

TRANSPORTE FERROVIARIO

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	08.02.(01/02/03)
CRF	1 A 3 c
NFR	1 A 3 c

Descripción de los procesos generadores de emisiones

Esta categoría recoge las emisiones procedentes del consumo de gasóleo por locomotoras autopropulsadas, locomotoras de maniobras y calderines.

Las actividades inventariadas son las siguientes:

- Transporte: Actividad que contempla las emisiones de las unidades automotoras y de las locomotoras de línea (SNAP 08.02.03).
- Maniobras: Se identifica con la actividad SNAP 08.02.01 (Locomotoras de maniobras).
- Generación: En esta categoría se recoge las emisiones de generación de energía, también imputadas en el Inventario al transporte dentro de la actividad SNAP 08.02.03.

Se denomina automotor a una unidad ferroviaria autopropulsada, en general para el transporte de viajeros.

Se denomina locomotora a una unidad destinada al remolque de unidades vagón.

Se denomina tractor a una unidad destinada a maniobras.

Se denominan generadores a los dispositivos para el precalentamiento de las locomotoras diésel o para producción de calor o electricidad en trenes de pasajeros.

En 2015 el tráfico ferroviario español está operado principalmente por RENFE Operadora (incluyendo la antigua FEVE), siendo el resto de operadores:

- Las empresas privadas de transporte de mercancías que operan sobre la red de ADIF
- Ferrocarriles de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares
- Ferrocarriles de la Generalidad de Cataluña
- Ferrocarriles de la Generalidad Valenciana
- Ferrocarriles del Gobierno Vasco.

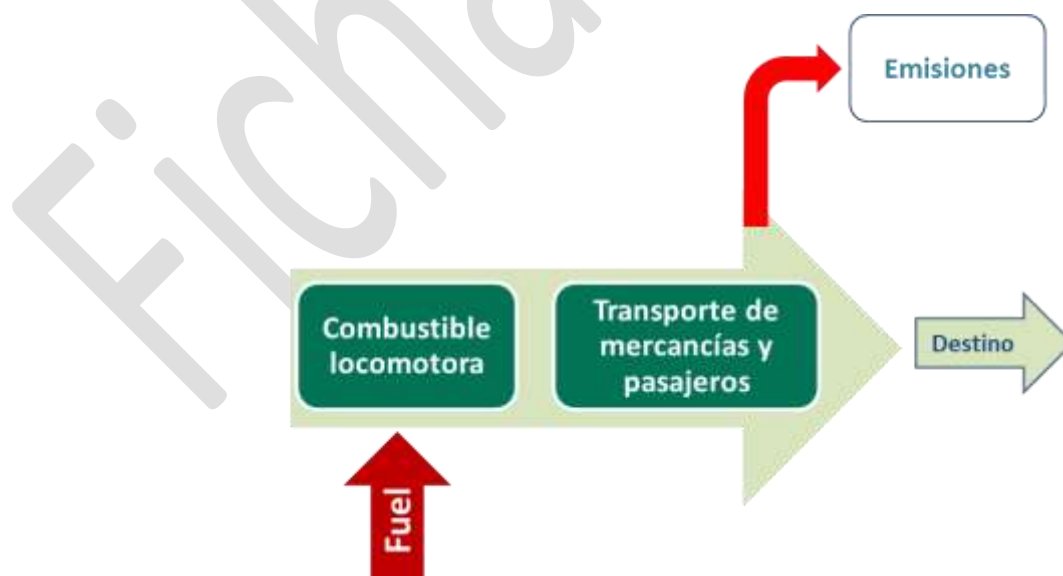


Figura 1. Diagrama de proceso en el transporte por ferrocarril (adaptado de Libro Guía EMEP/EEA 2016)

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆
✓	✓	✓	NA	NA	NA
OBSERVACIONES:					
<ul style="list-style-type: none"> 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	✓	NE	NE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	NA	NA
OBSERVACIONES:																					
<ul style="list-style-type: none"> Notation keys correspondientes al último reporte a CLRTAP 																					

Sectores del Inventario vinculados

Esta actividad se estima de manera independiente del resto de actividades del Inventario Nacional.

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
CO ₂ , CH ₄	T1	Guía 2006 IPCC, Volumen 2 Energy Cap. 3 sección 3.4, cuadro 3.4.1	Se utilizan los factores de emisión por defecto.
N ₂ O	T2	EMEP/EEA (2016) Part B, 1A3c, punto 3.3 Tablas 3-2, 3-3 y 3-4	Se utilizan los factores de emisión por defecto.
SO ₂	T1	EMEP/EEA (2016) Part B, 1A3c Railways, sección 3.2.2	Balace de masa de azufre: Se han aplicado factores diferenciados a los consumos de RENFE (principal operador) y compañías privadas y las cantidades consumidas por otras entidades, sobre la base de las características de los combustibles consumidos por los distintos operadores, o en su defecto, del límite legal para el gasóleo B (agrícola): a) Porcentaje de S en el gasóleo declarado por ADIF: 0,3% (1990-1995); 0,23% (1996); 0,2% (1997); 0,14% (1998, calculado como 60% del consumo al 0,2% y 40% al 0,05%); 0,08% (para 1999, calculado como 20% del combustible consumido al 0,2% y 80% al 0,05%); 0,035% (2000-2006); 0,02% (2007) y 0,1% (2008-2015). Se aplican a los consumos de los operadores de la red de ADIF (RENFE Operadora y compañías privadas) hasta 2011. b) Porcentaje de S en el gasóleo por defecto: 0,3% (1990-1995), 0,2% (1996-2007) y 0,1% (2008-2011) y 0,001% (2012-2015). Se aplican a los consumos declarados los organismos autonómicos administradores de ferrocarriles regionales hasta 2011, y a los consumos declarados por todos los operadores ferroviarios a partir de 2012.
NH ₃ , NM _{VOC} , NO _x , CO, Cd, Cr, Cu, Ni, Se y Zn, HAPs	T1	EMEP/EEA (2016) Part B, Energy, 1A3c Railways, sección 3.2 Tabla 3-1	Se han utilizado valores por defecto. Para el caso de HAPs se ha tomado el valor más desfavorable de los 4 hidrocarburos aromáticos que aparecen en la tabla 3-1 de EMEP.
DIOX (PCDD/F)	T1	EMEP/EEA (2016) Part B, 1A3c Railways, sección 3.2 Tabla 3-1	La nota al pie de la tabla 3-1 recomienda utilizar factores de emisión correspondientes a vehículos pesados de carretera de antigua tecnología. Dichos factores aparecen en el capítulo de carretera de EMEP 2016, tabla 3-105, pero están expresados en pg I-Teq/km. Por ello se estimó un factor de emisión medio de los vehículos pesados, dividiendo las emisiones totales de dioxinas por el consumo total de carburantes, todo ello para los vehículos más antiguos, resultando un valor medio de 48,5 ng I Teq por tonelada de combustible.
PM _{2,5} PM ₁₀ TSP	T1	EMEP/EEA (2016) Part B, Energy, 1A3c Railways, sección 3.2 Tabla 3-1	Se utilizan los factores de emisión por defecto.
BC	T1	EMEP/EEA (2016) Part B, Energy, 1A3c	Se calcula como un porcentaje de PM _{2,5} = 0.65 (65%), ver nota al pie de la tabla 3-1.

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
		Railways, sección 3.2 Tabla 3-1	

Variable de actividad

Variable	Descripción
Masa de combustible	Consumo de combustible gasóleo estándar con que opera el parque de tracción diésel

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
1990-2017	<ul style="list-style-type: none"> - ADIF / ADIV-AV - RENFE - FEVE (desde 2013, unida a RENFE) - FF.CC. de Generalidad de Cataluña - FF.CC. de Generalidad Valenciana - FF.CC. de Gobierno de las Islas Baleares - FF.CC. del Gobierno Vasco

Incertidumbres

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	2	1	<p><u>Variable de actividad:</u> Según la clasificación de la Guía IPCC 2006, se considera que los consumos estimados de estos combustibles proceden de un "sistema desarrollado"; por tal motivo, se ha tomado un coeficiente de incertidumbre del 2% para los combustibles líquidos dentro del límite propuesto en la citada guía para este sistema de captura (< 5%).</p> <p><u>Factores de emisión:</u> IPCC 2006.</p>
CH ₄	2	150	<p><u>Variable de actividad:</u> Según la clasificación de la Guía IPCC 2006, se considera que los consumos estimados de estos combustibles proceden de un "sistema desarrollado"; por tal motivo, se ha tomado un coeficiente de incertidumbre del 2% para los combustibles líquidos dentro del límite propuesto en la citada guía para este sistema de captura (< 5%).</p> <p><u>Factores de emisión:</u> IPCC 2006.</p>
N ₂ O	2	74,5	<p><u>Variable de actividad:</u> Según la clasificación de la Guía IPCC 2006, se considera que los consumos estimados de estos combustibles proceden de un "sistema desarrollado"; por tal motivo, se ha tomado un coeficiente de incertidumbre del 2% para los combustibles líquidos dentro del límite propuesto en la citada guía para este sistema de captura (< 5%).</p> <p><u>Factores de emisión:</u> EMEP 2016.</p>

Coherencia temporal de la serie

La serie se considera coherente, al haberse cubierto todos los años con datos procedentes de las mismas fuentes y ser completos.

Observaciones

No procede.

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

Para realizar el desglose territorial de las emisiones a nivel provincial se ha utilizado la siguiente información:

- o RENFE, mapa esquemático de la red que aparece en la publicación "RENFE en 100 Mapas" que edita esta entidad, para el período 1990-2000, teniendo en cuenta los km de vía férrea no electrificada por comunidades autónomas.
- o Para el período 2001-2017 se ha empleado la información facilitada por ADIF sobre los km de red no electrificada a nivel provincial.

El proceso de asignación provincial de las emisiones del sector se ha realizado ponderando los índices provinciales de asignación de emisiones correspondientes a RENFE, y los ratios de participación provincial de consumos de combustible estimados para cada uno de los restantes operadores del sector por la participación relativa de cada uno en el consumo total de combustible.

Juicio de experto asociado

No procede.

Fecha de actualización

Mayo 2019.

Ficha Técnica

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

08.02. (08.02.01 / 08.02.03). Consumo de combustible

Año	Gasóleo				
	Maniobras	Transporte	Generación	Total	
	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Miles de GJ
1990	7.946	118.123	5.978	132.047	5.691
1991	7.589	116.176	5.901	129.665	5.589
1992	7.668	114.554	6.463	128.684	5.546
1993	5.816	95.324	9.725	110.865	4.778
1994	5.835	86.916	10.587	103.338	4.454
1995	5.818	86.558	10.553	102.929	4.436
1996	5.668	84.269	10.173	100.110	4.315
1997	5.617	86.075	10.161	101.852	4.390
1998	6.875	85.626	10.046	102.547	4.420
1999	6.413	85.311	9.845	101.569	4.378
2000	6.142	80.515	9.889	96.546	4.161
2001	5.906	83.092	10.429	99.427	4.285
2002	5.648	80.516	10.192	96.356	4.153
2003	5.585	81.467	10.849	97.901	4.220
2004	5.355	80.570	10.670	96.594	4.163
2005	4.938	80.855	11.480	97.274	4.192
2006	4.736	81.442	10.420	96.598	4.163
2007	4.190	80.591	10.113	94.894	4.090
2008	3.626	78.234	9.693	91.553	3.946
2009	2.818	63.888	18.835	85.541	3.687
2010	2.925	59.782	21.706	84.413	3.638
2011	3.013	61.502	22.351	86.866	3.744
2012	2.772	56.940	21.164	80.876	3.486
2013	2.473	50.574	23.128	76.174	3.283
2014	2.441	52.267	22.792	77.500	3.340
2015	2.346	52.246	21.866	76.457	3.295
2016	2.256	49.936	20.936	73.127	3.152
2017	2.347	52.175	21.795	76.317	3.289

ANEXO II

Datos de factores de emisión

08.02. (08.02.01 / 08.02.03). Factores de emisión

COMBUSTIBLE	GASES DE EFECTO INVERNADERO		
	CO ₂ (kg/t)	CH ₄ (g/t)	N ₂ O (g/t)
Gasóleo	3193,71	178,86	24

Fuente: Libro Guía EMEP/EEA 2016, Capítulo 1A3c, Tablas 3-2, 3-3, 3-4
IPCC 2006, Volumen 2, Capítulo 3

COMBUSTIBLE	CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS							
	NO _x (g/t)	NMVOC (g/t)	SO ₂ (g/t)	NH ₃ (g/t)	CO (g/t)	SF ₆ (mg/GJ)	HFC (mg/GJ)	PFC (mg/GJ)
Gasóleo	52400	4650	20-6000	7	10700	-	-	-

Fuente: Libro Guía EMEP/EEA 2016, Capítulo 1A3c, Tabla 3-1

SO₂: Se han aplicado factores diferenciados a los consumos de RENFE (principal operador), compañías privadas y las cantidades consumidas por otras entidades, sobre la base de las características de los combustibles consumidos por los distintos operadores o, en su defecto, del límite legal para el gasóleo B (agrícola).

COMBUSTIBLE	METALES PESADOS						CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES			
	Cd (mg/t)	Cr (mg/t)	Cu (mg/t)	Ni (mg/t)	Se (mg/t)	Zn (mg/t)	HCb (mg/t)	DIOX (ng/t)	PAH (mg/t)	PCB (mg/t)
Gasóleo	10	50	1700	70	10	1000	-	48,5	122,3	-

Fuente: Libro Guía EMEP/EEA 2016, Capítulo 1A3c, Tabla 3-1

DIOX: Según la nota al pie tabla 3-1: los factores a utilizar son los correspondientes a vehículos de carretera de antigua tecnología (Libro Guía EMEP/EEA 2016, Capítulo 1A3b, tabla 3-105, expresados en pg I-Teq/km). Para la conversión a unidades de masa, se estimó un factor de emisión medio de los vehículos pesados más antiguos.

COMBUSTIBLE	MATERIAL PARTICULADO			
	PM _{2.5} (g/t)	PM ₁₀ (g/t)	TSP (g/t)	BC (g/t)
Gasóleo	1370	1440	1520	890,5

Fuente: Libro Guía EMEP/EEA 2016, Capítulo 1A3c, Tabla 3-1

ANEXO III

Cálculo de emisiones

Para la combustión, en general, el cálculo de las emisiones se realiza siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones} = \text{Variable de actividad} \times \text{Factor de emisión}$$

Para el año 2017 el consumo de gasóleo fue de 76.317 t, desglosado en 2.347 t en maniobras, 21.795 t en generación y 52175 t para el transporte (tablas de variable de actividad).

Aplicamos los factores de emisión que se presentan en los cuadros del Anexo II:

CO₂: 74,1 kg/GJ = 3.193,71 kg/t de combustible, CH₄: 4,15 g/GJ = 178,86 g/t; N₂O: 24 g/t

NO_x: 52,4 kg/t;

NMVOC: 4,65 kg/t;

SO₂: 20 g/t

NH₃: 0,007 kg/t

CO: 10,7 kg/t

PCDD/PCDF: 48,5 ng I-Teq/t = 0,0485 pg I-Teq/kg;

PAH: 122,3 mg/t

PM_{2,5}: 1.370 g/t; PM₁₀: 1.440 g/t; TSP: 1.520 g/t; BC: 890,5 g/t

Resultando las siguientes emisiones totales:

CO₂: 3.193,71 x 76.317 = 243.734.303 kg = 243,73 kt

CH₄: 178,86 x 76.317 = 13.650.054 g = 13,65 t

N₂O: 24 x 76.317 = 1.831.609 g = 1,83 t

NO_x: 52,4 x 76.317 = 3.999.010 kg = 3.999,01 t

NMVOC: 4,65 x 76.317 = 354.873,9 kg = 354,87 t

SO₂: 20 x 76.317 = 1.526.339 g = 1,53 t

NH₃: 0,007 x 76.317 = 534,22 kg = 0,53 t

CO: 10,7 x 76.317 = 816.591 kg = 816,59 t

PCDD/PCDF: 0.0485 x 76.317.000 = 3.701.374 kg = 0,00370 g I-TEQ

PAH: 122,3 x 76.317 = 9.333.563 mg = 9,33 kg

PM_{2,5}: 1.370 x 76.317 = 104.554.262 g = 104,55 t

PM₁₀: 1.440 x 76.317 = 109.896.454 g = 109,90 t

TSP: 1.520 x 76.317 = 116.001.809 g = 116,00 t

BC: 890,5 x 76.317 = 67.960.273 g = 67,96 t

que son las que se recogen en las tablas de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos.

ANEXO IV

Emisiones

AÑO	GASES DE EFECTO INVERNADERO Y CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS										
	SO ₂ (t)	NO _x (t)	NM VOC (t)	CH ₄ (t)	CO (t)	CO ₂ (kt)	N ₂ O (t)	NH ₃ (t)	SF ₆ (kg)	HFC (kg)	PFC (kg)
1990	792,28	6.919,28	614,02	23,62	1.412,91	421,72	3,17	0,92	-	-	-
1991	777,99	6.794,46	602,94	23,19	1.387,42	414,11	3,11	0,91	-	-	-
1992	772,11	6.743,07	598,38	23,02	1.376,92	410,98	3,09	0,90	-	-	-
1993	665,19	5.809,32	515,52	19,83	1.186,25	354,07	2,66	0,78	-	-	-
1994	620,03	5.414,89	480,52	18,48	1.105,71	330,03	2,48	0,72	-	-	-
1995	599,30	5.393,49	478,62	18,41	1.101,34	328,73	2,47	0,72	-	-	-
1996	454,69	5.245,78	465,51	17,91	1.071,18	319,72	2,40	0,70	-	-	-
1997	407,41	5.337,05	473,61	18,22	1.089,82	325,29	2,44	0,71	-	-	-
1998	300,39	5.373,47	476,84	18,34	1.097,25	327,51	2,46	0,72	-	-	-
1999	189,50	5.322,22	472,30	18,17	1.086,79	324,38	2,44	0,71	-	-	-
2000	104,14	5.059,01	448,94	17,27	1.033,04	308,34	2,32	0,68	-	-	-
2001	104,46	5.210,00	462,34	17,78	1.063,87	317,54	2,39	0,70	-	-	-
2002	103,34	5.049,05	448,05	17,23	1.031,01	307,73	2,31	0,67	-	-	-
2003	105,05	5.129,99	455,24	17,51	1.047,54	312,67	2,35	0,69	-	-	-
2004	105,86	5.061,54	449,16	17,28	1.033,56	308,49	2,32	0,68	-	-	-
2005	108,25	5.097,14	452,32	17,40	1.040,83	310,66	2,33	0,68	-	-	-
2006	109,05	5.061,72	449,18	17,28	1.033,60	308,51	2,32	0,68	-	-	-
2007	84,13	4.972,45	441,26	16,97	1.015,37	303,06	2,28	0,66	-	-	-
2008	183,11	4.797,35	425,72	16,38	979,61	292,39	2,20	0,64	-	-	-
2009	171,08	4.482,35	397,77	15,30	915,29	273,19	2,05	0,60	-	-	-
2010	168,83	4.423,23	392,52	15,10	903,22	269,59	2,03	0,59	-	-	-
2011	173,73	4.551,76	403,93	15,54	929,46	277,42	2,08	0,61	-	-	-
2012	1,62	4.237,92	376,07	14,47	865,38	258,30	1,94	0,57	-	-	-
2013	1,52	3.991,53	354,21	13,62	815,06	243,28	1,83	0,53	-	-	-
2014	1,55	4.060,99	360,37	13,86	829,25	247,51	1,86	0,54	-	-	-
2015	1,53	4.006,37	355,53	13,68	818,10	244,18	1,83	0,54	-	-	-
2016	1,46	3.831,87	340,04	13,08	782,46	233,55	1,76	0,51	-	-	-
2017	1,53	3.999,01	354,87	13,65	816,59	243,73	1,83	0,53	-	-	-

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS			OTROS
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	TSP (t)	BC (t)
1990	-	1,32	6,60	224,48	-	9,24	-	1,32	132,05	-	-	-	-
1991	-	1,30	6,48	220,43	-	9,08	-	1,30	129,67	-	-	-	-
1992	-	1,29	6,43	218,76	-	9,01	-	1,29	128,68	-	-	-	-
1993	-	1,11	5,54	188,47	-	7,76	-	1,11	110,86	-	-	-	-
1994	-	1,03	5,17	175,67	-	7,23	-	1,03	103,34	-	-	-	-
1995	-	1,03	5,15	174,98	-	7,21	-	1,03	102,93	-	-	-	-
1996	-	1,00	5,01	170,19	-	7,01	-	1,00	100,11	-	-	-	-
1997	-	1,02	5,09	173,15	-	7,13	-	1,02	101,85	-	-	-	-
1998	-	1,03	5,13	174,33	-	7,18	-	1,03	102,55	-	-	-	-
1999	-	1,02	5,08	172,67	-	7,11	-	1,02	101,57	-	-	-	-
2000	-	0,97	4,83	164,13	-	6,76	-	0,97	96,55	132,27	139,03	146,75	85,97
2001	-	0,99	4,97	169,03	-	6,96	-	0,99	99,43	136,22	143,18	151,13	88,54
2002	-	0,96	4,82	163,80	-	6,74	-	0,96	96,36	132,01	138,75	146,46	85,80
2003	-	0,98	4,90	166,43	-	6,85	-	0,98	97,90	134,12	140,98	148,81	87,18
2004	-	0,97	4,83	164,21	-	6,76	-	0,97	96,59	132,33	139,10	146,82	86,02
2005	-	0,97	4,86	165,37	-	6,81	-	0,97	97,27	133,26	140,07	147,86	86,62
2006	-	0,97	4,83	164,22	-	6,76	-	0,97	96,60	132,34	139,10	146,83	86,02
2007	-	0,95	4,74	161,32	-	6,64	-	0,95	94,89	130,00	136,65	144,24	84,50
2008	-	0,92	4,58	155,64	-	6,41	-	0,92	91,55	125,43	131,84	139,16	81,53

AÑO	METALES PESADOS									PARTÍCULAS			OTROS
	As (kg)	Cd (kg)	Cr (kg)	Cu (kg)	Hg (kg)	Ni (kg)	Pb (kg)	Se (kg)	Zn (kg)	PM _{2,5} (t)	PM ₁₀ (t)	TSP (t)	BC (t)
2009	-	0,86	4,28	145,42	-	5,99	-	0,86	85,54	117,19	123,18	130,02	76,17
2010	-	0,84	4,22	143,50	-	5,91	-	0,84	84,41	115,65	121,55	128,31	75,17
2011	-	0,87	4,34	147,67	-	6,08	-	0,87	86,87	119,01	125,09	132,04	77,35
2012	-	0,81	4,04	137,49	-	5,66	-	0,81	80,88	110,80	116,46	122,93	72,02
2013	-	0,76	3,81	129,50	-	5,33	-	0,76	76,17	104,36	109,69	115,78	67,83
2014	-	0,77	3,87	131,75	-	5,42	-	0,77	77,50	106,17	111,60	117,80	69,01
2015	-	0,76	3,82	129,98	-	5,35	-	0,76	76,46	104,75	110,10	116,22	68,09
2016	-	0,73	3,66	124,32	-	5,12	-	0,73	73,13	100,18	105,30	111,15	65,12
2017	-	0,76	3,82	129,74	-	5,34	-	0,76	76,32	104,55	109,90	116,00	67,96

AÑO	CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES			
	HCB (kg)	DIOX (g)	PAH (kg)	PCB (kg)
1990	-	0,00640	16,15	-
1991	-	0,00629	15,86	-
1992	-	0,00624	15,74	-
1993	-	0,00538	13,56	-
1994	-	0,00501	12,64	-
1995	-	0,00499	12,59	-
1996	-	0,00486	12,24	-
1997	-	0,00494	12,46	-
1998	-	0,00497	12,54	-
1999	-	0,00493	12,42	-
2000	-	0,00468	11,81	-
2001	-	0,00482	12,16	-
2002	-	0,00467	11,78	-
2003	-	0,00475	11,97	-
2004	-	0,00468	11,81	-
2005	-	0,00472	11,90	-
2006	-	0,00468	11,81	-
2007	-	0,00460	11,61	-
2008	-	0,00444	11,20	-
2009	-	0,00415	10,46	-
2010	-	0,00409	10,32	-
2011	-	0,00421	10,62	-
2012	-	0,00392	9,89	-
2013	-	0,00369	9,32	-
2014	-	0,00376	9,48	-
2015	-	0,00371	9,35	-
2016	-	0,00355	8,94	-
2017	-	0,00370	9,33	-