que es lo mismo 1,3.

La capacidad potencial de generación de metano L_0 depende de la humedad y del contenido de materia orgánica en el residuo.

Si no se conoce R, se puede estimar dividiendo el total de residuos acumulados en el vertedero por el número de años que lleva en funcionamiento. Si algunas celdas se destinan a almacenar residuos no biodegradables (de la construcción, plásticos, metales, vidrios), estas cantidades se excluyen para el cálculo de R.

El coeficiente k determina la rapidez de generación del biogás y de agotamiento del vertedero. Es función de la humedad del residuo, tipo de residuo, disponibilidad de nutrientes para el proceso anaeróbico, pH y temperatura.

En la tabla siguiente se muestran los valores que, por defecto, propone la EPA:

Tabla 9: Valores propuestos por la EPA.

VALORES POR DEFECTO PROPUESTOS (REF. EPA AP-42)			
Pluviometría	> 635 l/m ²	< 635 l/m ²	Vertederos húmedos
k	0,04	0,02	0,3
L_0	100 m ³ /t	100 m ³ /t	100 m ³ /t

NOTA: Se consideran vertederos húmedos aquéllos que añaden grandes cantidades de agua a los residuos.



La **ecuación 1** anteriormente indicada, fue inicialmente concebida para la estimación de la generación de metano y no para la estimación de emisiones, pues parte del metano en su migración al exterior es captado y degradado en las capas de terreno más superficiales. No obstante, dada la dificultad en evaluar este punto y adoptando un criterio conservador, se considera que todo el metano generado es emitido a la atmósfera a través de fisuras o vías de evacuación practicadas en el terreno.

La composición del biogás es variable con el tiempo, si bien a partir del primer o segundo año la composición es prácticamente constante durante un largo periodo de tiempo (10-30 años) con la siguiente composición típica: iguales cantidades en volumen de metano y dióxido de carbono (47,5 %(v)), 5 %(v) (nitrógeno y otros gases) y trazas de compuestos orgánicos volátiles no metánicos. Por tanto, se puede estimar el metano, dióxido de carbono y biogás emitido a la atmósfera con la **ecuación 1** y asumiendo la composición típica antes indicada.

Considerando la composición típica, la emisión de CO₂ en m³ vendrá dada por la siguiente ecuación:

Ecuación 2

$$Q_{\text{CO}_2} = Q_{\text{CH}_4}$$

Para conocer los **kg/año** del contaminante i emitido se emplean la siguiente fórmula:

Ecuación 3

$$UM_i = Q_i \times \frac{PM_i \times 1 \text{ atm}}{8,205 \times 10^{-5} \times 1000 \times (273 + T)}$$

donde:

UM_i= emisión anual del contaminante i en kg/año sin sistemas de control

Q_i= emisión anual del contaminante i, m³/año

PM_i= peso molecular contaminante i, g/gmol

8,205*10⁻⁵= constante gases, m³ atm/gmol K

T= temperatura del biogás, °C (si no se disponen de datos se asume 25°C)

Si se desea determinar los m³/año de otro gas de vertedero, distinto del CH₄ o CO₂, se aplica la siguiente ecuación:

Ecuación 4

$$Q_i = 2,1 \times Q_{\text{CH}_4} \times \frac{C_i}{10^6}$$

donde:

Q_i= emisión anual del contaminante i, m³/año

2,1= factor de conversión (asume que el 47,5% del gas es CH₄ y el 52,5% CO₂, N₂ y otros constituyentes)



Q_{CH_4} = emisión anual de metano (ecuación 1) $m^3/año$

C_i = concentración del contaminante i, en ppmv

En el DRAFT Section de octubre de 2008 incluido en la página web de la EPA ([Draft AP42 2.4 MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS, October 2008 \(epa.gov\)](#)) se incluyen las concentraciones típicas y los pesos moleculares de los contaminantes que pueden ser constituyentes de los gases emitidos en los vertederos.

Posteriormente se aplica la Ecuación 3 para determinar los kg/año emitidos.

5.1.2. Con Sistema de Control

En el supuesto de que existiera en la instalación un sistema de captación del biogás para su quema en antorcha o aprovechamiento para la producción de energía eléctrica mediante su combustión en motores de combustión interna o turbinas, habría que tener en cuenta los siguientes datos:

- **Eficiencia del sistema de captación.** Los sistemas de captación no son 100% efectivos por lo que siempre parte del biogás generado es emitido a la atmósfera directamente. Si se desconoce este dato se utilizará el valor que **por defecto** fija la EPA del **75% de eficacia** de captación (Ref. USEPA, 1998).
- **Dispositivos de control.** Se tiene que considerar el dispositivo de control y/o aprovechamiento del gas del vertedero. En las tablas que van desde la 10 a la 14 se recogen la eficiencia de los distintos sistemas de control y los factores de emisión a utilizar para estimar las emisiones de CO, NO₂, Dioxinas y Furanos y PM₁₀ en función del dispositivo de control utilizado.

Para estimar las emisiones en el caso que se tengan instalados dispositivos de control y siempre que no se dispongan de datos y/o mediciones de la propia instalación se procede de la siguiente manera:

Emisiones de CH₄:

Ecuación 5

$$CM_{CH_4} = UM_{CH_4} * (1 - (\eta_{col}/100)) + UM_{CH_4} * (\eta_{col}/100) * (1 - (\eta_{cont}/100))$$

donde:

CM_{CH_4} = Emisiones de metano en kg/año en vertederos con sistemas de control.

UM_{CH_4} = Emisiones de metano sin sistemas de control obtenidas con la Ecuación 3, kg/año.

η_{col} = Eficiencia del sistema de captación, 75% por defecto.

η_{cont} = Eficiencia del dispositivo de control.



Tabla 10: Eficiencia del sistema de control según el dispositivo utilizado

Dispositivo de control	η_{cont} (%)	Calidad del factor
Antorcha	97,7	A
Motores de combustión interna	97,2	D
Calderas / Turbinas de vapor	98,6	D
Turbinas de gas	94,4	E

Fuente: Tabla 2.4-3 de “Background information document for updating AP-42 Section 2.4 for estimating emissions from municipal solid waste landfills” de la EPA

Emisiones de CO₂:

Ecuación 6

$$CM_{CO_2} = UM_{CO_2} + (UM_{CH_4} * (\eta_{col}/100) * 2,75)$$

donde:

CM_{CO₂} = Emisiones de CO₂ en kg/año con sistemas de control.

UM_{CO₂} = Emisiones de CO₂ sin sistemas de control, obtenidas con la Ecuación 3, kg/año.

UM_{CH₄} = Emisiones de CH₄ sin sistemas de control, obtenidas con la Ecuación 3, kg/año.

η_{col} = Eficiencia del sistema de captación, 75% por defecto.

2,75 = Ratio del peso molecular de CO₂ y CH₄.

Para el uso de los factores de emisión que se muestran a continuación del monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, dioxinas y furanos y PM₁₀, se debe determinar la cantidad de metano que se dirige hacia el sistema de control mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 7

$$QR_{CH_4} = (Q_{CH_4} * (\eta_{col}/100))$$

QR_{CH₄} = Metano quemado en el sistema de control, en m³/año.

Q_{CH₄} = Metano generado en el año obtenido mediante la Ecuación 1, en m³/año.

η_{col} = Eficiencia del sistema de captación, 75% por defecto.

Emisiones de CO: Se aplican los factores de emisión que se muestran en la tabla 11, multiplicándolos por la cantidad de CH₄ que se quema en el dispositivo de control y que se calcula con la ecuación 7:



Tabla 11: Factores de emisión de CO

Dispositivo de control	Contaminante	F.E. (kg/10 ⁶ dscm CH ₄)	Calidad del factor
Antorcha	CO	737	A
Motores de combustión interna	CO	8.462	C
Calderas / Turbinas de vapor	CO	116	D
Turbinas de gas	CO	3.600	E

Fuente: Tabla 2.4-4 de “Background information document for updating AP-42 Section 2.4 for estimating emissions from municipal solid waste landfills” de la EPA

NOTA: Tanto los F.E. de la tabla anterior, como los de las tres tablas siguientes, se encuentran dados en unidades estándar, lo que implica una temperatura de 20 °C. El caudal por el que se multiplican estos F.E. se considera que está a 25 °C, por lo que para utilizar estos factores deberá pasarse a la temperatura de 20 °C, mediante el cociente $(273,15 + 20)/(273,15 + 25)$.

Emisiones de NO₂: Se aplican los siguientes factores de emisión, multiplicándolos por la cantidad de CH₄ determinada según la ecuación 7.

Tabla 12: Factores de emisión de NO₂

Dispositivo de control	Contaminante	F.E. (kg/10 ⁶ dscm CH ₄)	Calidad del factor
Antorcha	NO ₂	631	A
Motores de combustión interna	NO ₂	11.620	C
Calderas / Turbinas de vapor	NO ₂	677	D
Turbinas de gas	NO ₂	1.400	D

Fuente: Tabla 2.4-4 de “Background information document for updating AP-42 Section 2.4 for estimating emissions from municipal solid waste landfills” de la EPA

Emisiones de SO_x: Las emisiones de SO_x se estiman, siempre que no se dispongan de datos de la propia instalación, asumiendo una combustión completa de todos los compuestos sulfurados.

Ecuación 8

$$CM_{SO_2} = UM_s \cdot (\eta_{col} / 100) \cdot 2$$

donde:

UM_s = Emisiones no controladas de compuestos reducidos de azufre como azufre, a partir de la Ecuación 3.

Para el C_s de la Ecuación 4, se tendrá en cuenta que, si no se dispone de datos específicos del titular, se pueden utilizar valores de 47 ppmv si tiene la mayoría de los residuos depositados antes de 1992 ó 33 ppmv si los residuos se encuentran depositados después de 1992 (dato proporcionado en “Municipal Solid Waste Landfills” de octubre de 2008 de la EPA).



2 = ratio del peso molecular de SO₂ y S.

Emisiones de Dioxinas y Furanos: Se aplican los siguientes factores de emisión, multiplicándolos por la cantidad de CH₄ obtenida según la Ecuación 7.

Tabla 13: Factores de emisión de Dioxinas y Furanos

Dispositivo de control	Contaminante	F.E. (kg/10 ⁶ dscm CH ₄)	Calidad del factor
Antorcha	PCDD+PCDF	6,7 x 10 ⁻⁶	E
Motores de combustión interna	PCDD+PCDF	--	--
Calderas	PCDD+PCDF	5,1 x 10 ⁻⁶	D
Turbinas de gas	PCDD+PCDF	--	--

Fuente: Tabla 2.4-4 de "Background information document for updating AP-42 Section 2.4 for estimating emissions from municipal solid waste landfills" de la EPA

Emisiones de PM₁₀: Se aplican los siguientes factores de emisión, multiplicándolos por la cantidad de CH₄ calculada según la Ecuación 7.

Tabla 14: Factores de emisión de PM₁₀

Dispositivo de control	Contaminante	F.E. (kg/10 ⁶ dscm CH ₄)	Calidad del factor
Antorcha	PM ₁₀	238	A
Motores de combustión interna	PM ₁₀	232	D
Calderas	PM ₁₀	41	D
Turbinas de gas	PM ₁₀	350	E

Fuente: Tabla 2.4-4 de "Background information document for updating AP-42 Section 2.4 for estimating emissions from municipal solid waste landfills" de la EPA

5.2. Metodología IPCC para Vertederos de Residuos No Peligrosos

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático publicó en 2006 guías para el cálculo de inventarios nacionales para la determinación de emisiones de gases de efecto invernadero. El Capítulo 5.3 trata la eliminación de residuos sólidos. El documento completo se encuentra en la siguiente dirección web:

http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_3_Ch3_SWDS.pdf



El método se debe notificar como C (calculado) y **la abreviatura** que se debe indicar acompañando a esta metodología es **SSC**.

En el documento del IPCC se describen dos métodos para determinar las emisiones de metano procedentes de los vertederos de Residuos Municipales: el método de balance de materia (nivel 1) y el método de descomposición de primer orden (nivel 2). El método descrito y recogido en el presente documento se corresponde con el nivel 2. Este método da lugar a un perfil de emisión que depende del tiempo transcurrido y que refleja mejor las verdaderas pautas del proceso de degradación a lo largo del tiempo que el nivel 1.

El modelo de cálculo es el siguiente:

Ecuación 9

$$\text{CH}_4 \text{ emitido (t/año)} = [\text{CH}_4 \text{ generado} - R(t)] \times (1 - \text{OX})$$

donde:

R(t) = cantidad de metano recuperado en el año t (año del inventario).

OX = factor de oxidación (fracción), igual a cero si el vertedero está gestionado pero no cubierto y 0,1 en el caso de que el vertedero se encuentre cubierto con un material oxidante para el metano como puede ser tierra o compost.

El metano generado se calcula según la ecuación siguiente:

Ecuación 10

$$\text{CH}_4 \text{ generado (t/año)} = \text{DDOCmdecomp}_t \times F \times \frac{16}{12}$$

donde:

DDOCm decomp_t = Cantidad de carbono orgánico degradable que se ha descompuesto en el año t.

F = Fracción volumétrica de CH₄ en el biogás generado, por defecto igual a 0,5.

16/12 = Peso molecular CH₄ / C.

La cantidad de carbono orgánico degradable que se ha descompuesto en el año t, correspondiente a la cantidad que se debe usar para determinar el CH₄ emitido, se calcula según la siguiente ecuación:

Ecuación 11

$$\text{DDOCmdecomp}_t = \text{DDOCma}_{t-1} * (1 - e^{-k})$$

donde:

DDOCma_{t-1} = Cantidad de carbono orgánico degradable acumulado al final del año anterior (t-1), en toneladas. (La cantidad depositada en el año del inventario se descompone aeróbicamente, no contribuye el primer año a la generación de metano)

k = Constante de reacción $k = \ln 2 / t_{1/2}$

t_{1/2} = Vida media, es decir, el tiempo que tarda la mitad de la materia orgánica en descomponerse. Para climas templados y secos se considera t_{1/2} igual a 14, por tanto k= 0,05



La cantidad de carbono orgánico degradable acumulado al final de cada año es igual al depositado durante ese año más el acumulado hasta el año anterior. Se expresa matemáticamente en la siguiente ecuación:

Ecuación 12

$$DDOCma_t = DDOCmd_t + (DDOCma_{t-1} \times e^{-k})$$

Teniendo en cuenta las cantidades depositadas cada año, se calcula desde el año inicial hasta el año anterior del inventario la cantidad de carbono orgánico degradable acumulada, para poder realizar el cálculo del carbono orgánico descompuesto en el año del inventario.

El dato de partida es realmente la cantidad de Residuos Municipales depositados cada año. Para calcular la cantidad de carbono orgánico degradable presente en los residuos depositados, se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación 13

$$DDOC_{md} = W \times DOC \times DOC_f \times MCF$$

donde:

DDOCmd = Cantidad de carbono orgánico degradable depositado en el año, en toneladas

W = Cantidad de residuos depositados, en toneladas

DOC = Fracción de carbono orgánico degradable, en t de Carbono / t de residuos, determinado según la Ecuación 14.

DOC_f = Fracción de carbono orgánico degradable que realmente se descompone. Se resumen en la siguiente tabla los valores por defecto según el tipo de residuo:

Tabla 15: Valores DOC_f por defecto

Tipo de residuos	DOC _f recomendada
Residuos poco degradables como la madera, madera procesada o ramas	0,1
Residuos con una degradabilidad media como papel, textil o pañales	0,5
Residuos muy degradables como residuos de comida o de parques y jardines, a excepción de las ramas	0,7
En el caso de que no sea conocido el porcentaje de tipos de residuos	0,5

Fuente: Tabla 3.0 del capítulo 3 del Volumen 5 (Residuos) del documento "2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories"

MCF = Factor de corrección por la descomposición aeróbica en el año de la deposición, igual a 1 para vertederos controlados.

El carbono orgánico degradable depende de la composición del residuo eliminado en vertedero, ya que cada componente del residuo eliminado tiene distintos valores. Se expresa matemáticamente de esta forma:



Ecuación 14

$$DOC = \sum_i DOC_i \times W_i$$

donde:

W_i= Porcentaje del componente i presente en el residuo.

DOC_i= Fracción de carbono orgánico degradable en el tipo i.

Los valores por defecto y el intervalo de valores de carbono orgánico degradable según el tipo de residuo (DOC_i) se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 16: Valores por defecto del DOC en los principales tipos de residuos

Tipo de residuo	DOC (% residuo húmedo)	Intervalo
Papel / cartón	40	36 - 45
Textil	24	20 - 40
Restos de alimentos	15	8 - 20
Madera	43	39 - 46
Residuos de parques y jardines	20	18 - 22
Lodos de aguas domésticas tratadas ¹	30	Incertidumbre del 61%
Lodos de aguas domésticas sin tratar ¹	50	Incertidumbre del 30%
Frutas y vegetales ¹	36	Incertidumbre del 69%
Lodos del proceso de la industria del papel ¹	12	Incertidumbre del 12%
Lodos industriales (por defecto) ¹	26	--

Fuente: Tabla 2.4 del “Waste Generation, Composition and Management Data” de la IPCC

¹ Estos datos se extraen de la Tabla 2.4A del Capítulo 2 del “2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”

En el Anexo 1 se encuentra un ejemplo de aplicación de las metodologías EPA e IPCC para el cálculo de emisiones de gases de un vertedero de Residuos Municipales.

5.3. Metodología EPA para Tratamientos de Aguas Residuales

La EPA ha publicado un documento en el AP-42, para determinar las emisiones en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, que se encuentra disponible en la siguiente dirección web: [AP-42, Vol. I, CH 4.3: Waste Water Collection, Treatment And Storage \(epa.gov\)](#). Este documento se centra principalmente en la metodología para la determinación de las emisiones de COV's tanto de aguas residuales urbanas, como in-



dustriales, aplicando ecuaciones de transferencia de materia. En el documento se establecen unos modelos de emisión, que dan lugar a un software WATER9 que puede ser descargado libremente desde la página web [WATER9, Version 3.0 | US EPA](#).

El método se debe notificar como C (calculado) y **la abreviatura** que se debe indicar acompañando a esta metodología es **OTH**.

Para el cálculo de la emisión de CH₄ sí se establecen fórmulas más sencillas, atendiendo a la naturaleza del agua:

Emisiones de CH₄ de plantas de aguas residuales urbanas:

Ecuación 15

$$\frac{\text{kg CH}_4}{\text{año}} = P \times \frac{\text{kg DBO}_5}{\text{cápita} \times \text{día}} \times \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \times \frac{0,22 \text{ kg CH}_4}{\text{kg DBO}_5} \times \text{Fracción digerida anaeróbica}$$

donde:

P = Población a la que atiende la depuradora.

La **fracción digerida anaeróbicamente** se calcula a partir de la fracción de tiempo que pasa el agua en los tratamientos anaeróbicos frente al total del tiempo tanto en tratamientos anaeróbicos como aeróbicos.

Se ha considerado que no existe ningún sistema de recuperación y utilización del gas emitido. En el caso de que la instalación cuente con algún sistema deberá estimar la eficacia de captación y la eficacia del sistema de control, para deducir las emisiones.

El documento establece como valor estándar 59 g DBO₅/cápita día, y como un 15% la fracción típica digerida anaeróbicamente, lo cual debe ser comprobado para cada instalación. Con estos valores la ecuación quedaría:

Ecuación 16

$$\frac{\text{kg CH}_4}{\text{año}} = 0,71 \times P$$

Emisiones de CH₄ de plantas de aguas residuales industriales:

Para calcular las emisiones de metano de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales, se puede emplear la siguiente ecuación:

Ecuación 17

$$\frac{\text{kg CH}_4}{\text{año}} = Q_i \times \frac{\text{kg DBO}_5}{\text{m}^3 \text{ agua residual}} \times \frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \times \frac{0,22 \text{ kg CH}_4}{\text{kg DBO}_5} \times \text{Fracción digerida anaeróbicamente}$$

donde:

Q_i = Caudal diario (m³/día)



La carga dependerá del tipo de industria que vierte a la depuradora. En el documento de la EPA se establecen unos valores estándar, aunque lo más correcto sería aplicar los resultados de mediciones de la propia instalación.

En la siguiente tabla se incluyen los datos típicos de DBO₅ según el sector industrial del que proceda:

Tabla 17: DBO₅ estimada según el tipo de industria

Industria	DBO ₅ (kg/m ³)	Intervalo
Fertilizante	0,64	0,48 - 0,80
Cerveza	85	80 - 90
Azúcar de remolacha	6,57	5,45 - 7,53
Mantequilla	3,04	--
Azúcar de caña	1,28	1,12 - 1,44
Cereales	0,96	--
Queso	30,4	--
Frutas y verduras	645	70 - 28.000 (DBO) Esta cantidad corresponde a 52,5 - 21.000 de DBO ₅ (75%)
Carne	20,8	--
Leche	122	100 - 143
Vino	135	120 - 150
Hierro y acero	0,64	0,48 - 0,80
Metales no ferrosos	0,64	0,48 - 0,80
Refino y petroquímica	4	--
Farmacéutica	1,28	1,12 - 1,44
Pasta y papel	2,72	2,24 - 3,04
Caucho	0,64	0,48 - 0,80
Textil	0,64	0,48 - 0,80

Fuente: Tabla 4.3-5 del "Evaporation Loss Source" de la EPA

5.4. Metodología EPA para Manipulación de Material Pulverulento

La EPA ha publicado un documento en el AP-42 sobre las emisiones en la manipulación y almacenamiento de material que se encuentra disponible en la siguiente dirección web:



[AP42 13.2.4 Aggregate Handling And Storage Piles \(epa.gov\)](#)

El **método** se debe notificar como **C** (calculado) y la abreviatura que se debe indicar es **OTH**.

La referencia a esta forma de cálculo de partículas se incluye en esta guía por la importante correlación entre las operaciones de transferencia y manipulación de material pulverulento y alguna de las instalaciones incluidas en el epígrafe 5, como por ejemplo, los vertederos con admisión y tratamiento de residuos de demolición y construcción u otros inertes. No obstante, el cálculo sería aplicable a otras instalaciones y podría emplearse si no se disponen de otras metodologías de cálculo o de factores de emisión característicos de la actividad.

En las operaciones con materiales pulverulentos se producen emisiones de partículas durante la carga, descarga o bien en la manipulación de los mismos, cuando éstas se efectúan en sitios abiertos. Estas operaciones pueden producirse en continuo o en discontinuo. La metodología de cálculo propuesta es aplicable a muchas actividades, y en concreto a la gestión de almacenamientos de residuos sólidos.

La fórmula de cálculo propuesta es la siguiente:

Ecuación 18

$$\text{Emisión partículas (kg/año)} = \text{Toneladas material tratado/año} \times k \times 0,0016 \times \frac{(U/2,2)^{1,3}}{(M/2)^{1,4}}$$

donde:

k es 0,35 para el cálculo de PM₁₀ y es 0,74 para el cálculo de Partículas Totales.

U es la velocidad media anual del viento en m/s.

M es la humedad del material en %

El rango de aplicación de esta metodología es el siguiente:

Tabla 18: Rango de aplicación para el cálculo de emisiones de partículas por manipulación de materiales pulverulentos

Contenidos en finos del material	Contenido en humedad del material	Velocidad del viento
0,44 - 19 %	0,25 - 4,8 %	0,6 - 6,7 m/s

Fuente: Documento Miscellaneous Sources de la EPA

Dentro de estos rangos se considera que el factor de emisión tiene un nivel de calidad A. Si el contenido en finos se encuentra fuera del rango de aplicación, entonces se considera que el factor tiene un nivel de calidad B.



6. INFORMACIÓN DERIVADA DE LOS BREF

En el siguiente apartado se incluye la información que se ha considerado de mayor interés para las instalaciones del apartado 5 de Andalucía en el BREF de tratamiento de residuos y en el de mataderos y subproductos animales (Reference Document on Best Available Techniques for the waste treatment industries y Reference Document in the Slaughterhouses and animal by-products industries).

6.1. Emisiones procedentes de tratamientos biológicos

Las emisiones procedentes de tratamientos biológicos dependen de:

- Compuestos volátiles presentes en el residuo a tratar.
- La cantidad y tipo de residuo tratado.
- El tipo de tratamiento.

6.1.1. Digestión Anaerobia

Emisiones al Aire de Sistemas Anaeróbicos del Tratamiento de Aguas Residuales

Para la misma cantidad de residuos, los sistemas anaeróbicos producen menos emisiones que los aeróbicos, dado que la emisión principal es metano, y se capta. Además el proceso es cerrado, con lo que se emiten menos partículas. En la siguiente tabla se incluyen ejemplos de valores típicos de concentraciones para este tipo de tratamiento.

Tabla 19: Estimación de emisiones gaseosas de plantas anaeróbicas

Contaminante	Rango de concentración (mg/Nm ³)	
	Emisión del biotratamiento	Emisión de la combustión de biogás
SO _x	No aplica	0,7 - 436
NO _x	No aplica	60 - 822
CO	No aplica	0,7 - 1.816
NH ₃	0,43 - 83	No aplica
CH ₄	0 - 895	0,004 - 681
COV	No se dispone de información	599 - 2.900



Contaminante	Rango de concentración (mg/Nm ³)	
	Emisión del biotratamiento	Emisión de la combustión de biogás
COVDM	No se dispone de información	0,6 - 93

Fuente: Tabla 4.20 Waste Treatment BREF. 2018

Emisiones al Agua de Sistemas Anaeróbicos del Tratamiento de Aguas Residuales

Los efluentes líquidos de los sistemas anaeróbicos suelen tener mayor concentración de DQO que los de los sistemas aeróbicos.

Para cuantificar las emisiones se deberán realizar medidas de COT, Nitrógeno total, Fósforo total y Cloruros, tanto a la entrada como a la salida, pues son los indicadores más relevantes de un buen funcionamiento de la planta.

En los sistemas anaeróbicos en los que se procesan residuos biológicos procedentes de la industria agroalimentaria no es probable que se produzcan emisiones de metales, porque los metales suelen precipitar con la fracción sólida, aunque puede aparecer una pequeña cantidad en el efluente líquido.

Tabla 20: Emisiones típicas procedentes de la digestión anaeróbica según BREF

Contaminante	Tipo de muestra	Rango de concentración (mg/l)
DQO	Muestra compuesta proporcional	Media diaria: 620 - 2.900
	Muestra compuesta	9 - 3.274
	Muestra simple	30 - 2.928
Cloruros	Muestra compuesta	10,5 - 573
Fluoruros	Muestra simple	0,009
Cianuros	Muestra compuesta	0,2
Nitrógeno total	Muestra compuesta proporcional	Media diaria: 130 - 440
	Muestra compuesta	616
	Muestra simple	5,7 - 432
Fósforo total	Muestra compuesta proporcional	Media diaria: 10 - 14
	Muestra compuesta	29,7
	Muestra simple	0,3 - 35
Cd	Muestra compuesta	0
Hg	Muestra compuesta	0,01
As	Muestra compuesta	0,004
	Muestra simple	<0,00005
Pb	Muestra compuesta	1,9
	Muestra simple	0,001



Contaminante	Tipo de muestra	Rango de concentración (mg/l)
Cr	Muestra compuesta	0,065
	Muestra simple	0,002
Cu	Muestra compuesta	0,3
	Muestra simple	0,002
Ni	Muestra compuesta	0,35
	Muestra simple	0,004
Zn	Muestra compuesta	1,4
	Muestra simple	0,001
Fenoles	Muestra compuesta	2,6
	Muestra simple	0,004
BTEX	Muestra compuesta	0

Fuente: Tabla 4.22 Waste Treatment BREF. 2018

6.1.2. Digestión Aerobia

Como los sistemas aeróbicos funcionan al aire libre, es probable que exista mayor variedad de emisiones debido a que la temperatura y la humedad en el proceso son difíciles de controlar.

Emisiones al Aire de Sistemas Aeróbicos del Tratamiento de las Aguas Residuales

Algunos datos típicos de emisiones de tratamientos aeróbicos se incluyen en la siguiente tabla.

Tabla 21: Estimación de emisiones al aire de plantas aeróbicas

Contaminante	Emisión Al Aire. Concentración
Amoniaco	5 - 3.700 g/ t residuo tratado
CO ₂	98 - 563 kg/t residuo urbano 482 - 566 kg/t si se incluye maquinaria y sistemas energéticos
N ₂ O	11 - 110 g/ t residuo tratado
NO _x	100 g/ t residuo tratado
CH ₄	411 - 2.000 g/ t residuo tratado
Partículas	163 - 186 g/ t residuo tratado
COV	0,7 - 600 g/ t residuo tratado
Dioxinas y furanos	0,1 ng/m ³

Fuente: Tabla 3.21 Waste Treatment Industries BREF. August 2006



Emisiones al Agua de Sistemas Aeróbicos del Tratamiento de Aguas Residuales

A continuación se incluyen rangos de concentraciones de algunos parámetros:

Tabla 22: Emisiones típicas procedentes de la digestión aeróbica según BREF

Contaminante	Tipo de muestra	Rango de concentración (mg/l)
DQO	Muestra compuesta proporcional	4.620
	Muestra compuesta	361
	Muestra simple	175 - 948
	Estimada	2.167
Nitrógeno total	Muestra compuesta proporcional	420
	Muestra compuesta	171
	Muestra simple	5,2 - 225
	Estimada	217
Fósforo total	Muestra compuesta proporcional	26
	Muestra compuesta	1,7
	Muestra simple	4,8 - 5,8
Cd	Muestra compuesta	0,00008
	Muestra simple	0,0002 - 0,024
Hg	Muestra compuesta	0,0001
	Muestra simple	0,0001 - 0,0006
Pb	Muestra compuesta	0,0031
	Muestra simple	0,0033 - 0,075
Cu	Muestra compuesta	0,03
	Muestra simple	0,01 - 0,09
COT	Muestra simple	0,1 - 253,9
Ni	Muestra compuesta	0,04
	Muestra simple	0,02 - 0,03
Zn	Muestra simple	0,02 - 0,16
AOX	Muestra simple	0,22

Fuente: Tabla 4.11 Waste Treatment BREF. 2018



6.2. Emisiones precedentes de Tratamientos Físico-Químicos de Aguas Residuales

La siguiente figura muestra un sencillo esquema de un tratamiento físico-químico:

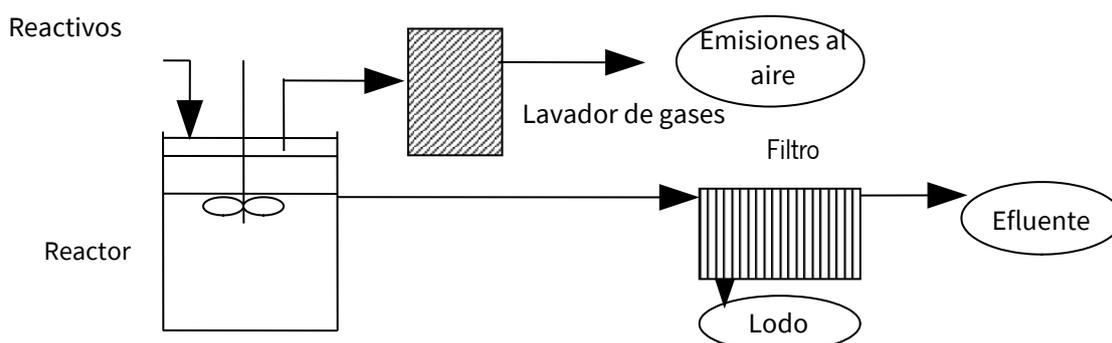


Figura 3. Esquema de funcionamiento del tratamiento físico químico de aguas residuales

6.2.1. Emisiones al aire de los Sist. de Tratamiento Físico-Químicos del agua residual

En la siguiente tabla se incluyen datos de 2001 obtenidos en plantas de tratamiento de aguas residuales, incluidos en el BREF de Tratamiento de residuos.

Tabla 23: Emisiones al aire de sistemas físico químicos de tratamiento de agua residual

Parámetro	Emisión media anual (mg/Nm ³)	Caudal másico (g/h)
COT	2,84 - 36	500
Partículas	0,21	40,3 kg/año
BTX	4,9	--
HCN	<0,05 - 0,12	0,043 - 15
Cloro	<0,03	15
SO ₂	1,17	0,5
HCl	0,3	0,2
Hg	0,01	0,0034

Fuente: Tabla 3.55 Waste Treatment BREF. August 2006



6.2.2. Emisiones al agua de los Sist. de Tratamiento Físico-Químicos del agua residual

En la siguiente tabla se incluyen valores típicos de las plantas de tratamiento físico-químico de aguas residuales, correspondientes a datos obtenidos en 2001, incluidas en el BREF de Tratamiento de residuos.



Tabla 24: Composición típica del efluente de salida de un tratamiento FQ al agua residual

Parámetro	Emisión media anual (ppm)	Carga anual (kg/año)
COT	2.200 - 3.800	38.061
AOX	<0,01 - 0,7	9
BTX	<0,1 - 1,2	10
Cloro	3.975 - 35.420	--
Cianuros	<0,1 - 0,6	<1
Flúor	0,5 - 8,6	--
N total	8,4 - 590	--
P total	<0,1 - 14,75	--
As	<0,01 - 0,1	<0,1
Cd	0,0004 - 0,1	--
Cr	0,05 - 0,3	3,8
Cu	<0,1 - 0,4	2,5
Hg	0,0001 - 0,02	<0,02
Ni	0,05 - 1,4	3,8
Pb	<0,02 - 0,7	<1
Zn	<0,1 - 3,9	12

Fuente: Tabla 3.69 Waste Treatment BREF. August 2006

6.3. Emisiones procedentes de Instalaciones para el Tratamiento de Subproductos Animales

Las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales han sido recogidas por el Real Decreto 1528/2012 y su modificación posterior el Real Decreto 198/2017, de 3 de marzo; los Reglamentos 1069/2009 y 142/2011 y sus modificados posteriores. Se recogen 3 categorías distintas de subproductos, y distintas plantas de tratamiento de subproductos. Para evitar la propagación de enfermedades, muchos subproductos no son aptos para consumo y deben ser tratados en instalaciones diseñadas específicamente para su tratamiento.

La siguiente figura representa un diagrama de bloques de una instalación de tratamiento de subproductos típica y a continuación se incluyen datos de emisiones por tonelada de material tratado para plantas de tratamiento de subproductos animales en seco.

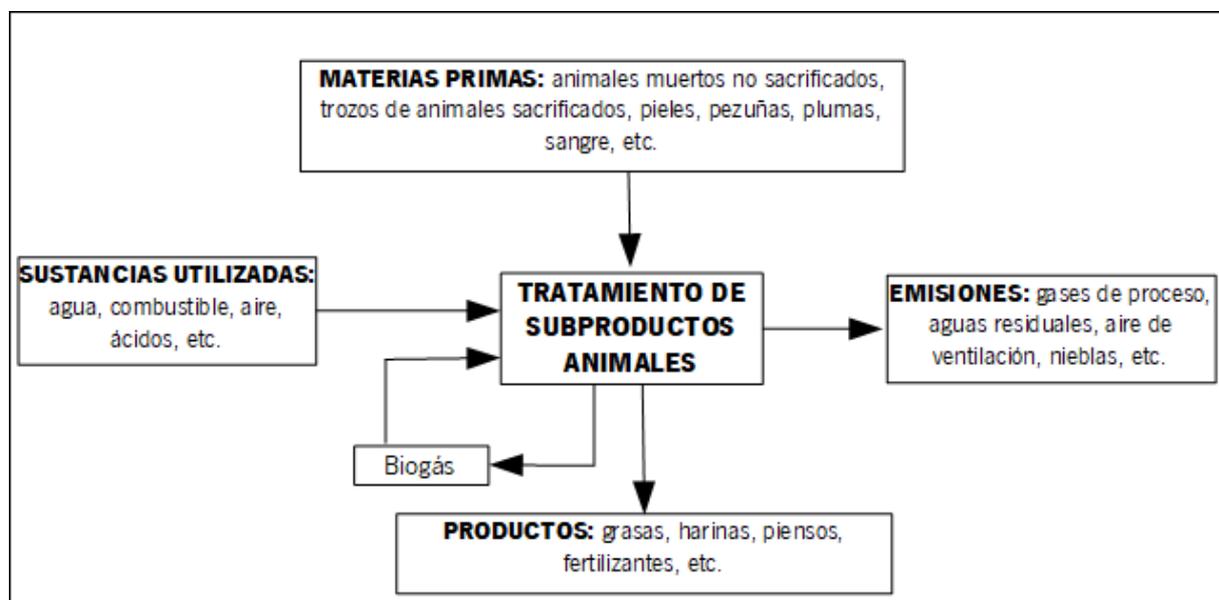


Figura 4. Diagrama general del tratamiento de subproductos animales

Tabla 25: Emisiones típicas de las plantas de tratamientos de subproductos animales en seco

Sustancia	Emisión	Unidad
SO ₂	40	g/t subproducto a tratar
CO ₂	132	kg/t subproducto a tratar
NO _x	390	g/t subproducto a tratar
HCl	10	g/t subproducto a tratar
Partículas (solo gases de combustión de la caldera)	10	g/t subproducto a tratar
CO	30	g/t subproducto a tratar
DQO	2.440	g/t subproducto a tratar

Fuente: Tabla 3.30 Slaughterhouses and Animal by-products industries BREF. May 2005

7. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Reglamento 166/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de enero de 2006, relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencia de contaminantes y por el que se modifica las Directivas 91/689/CE y 96/61/CE del Consejo.

Guía para la implantación del E-PRTR de 31 de mayo de 2006.

EPA: Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos.



- AP 42, 5ª Edición, Volumen I Capítulo 2.4. Vertederos de Residuos Municipales
- AP 42, 5ª Edición, Volumen I Capítulo 4.3. Tratamiento de aguas residuales
- AP 42, 5ª Edición, Volumen I Capítulo 13.2.4 Manipulación de material pulverulento

IPCC Panel Intergubernamental para el Cambio Climático. Guía para el cálculo de inventarios nacionales para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero, Capítulo 5.3 eliminación de residuos sólidos.

http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/5_Volume5/V5_3_Ch3_SWDS.pdf

BREF de Industrias de Tratamientos de Residuos, documento guía sobre las mejores técnicas disponibles para las industrias de tratamientos de residuos. (Agosto de 2006), así como su actualización del año 2018.

BREF de Mataderos y subproductos animales, documento guía sobre las mejores técnicas disponibles para las industrias del mencionado sector. (Mayo de 2005)

Desde la página web del Registro PRTR del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico se puede descargar información sobre el PRTR.

<http://www.prtr-es.com>



ANEXO 1

Ejemplos de aplicación



1) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA CARGA CONTAMINANTE EN UN VERTEDERO ACTIVO SIN SISTEMAS DE CONTROL POR LAS METODOLOGÍAS EPA E IPCC.

A continuación, a título de ejemplo, se procede a la determinación de las emisiones atmosféricas de un supuesto vertedero.

Datos de partida:

- Fecha de inicio de la actividad: 01/01/2010
- Vertedero activo.
- Año del inventario 2016
- Cantidad media anual de RSU depositados en el vertedero: 100.000 t/a.
- No se dispone de sistema de quema o aprovechamiento del biogás.
- Pluviometría = 747 l/m² (> 635 l/m²)

Cálculo de las emisiones atmosféricas según EPA:

- CH₄ :

El cálculo de las emisiones de metano viene dado por la ecuación:

$$Q_{CH_4} = 1,3 \times L_0 \times R \times (e^{-kc} - e^{-kt})$$

siendo:

$$R = 100.000 \text{ t/año}$$

$$L_0 = 100 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$$

$$k = 0,04 \text{ año}^{-1}$$

	Fecha	Años Transcurridos	Días	Años
Inicio el 01 enero de 2010	01/01/10	Años desde inicio (t)	2556	7
Fin el 31 de diciembre de 2016	31/12/16	Años desde clausura (C)	0	0
Base Cálculo tiempo PRTR 31 diciembre de 2016	31/12/16	Años funcionando	2556	7

*Vertedero no clausurado (Fecha de fin = Fecha base de notificación)

$$c = 0$$

$$t = 7 \text{ años}$$

En este caso no se usa el valor del tiempo que ha estado funcionando puesto que se dispone de la cantidad media de residuos depositados (R).

Sustituyendo los valores en la ecuación se obtiene una emisión de metano para el 2016 de:

$$Q_{CH_4} (\text{m}^3/\text{a}) = 3.174.811 \text{ m}^3/\text{a}$$



Suponiendo una temperatura del biogás por defecto de 25 °C se obtiene una emisión másica de metano de:

$$UM_i = Q_i \times \frac{PM_i \times 1 \text{ atm}}{8,205 \times 10^{-5} \times 1000 \times (273 + T)}$$

$$UM_{CH_4} = 3.174.811 \times 0,654 = 2.076.327 \text{ kg}$$

• **CO₂:**

El cálculo de las emisiones de CO₂ se realiza suponiendo una composición típica del biogás. Asumiendo una composición de CH₄ del 47,5%(v) y del 47,5% (v) para el CO₂, se obtienen las emisiones de CO₂:

$$Q_{CO_2} (\text{ m}^3/\text{a}) = 3.174.811 \text{ m}^3/\text{a}$$

$$UM_{CO_2} = Q_{CO_2} \times \left[\frac{PM_{CO_2} \times 1 \text{ atm}}{8,205 \times 10^{-5} \times 1000 \times (273 + T)} \right]$$

$$UM_{CO_2} = 3.174.811 \times 1,8 = 5.714.660 \text{ kg}$$

La abreviatura que se debe emplear acompañando a los datos obtenidos empleando la metodología EPA, es OTH.

En la notificación debe incluirse la siguiente información:

Contaminante	Número PRTR	Cantidad (kg/año)	Método	Abreviatura	Fuente
CH ₄	1	2.080.000	C	OTH	AP 42-EPA
CO ₂	3	5.710.000	C	OTH	AP 42- EPA

Cantidad expresada con tres cifras significativas

Cálculo de las emisiones atmosféricas según IPCC:

$$CH_4 \text{ emitido (t / año)} = CH_4 \text{ generado} = DDOC_m \text{ decomp} \cdot F \cdot \frac{16}{12}$$

$$DDOC_m = W \cdot DOC \cdot DOC_f \cdot MCF$$

Se va a suponer una tipología de residuos uniforme en todos los años, con la siguiente composición:

Componente	%
Materia orgánica	47,58
Papel/cartón	18,61
Plástico	12,49
Vidrio	6,87
Metales	3,57
Otros	11,89



De esta manera:

$$DOC = W_{\text{mat. org.}} \cdot DOC_{\text{mat. org.}} + W_{\text{papel}} \cdot DOC_{\text{pape}} = 0,4758 \times 0,15 + 0,1861 \times 0,40 = 0,146$$

tomando DOC_f igual a 0,5 y MCF igual a 1, $DDOC_{\text{md}}$ queda:

$$DDOC_{\text{md}} = 100.000 \times 0,146 \times 0,5 \times 1 = 7.300 \text{ t/año}$$

Para calcular el carbono orgánico acumulado anual y el carbono orgánico descompuesto anual se utilizan las siguientes ecuaciones.

Cantidad emitida de CH_4 en el año t:

$$DDOC_{\text{mdecomp}_t} = DDOC_{\text{ma}_{t-1}} \cdot (1 - e^{-k})$$

Cantidad acumulada de metano en el año t:

$$DDOC_{\text{ma}_t} = DDOC_{\text{md}_t} + (DDOC_{\text{ma}_{t-1}} \cdot e^{-k})$$

Considerando $k = 0,05$, y para simplificar que la deposición de residuos ha sido la misma cada año (7.300 t / año), se tiene:

Año	W	Cantidad depositada cada año (DDOCmd)	Cantidad acumulada (DDOCma)	Cantidad emitida (DDOCm decomp)
0	100.000	7.300	7.300	0
1	100.000	7.300	14.244	356
2	100.000	7.300	20.849	695
3	100.000	7.300	27.132	1.017
4	100.000	7.300	33.109	1.323
5	100.000	7.300	38.794	1.615
6	100.000	7.300	44.202	1.892
7				2.156

Nótese que la cantidad de residuos depositada en el año del inventario no es necesaria para calcular las emisiones de metano, pues éstas dependen de los residuos depositados en años anteriores.

En un caso real, la cantidad de residuos destinados a vertedero varían año a año, con lo que la columna de W no es constante.

$$CH_4 \text{ emitido (kg)} = 1.000 \cdot 2.156 \cdot 0,5 \cdot 16/12 = 1.437.333 \text{ kg}$$

La abreviatura que debe acompañar a los datos obtenidos mediante esta fuente es **SSC**.

La diferencia entre el dato obtenido de CH_4 aplicando la metodología EPA e IPPC puede ser mayor en otros casos.

El CO_2 se calcula a partir de la composición típica de los gases de vertedero.



$$Q_{CH_4} = (UM_{CH_4}/0,654) = 2.197.756 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$Q_{CO_2}(\text{m}^3/\text{a}) = Q_{CH_4} = 2.197.756 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$UM_{CO_2} = 2.197.756 * 1,8 = 3.955.961 \text{ kg/año}$$

Contaminante	Número PRTR	Cantidad (kg/año)	Método	Abreviatura	Fuente
CH ₄	1	1.440.000	C	SSC	Directrices IPCC
CO ₂	3	3.960.000	C	SSC	Directrices IPCC

Cantidad expresada con tres cifras significativas

2) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA CARGA CONTAMINANTE EN UN VERTEDERO INACTIVO SIN SISTEMAS DE CONTROL QUE CONTIENE UNA PLANTA DE AFINO CON UN FOCO DE EMISIÓN. METODOLOGÍA EPA.

A continuación, se procede a la determinación de las emisiones atmosféricas de un vertedero. La instalación dispone además de un foco de emisiones en su planta de afino asociada y éste, tiene como parámetro limitado en su AAI las partículas totales en suspensión (PTS).

Datos de partida:

- Fecha de inicio de la actividad: 01/01/2000
- Vertedero inactivo. Fin de la actividad: 01/06/2009
- Año del inventario 2016 (Cálculos a fecha 31/12/2016)
- Cantidad total de RSU depositados en el vertedero a lo largo de su vida: 950.000 t.
- No se dispone de sistema de quema o aprovechamiento del biogás.
- Pluviometría: 440 l/m² (<635 l/m² por lo que la constante de generación de metano K=0.02).
- Potencial de generación de metano por tonelada de residuo depositado en vertedero, m³ CH₄/t residuo. L₀ = 100 m³ CH₄/t
- Caudal del foco en la planta de afino 2500 Nm³/hora (dato informe ECCA)
- Concentración de partículas en el foco en la planta de afino 35 mg/Nm³ (dato informe ECCA)
- Días de trabajo de la planta/año = 142 días/año
- Horas de trabajo de la planta/día = 8 horas/día

Cálculo de las emisiones atmosféricas según EPA:

- CH₄:

El cálculo de las emisiones de metano viene dado por la ecuación:

$$Q_{CH_4} = 1,3 \times L_0 \times R \times (e^{-kc} - e^{-kt})$$



siendo:

	Fecha	Años Transcurridos	Días	años	Redondeo Años
Inicio el 01 enero de 2000	01/01/00	Años desde inicio (t)	6209	17,0	17
Fin el 01 de junio de 2009	01/06/09	Años desde clausura (C)	2770	7,6	7,5
Base Cálculo PRTR: 31 diciembre de 2016	31/12/16	Años funcionando	3439	9,4	9,5

R = 100.000 t/año (media anual de entrada de basura en el vertedero; 950.000 t/9,5 años)

$L_0 = 100 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}$

$k = 0,02 \text{ año}^{-1}$

$c = 7,5 \text{ años}$

$t = 17 \text{ años}$

Sustituyendo los valores en la ecuación se obtiene una emisión de metano para el 2016 de:

$$Q_{\text{CH}_4}(\text{m}^3/\text{a}) = 1.936.189,5 \text{ m}^3/\text{a}$$

Suponiendo una temperatura del biogás por defecto de 25 °C se obtiene una emisión másica de metano de:

$$UM_i = Q_i \times \frac{PM_i \times 1 \text{ atm}}{8,205 \times 10^{-5} \times 1000 \times (273 + T)}$$

$$UM_{\text{CH}_4} = 1.936.189,5 \times 0,654 = 1.266.267,9 \text{ kg}$$

- CO_2 :

El cálculo de las emisiones de CO_2 se realiza suponiendo una composición típica del biogás. Asumiendo una composición de CH_4 del 47,5%(v) y del 47,5% (v) para el CO_2 , se obtienen las emisiones de CO_2 :

$$Q_{\text{CO}_2}(\text{m}^3/\text{a}) = 1.936.189,5 \text{ m}^3/\text{a}$$

$$UM_{\text{CO}_2} = Q_{\text{CO}_2} * \left[\frac{PM_{\text{CO}_2} * 1 \text{ atm}}{8,205 * 10^{-5} * 1000 * (273 + T)} \right]$$

$$UM_{\text{CO}_2} = 1.936.189,5 \times 1,8 = 3.485.141,1 \text{ kg}$$

La abreviatura que se debe emplear acompañando a los datos obtenidos empleando la metodología EPA, es OTH

- Partículas (PTS) emitidas por la planta de afino:

UM partículas = Caudal de foco x Concentración partículas x Horas de trabajo anuales

$$UM \text{ partículas} = (2500 \text{ Nm}^3/\text{h}) * (35 \text{ mg}/\text{Nm}^3) * (1/1000000 \text{ (kg/mg)}) * (8 \text{ horas/día}) * (142 \text{ días/año})$$

$$UM \text{ partículas} = 99,4 \text{ kg/año}$$



En la notificación debe incluirse la siguiente información:

Contaminante	Número PRTR	Cantidad (kg/año)	Método	Abreviatura	Fuente
CH ₄	1	1.270.000	C	OTH	AP 42-EPA
CO ₂	3	3.490.000	C	OTH	AP 42- EPA
Partículas	92	99,4	M	OTH	AP 42- EPA

Cantidad expresada con tres cifras significativas