



Ayuntamiento de Madrid

Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez

Informe de estudio comparativo y juicio (benchmarking) de la actividad e instalaciones de valorización energética de residuos municipales, del Centro de Tratamiento de Las Lomas (en el Parque Tecnológico de Valdemingómez) con respecto a instalaciones similares de ámbito nacional, europeo y mundial, para identificar las mejores prácticas tanto de gestión, rendimientos y medioambientales

CÓDIGO DE INFORME: M703/22



Envira Ingenieros Asesores

Fecha de emisión: 14/09/2022

ÍNDICE

1. MARCO NORMATIVO.....	9
1.1. COMUNITARIO.....	12
1.2. ESTATAL.....	16
1.3. AUTONÓMICA.....	20
1.4. RECOMENDACIONES DE LA US EPA.....	20
1.5. RECOMENDACIONES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD	21
1.6. INFORME DE INVENTARIO DE EMISIONES DE LA AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE BAJO LA CONVENTION ON LONG-RANGE TRANSBOUNDARY AIR POLLUTION 24	
2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA VALORIZACIÓN ENERGÉTICA EN EUROPA, EN LAS PRINCIPALES CIUDADES EUROPEAS Y EN OTRAS CIUDADES IMPORTANTES DEL MUNDO.....	26
2.1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA VALORIZACIÓN ENERGÉTICA EN 33 PAÍSES EUROPEOS Y EN SUS PRINCIPALES CIUDADES	26
2.1.1. MADRID.....	50
2.1.2. PARÍS	53
2.1.3. LYON	58
2.1.4. BRUSELAS.....	61
2.1.5. ÁMSTERDAM	63
2.1.6. COPENHAGUE.....	64
2.1.7. BERLÍN	67
2.1.8. HAMBURGO	69
2.1.9. VIENA	71
2.1.10. BUDAPEST	75
2.1.11. LONDRES	76
2.2. ANÁLISIS COMPARATIVO CON OTRAS CIUDADES FUERA DE EUROPA.....	81
2.2.1. TOKIO.....	81
2.2.2. SEÚL.....	85
2.2.3. NUEVA YORK.....	89
2.3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS EMISIONES. RESUMEN DE LOS DATOS DE EMISIONES DE LAS FICHAS DE LAS INSTALACIONES EUROPEAS.....	96
2.3.1. EMISIONES TOTALES EN KG/AÑO	96

2.3.2.	FACTORES DE EMISIÓN EN KG/T	102
2.3.3.	RESUMEN DE LAS COMPARACIONES	108
2.4.	ESTUDIO COMPARATIVO BREF	111
2.5.	COMPARATIVA DE LAS EMISIONES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE LAS LOMAS CON LOS LÍMITES DE EMISIÓN	117
2.6.	COMPARATIVA DE LAS EMISIONES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE LAS LOMAS CON OTRAS PLANTAS REPRESENTATIVAS DE EUROPA.....	121
2.7.	ESTUDIOS SOBRE EL IMPACTO DE LAS EMISIONES EN LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ENTORNO DE LAS LOMAS Y EN LA SALUD DE LAS PERSONAS	129
2.7.1.	RESUMEN EJECUTIVO ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE MADRID-SALUD	129
2.7.2.	RESUMEN EJECUTIVO ESTUDIO CSIC	135
2.7.3.	RESUMEN EJECUTIVO ESTUDIO TOXICOWATCH	142
3.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA FRENTE A DEPÓSITO EN VERTEDERO	146
4.	MARCO DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y LEGISLATIVA DE LA COMUNIDAD DE MADRID. COMPARACIÓN CON OTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS.....	156
4.1.	COMUNIDAD DE MADRID	156
4.2.	OTRAS COMUNIDADES UNIPROVINCIALES.....	159
4.2.1.	PRINCIPADO DE ASTURIAS	159
4.2.2.	ISLAS BALEARES	160
4.2.3.	LA RIOJA.....	162
4.2.4.	COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA.....	164
4.2.5.	CANTABRIA	167
4.2.6.	MURCIA	167
4.3.	CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID	168
4.4.	CONDICIONES TÉCNICAS EN LA CONTRATACIÓN DE SERVICIO PÚBLICO DE GESTIÓN DE RESIDUOS EN LA INSTALACIÓN DE LAS LOMAS	169
5.	RESUMEN EJECUTIVO DEL ANÁLISIS COMPARATIVO.....	172
5.1.	RATIOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.....	172
5.1.1.	EU-28	172
5.1.2.	COMUNIDADES AUTÓNOMAS	174

5.2. NÚMERO DE PLANTAS DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS NO PELIGROSOS EN PAÍSES DE REFERENCIA Y UBICACIÓN EN GRANDES NÚCLEOS URBANOS.....	175
5.2.1. INCINERADORAS DE RESIDUOS NO PELIGROSOS EN EUROPA.....	175
5.2.2. INCINERADORAS DE RESIDUOS NO PELIGROSOS FUERA DE EUROPA.	183
5.3. COMPARACIÓN ENTRE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS Y DEPÓSITO EN VERTEDERO	184
5.4. COMPARATIVA DE LAS EMISIONES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE LAS LOMAS CON OTRAS PLANTAS REPRESENTATIVAS DE EUROPA.....	190
5.5. COMPARATIVA DE LAS EMISIONES DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE LAS LOMAS CON LOS LÍMITES DE EMISIÓN	197
5.6. IMPLANTACIÓN DE MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES EN LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE LAS LOMAS	199
5.7. CONCLUSIONES DE ESTUDIOS ESPECÍFICOS SOBRE EL IMPACTO DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN DE LAS LOMAS	200
5.7.1. ESTUDIO DE MADRID SALUD EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA EN LA SALUD DE LAS EMISIONES PROCEDENTE DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ	200
5.7.2. ESTUDIO DEL IDAEA DEL CSIC DE CONTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS LOMAS A LA CONTAMINACIÓN DETECTADA EN LAS PROXIMIDADES DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ.....	201
6. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE DATOS	203
6.1. BIBLIOGRAFÍA.....	203
6.2. FUENTES DE DATOS	204

ANEXO: FICHAS DE INSTALACIONES DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.- Valores NEA-MTD de aplicación según Decisión 2019/2010 de fecha 12 de noviembre de 2019...</i>	15
<i>Tabla 2.- Relación de directivas europeas y su transposición al marco normativo estatal</i>	16
<i>Tabla 3.- Valores límite de aplicación para instalaciones de incineración de residuos</i>	19
<i>Tabla 4.- Valores límite de emisión según EPA 40 CFR Par 60 (2006)</i>	21
<i>Tabla 5.- Valores de referencia para el parámetro PCDD/PDCF en calidad del aire establecidos por la OMS (Fuente: "Air Quality Guidelines for Europe")</i>	21
<i>Tabla 6.- Número de plantas de incineración de residuos no peligrosos por país. Fuente: EEA.....</i>	28
<i>Tabla 7.- Distribución geográfica de las plantas de incineración de residuos municipales, de residuos peligrosos y lodos de depuración. Fuente: BREF Waste Incineration de 2019</i>	36
<i>Tabla 8.- Número de centros de incineración de residuos no peligrosos por país. Fuente: EEA y BREF Waste Incineration</i>	37
<i>Tabla 9.- Cantidades de residuos municipales enviados a vertedero, incineración, reciclado y compostaje en la UE, 1995-2020. Fuente: EUROSTAT.....</i>	38
<i>Tabla 10.- Cantidades totales por país de Residuos No Peligrosos y cantidades de los mismos valorizadas energéticamente o incineradas sin recuperación de energía. Fuente: EUROSTAT</i>	39
<i>Tabla 11.- Ciudades seleccionadas para la comparativa.....</i>	45
<i>Tabla 12.- Ciudades seleccionadas, instalaciones de incineración dentro del núcleo urbano y tipo de instalación.</i>	49
<i>Tabla 13.- Datos de emisiones anuales (kg/año) para los distintos compuestos en las instalaciones consideradas</i>	97
<i>Tabla 14.- Resumen de los factores de emisión (g/tonelada) de las instalaciones consideradas.....</i>	103
<i>Tabla 15.- MTD implementadas en la planta de valoración energética de Las Lomas</i>	113
<i>Tabla 16.- Comparativa de valores límite de emisión establecidos en la AAI, pliego de prescripciones técnicas, MTDs y valores reportados en 2021. Tabla 1 de 3</i>	114
<i>Tabla 17.- Comparativa de valores límite de emisión establecidos en la AAI, pliego de prescripciones técnicas, MTDs y valores reportados en 2021. Tabla 2 de 3</i>	115
<i>Tabla 18.- Comparativa de valores límite de emisión establecidos en la AAI, pliego de prescripciones técnicas, MTDs y valores reportados en 2021. Tabla 3 de 3</i>	115
<i>Tabla 19.- Niveles de emisión promedio diarios y anuales para las emisiones de partículas al aire monitoreadas continuamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU</i>	122
<i>Tabla 20.- Niveles de emisión promedio diarios y anuales para las emisiones de NO_x al aire monitoreadas continuamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU</i>	123
<i>Tabla 21.- Niveles de emisión promedio diarios y anuales para las emisiones de CO al aire monitoreadas continuamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU</i>	124
<i>Tabla 22.- Niveles de emisión para Hg al aire monitoreadas periódicamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU.....</i>	124

<i>Tabla 23.- Niveles de emisión para Sb+As+Cr+Co+Cu+Pb+Mn+Ni+V al aire monitoreadas periódicamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU.</i>	125
<i>Tabla 24.- Niveles de emisión para Cd+Tl al aire monitorizadas periódicamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU.</i>	125
<i>Tabla 25.- Niveles de emisión para PCDD/F al aire monitoreadas periódicamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU.</i>	126
<i>Tabla 26.- Comparativa de externalidades medioambientales</i>	153
<i>Tabla 27.- Legislación en materia de residuos de la CAM.....</i>	156
<i>Tabla 28.- Legislación de gestión administrativa de gestión de residuos</i>	159
<i>Tabla 29.- Legislación autonómica en materia de residuos de las Islas Baleares y municipal de Menorca ..</i>	160
<i>Tabla 30.- Comparativa de la Comunidad de Madrid frente al resto de comunidades uniprovinciales de España</i>	168
<i>Tabla 31.- Factores de emisión (g por tonelada de residuos valorizados) y cantidades valorizadas anualmente en 9 plantas de valorización energética ubicadas en grandes ciudades europeas.</i>	192

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Jerarquía de residuos y procesos de transformación de residuos en energía.....	10
Figura 2.- Porcentajes de los distintos tipos de tratamiento de residuos municipales por país. Fuente: EUROSTAT.....	38
Figura 3.- Porcentajes de residuos municipales incinerados en 2018. Fuente: EUROSTAT.....	40
Figura 4.- Ratio de residuos domésticos incinerados en 2018 por habitante.	40
Figura 5.- Evolución de los porcentajes reciclaje, valorización energética y depósito en vertedero EU-28. Fuente: SWET - European Suppliers of Waste-to-Energy Technology (basado en EUROSTAT).....	42
Figura 6.- . Porcentajes de los distintos tipos de tratamiento de residuos municipales por comunidades autónomas. Fuente: MITECO “Memoria anual de generación y gestión de residuos de competencia municipal. 2019”.....	43
Figura 7.- Tamaño relativo de las principales ciudades europeas. Fuente: EUROSTAT.....	44
Figura 8.- Metodología empleada por EUROSTAT para definir los límites de los núcleos urbanos.....	46
Figura 9.- Metodología empleada por EUROSTAT para definir las áreas comunicadas y las zonas urbanas amplias.....	47
Figura 10.- Emisiones anuales de PCDD/PCDF para las instalaciones consideradas.....	97
Figura 11.- Emisiones anuales de mercurio (Hg) para las instalaciones consideradas.....	98
Figura 12.- Emisiones anuales de NOx para las instalaciones consideradas.....	98
Figura 13.- Emisiones anuales de partículas para las instalaciones consideradas.....	99
Figura 14.- Emisiones anuales de SOx para las instalaciones consideradas.....	100
Figura 15.- Emisiones anuales de HCl para las instalaciones consideradas.....	101
Figura 16.- Factor de emisión de PCDD/PCDF para las instalaciones consideradas.....	103
Figura 17.- Factor de emisión de mercurio (Hg) para las instalaciones consideradas.....	104
Figura 18.- Factor de emisión de NOx para las instalaciones consideradas.....	104
Figura 19.- Factor de emisión de partículas para las instalaciones consideradas.....	105
Figura 20.- Factor de emisión de SOx para las instalaciones consideradas.....	106
Figura 21.- Factor de emisión de HCl para las instalaciones consideradas.....	107
Figura 22.- Emisiones anuales (kg/año) de la planta de Las Lomas en comparación con las medias de emisiones anuales del conjunto de instalaciones consideradas (%).....	108
Figura 23.- Factores de emisión (g/tonelada) de la planta de Las Lomas en comparación con de factores de emisión del conjunto de instalaciones consideradas (%).....	108
Figura 24.- Concentraciones medias emitidas por la planta de valorización durante el año 2021, representadas como % del valor límite de emisión. Fuente de los datos: Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez.....	119
Figura 25.- Concentraciones máximas diarias emitidas por la planta de valorización durante el año 2021, representadas como % del valor límite de emisión. Fuente de los datos: Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez.....	120

<i>Figura 26.- Entradas y salidas para la gestión de 1 kg de RSU en vertedero.</i>	<i>147</i>
<i>Figura 27.- Entradas y salidas para la valorización energética de 1 kg de RSU.</i>	<i>147</i>
<i>Figura 28.- Entradas y salidas para el reciclado y valorización energética de 1 kg de RSU.</i>	<i>148</i>
<i>Figura 29.- Impactos de la valorización energética y del depósito en vertedero de RSUs. Fuente: B. Assamoi & Y. Lawryshyn. The environmental comparison of landfilling vs. incineration of MSW accounting for waste diversion</i>	<i>149</i>
<i>Figura 30.- Emisiones netas de GEI por tonelada de residuos municipales mezclados. Fuente US EPA Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors in the Waste Reduction Model</i>	<i>150</i>
<i>Figura 31.- Emisiones de GEI de la valorización energética de RSU, escenario base y escenario con emisiones evitadas. Fuente: Climate Change Impacts of Electricity Generated at a Waste-to-Energy Facility</i>	<i>151</i>
<i>Figura 32.- Externalidades medioambientales de la gestión en vertedero y la incineración con producción de energía eléctrica. Fuente de los datos: A study on Economic Evaluation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste”, Final Main Report October 2000. Comisión Europea D. G. Environment.....</i>	<i>154</i>
<i>Figura 33.- Evolución de los porcentajes reciclaje, valorización energética y depósito en vertedero EU-28. Fuente: SWET - European Suppliers of Waste-to-Energy Technology (basado en EUROSTAT)</i>	<i>173</i>
<i>Figura 34.- . Porcentajes de los distintos tipos de tratamiento de residuos municipales por comunidades autónomas. Fuente: MITECO “Memoria anual de generación y gestión de residuos de competencia municipal. 2019”</i>	<i>174</i>
<i>Figura 35.- . Ubicación de las instalaciones de incineración de residuos no peligrosas en Europa. Fuente: Base de datos de Emisiones Industriales de la Agencia Europea de Medio Ambiente</i>	<i>176</i>
<i>Figura 36.- Emisiones netas de GEI por tonelada de residuos municipales mezclados. Fuente US EPA Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors in the Waste Reduction Model</i>	<i>185</i>
<i>Figura 37.- Emisiones de GEI de la valorización energética de RSU, escenario base y escenario con emisiones evitadas. Fuente: Climate Change Impacts of Electricity Generated at a Waste-to-Energy Facility</i>	<i>186</i>
<i>Figura 38.- Externalidades medioambientales de la gestión en vertedero y la incineración con producción de energía eléctrica. Fuente de los datos: A study on Economic Evaluation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste”, Final Main Report October 2000. Comisión Europea D. G. Environment.....</i>	<i>189</i>
<i>Figura 39.- Concentraciones medias emitidas por la planta de valorización durante el año 2021, representadas como % del valor límite de emisión. Fuente de los datos: Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez</i>	<i>197</i>
<i>Figura 40.- Concentraciones máximas diarias emitidas por la planta de valorización durante el año 2021, representadas como % del valor límite de emisión. Fuente de los datos: Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez</i>	<i>198</i>

1. MARCO NORMATIVO

Desde los principales organismos y organizaciones europeas se ha señalado la economía circular como el camino a seguir en una transición hacia una Europa y un planeta más sostenible. Este concepto de “economía circular” establece las bases sobre las que se debe desarrollar una economía que permita impulsar la competitividad de la UE mediante desarrollos más innovadores y eficientes que permitan un rediseño de los modos de producción y consumo, al mismo tiempo que nos permite conseguir mayores ahorros energéticos y la reducción de los impactos medioambientales derivados del modelo lineal actual.

En este sentido, las políticas de Europa ya hace tiempo que se encaminan hacia estos objetivos si bien cada vez son más concretas y exigentes. Dentro de este marco, encontramos varias de las políticas y recomendaciones internacionales y europeas como la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en base a los que se ha elaborado el Plan de Acción Europeo para la Economía Circular bajo el lema “Cerrar el círculo” de 2015 o el más reciente Pacto Verde Europeo, las cuales marcan las directrices a seguir y establecen las bases de la normativa comunitaria y estatal para alcanzar los objetivos de Economía Circular.

Dentro de este marco de acción de la Unión Europea, se ha tomado como piedra angular la jerarquía de residuos de cara a la aprobación de políticas y normativa al haberse puesto de manifiesto la importancia que juegan los residuos y su correcta gestión para alcanzar los objetivos de circularidad, sostenibilidad y mitigación del cambio climático, ya que se trata de uno de los puntos en los que se pueden realizar mejoras a todos los niveles (administrativos, empresariales, consumidores, usuarios, etc.) mediante el aumento de la prevención, reutilización y reciclado, entre otras cuestiones.

Si bien la prevención, reutilización y reciclado son las bases fundamentales de la economía circular, aquellos residuos no reciclables deberán ser valorizados energéticamente en la medida de lo posible mediante unas u otras técnicas. La valorización energética de residuos comprende una gran cantidad de procesos de diversa índole tales como: co-incineración de residuos en instalaciones de combustión, en plantas cementeras o en plantas productoras de cal; incineración de residuos en instalaciones especializadas con recuperación de energía, digestión anaerobia de residuos biodegradables, producción de combustibles derivados de residuos, incineración indirecta tras una etapa de pirólisis o gasificación, entre otros; cada uno de los cuales tiene un potencial propio dentro de la economía circular al situarse en distintos puntos de la jerarquía de tratamiento de residuos (figura 1), y unos impactos medioambientales asociados concretos.

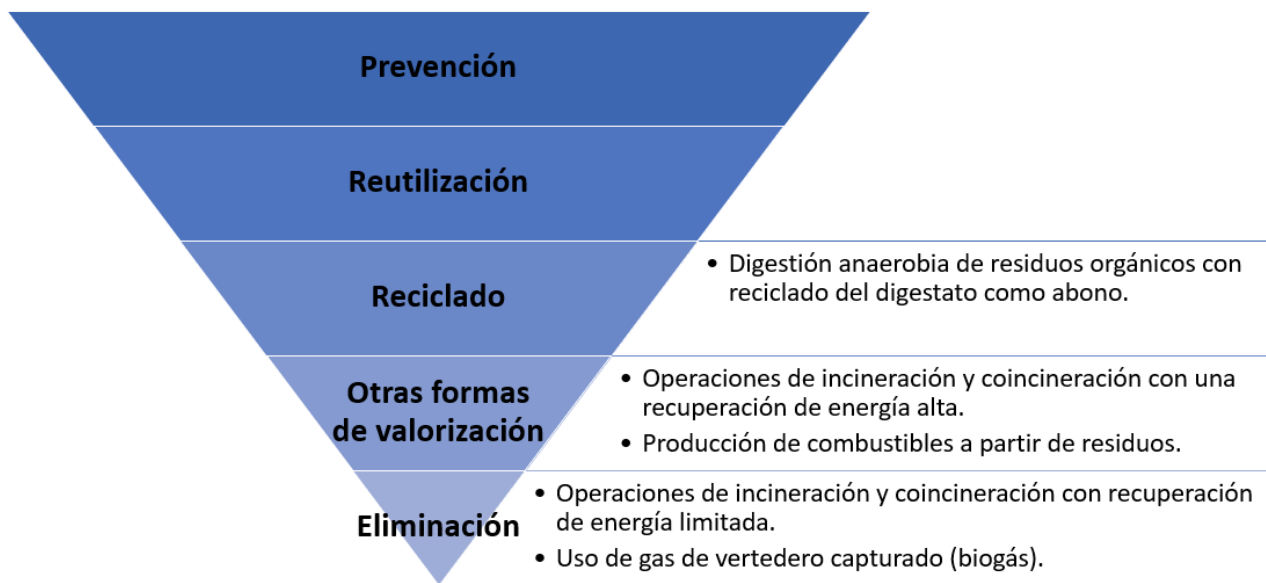


Figura 1.- Jerarquía de residuos y procesos de transformación de residuos en energía

La eficiencia energética es lo que determina que el tratamiento de los residuos sea considerado una valorización energética o no. De este modo, la Directiva 2008/98/CE en su anexo II incluye la operación R1 "Utilización principal como combustible u otro modo de producir energía" dentro de las operaciones de valorización siempre y cuando las instalaciones tengan una eficiencia igual o superior a 0.60 en caso de instalaciones en funcionamiento antes del 1 de enero de 2009 y 0.65 en caso de instalaciones autorizadas después del 31 de diciembre de 2008.

Para el cálculo de este umbral de eficiencia, la propia directiva establece la siguiente fórmula para su cálculo:

$$\text{Eficiencia energética} = (E_p - (E_f + E_i)) / (0.97 \times (E_w + E_f))$$

Donde:

- E_p es la energía anual producida como calor o electricidad, que se calcula multiplicando la energía en forma de electricidad por 2,6 y el calor producido para usos comerciales por 1,1 (GJ/año).
- E_f es la aportación anual de energía al sistema a partir de los combustibles que contribuyen a la producción de vapor (GJ/año).
- E_w es la energía anual contenida en los residuos tratados, calculada utilizando el poder calorífico neto de los residuos (GJ/año).
- E_i es la energía anual importada excluyendo E_w y E_f (GJ/año).

- 0,97 es un factor que representa las pérdidas de energía debidas a las cenizas de fondo y la radiación.

Posteriormente, en la Directiva (UE) 2015/1127 de la Comisión de 10 de julio de 2015 se modificó el anexo II de la Directiva 2008/98/CE y, en la fórmula anterior se introdujo el factor de corrección climático (CCF), el cual adquiere un valor distinto dependiendo de la fecha en la que hayan entrado en funcionamiento las instalaciones que realicen el cálculo:

El valor de la fórmula de eficiencia energética se multiplicará por el **factor de corrección climático (CCF)**:

1. **CCF** aplicable a las instalaciones en funcionamiento y autorizadas desde antes del 1/09/2015:

- $CCF = 1$ si $HDD \geq 3.350$
- $CCF = 1,25$ si $HDD \leq 2.150$ (**es el aplicado en Las Lomas**)
- $CCF = - (0,25/1 200) \times HDD + 1,698$ si $2.150 < HDD < 3.350$

2. **CCF** aplicable a las instalaciones autorizadas después del 31/08/2015 y a las instalaciones contempladas en el punto 1, después del 31/12/2029:

- $CCF = 1$ si $HDD \geq 3.350$
- $CCF = 1,12$ si $HDD \leq 2.150$ (se aplica ahora en Zubieta y habrá que aplicarlo en Las Lomas a partir de 2030)
- $CCF = - (0,12/1 200) \times HDD + 1,335$ si $2.150 < HDD < 3.350$

HDD: grados-día de calefacción;

$HDD = (18^{\circ}C - T_m) \times d$, si T_m es inferior o igual a $15^{\circ}C$ (umbral de calefacción) y

$HDD = 0$, si T_m es superior a $15^{\circ}C$,

considerando que T_m es la temperatura media $(T_{min} + T_{max})/2$ exterior durante un período de “d” días.

Los cálculos deben realizarse sobre una base diaria ($d=1$) durante un periodo total de un año.

1.1. Comunitario

Dentro de la legislación comunitaria se han publicado múltiples comunicaciones y directivas relacionadas de forma más o menos directa con los procesos de transformación de residuos en energía y, concretamente, con el tratamiento de incineración de residuos. A continuación, se recogen las principales directivas europeas, actualmente vigentes, que resultan de aplicación para este sector:

- Directiva 89/369/CE, del Consejo, de 8 de junio de 1989, relativa a la prevención de la contaminación atmosférica procedente de nuevas instalaciones de incineración de residuos municipales.
- Directiva 89/429/CEE, relativa a la reducción de la contaminación atmosférica procedente de instalaciones existentes de incineración de residuos municipales.
- Directiva 2008/98/CE el Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas¹.
- Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

Esta Directiva define como **biomasa** “la fracción biodegradable de los productos, residuos y desechos de origen biológico procedentes de actividades agrarias, incluidas las sustancias de origen vegetal y de origen animal, de la silvicultura y de las industrias conexas, incluidas la pesca y la acuicultura, **así como la fracción biodegradable de los residuos, incluidos los residuos industriales y municipales de origen biológico**”, por lo que la energía eléctrica generada mediante incineración de residuos deberá ser considerada en parte como energía renovable aportada al mix energético nacional.

- Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril, relativa al vertido de residuos².”
- **Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos.**
- **Directiva 2010/75/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación).**

¹ Modificada por la DIRECTIVA (UE) 2018/851 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos

² Modificada por la DIRECTIVA (UE) 2018/850 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos

- Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo.
- Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

De todas ellas, la Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos se enmarca dentro de las acciones europeas para lograr un “desarrollo sostenible” tal y como indica el preámbulo de la misma. En este sentido se pretende establecer unos criterios mínimos que deben cumplir las instalaciones de incineración y coincineración de tal forma que se asegure la menor afección posible al medio ambiente, con un enfoque principal hacia la contaminación atmosférica, el suelo, aguas superficiales y subterráneas sin dejar a un lado la salud humana.

Si bien esta directiva se apoya y hace referencia a otras muchas que resultan de aplicación específica o transversal, establece criterios concretos para las instalaciones de incineración y coincineración en lo que se refiere a emisiones atmosféricas, vertidos de aguas residuales, control y seguimiento y condiciones de medición.

Dentro de los criterios considerados en esta directiva, se incluye la necesidad de que estas instalaciones dispongan de una autorización otorgada por las autoridades competentes, en la que se consideren todas aquellas precauciones que resulten necesarias para una correcta explotación de la instalación, así como para una reducción y control de las emisiones de la atmósfera. También se pretende lograr mediante ésta que se cumpla de forma correcta la jerarquía de gestión de residuos, principalmente mediante el establecimiento de requerimientos concretos para la ejecución de actividades de recuperación de calor generado en los procesos.

La Decisión de Ejecución (UE) 2019/2010 de la Comisión de 12 de noviembre de 2019, por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD), de conformidad con la Directiva 2010/75 del Parlamento Europeo y del Consejo, para la incineración de residuos establece los niveles de emisión asociados a las MTD (NEA-MTD) para diversas actividades especificadas en el anexo I de la Directiva 2010/75/UE.

Dentro de estas actividades, se encuentra la catalogada en el epígrafe 5.2. a) Valorización o eliminación de residuos en instalaciones de incineración de residuos para residuos no peligrosos,

con una capacidad superior a 3 toneladas por hora para la que se recogen en las siguientes tablas los NEA-MTD³:

NEA-MTD (emisiones atmosféricas). Decisión 2019/2010 de 12/11/2019			
Partículas, metales y metaloides			
Parámetro	NEA-MTD		Periodo de cálculo de valores medios
Partículas	< 2-5 mg/Nm ³		Media diaria
Cd+Tl	0,005-0,02 mg/Nm ³		Media a lo largo del periodo de muestreo
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	0,01-0,3 mg/Nm ³		Media a lo largo del periodo de muestreo
NEA-MTD (emisiones atmosféricas). Decisión 2019/2010 de 12/11/2019			
HCl, HF y SO ₂			
Parámetro	NEA-MTD		Periodo de cálculo de valores medios
	Instalación nueva	Instalación existente	
HCl	<2-6 mg/Nm ³ ⁽¹⁾	<2-8 mg/Nm ³	Media diaria
HF	<1 mg/Nm ³	<1 mg/Nm ³	Media a lo largo del periodo de muestreo
SO ₂	5-30 mg/Nm ³	5-40 mg/Nm ³	Media diaria
⁽¹⁾ El límite inferior del intervalo de NEA-MTD puede alcanzarse cuando se utiliza un lavador húmedo; el límite superior del intervalo puede estar asociado con el uso de inyección de sorbente seco.			

NEA-MTD (emisiones atmosféricas). Decisión 2019/2010 de 12/11/2019			
NOx, CO y NH ₃			
Parámetro	NEA-MTD		Periodo de cálculo de valores medios
	Instalación nueva	Instalación existente	
NOx	5-120 mg/Nm ³ ⁽¹⁾	5-150 mg/Nm ³ ⁽¹⁾⁽²⁾	Media diaria
CO	10-50 mg/Nm ³	10-50 mg/Nm ³	
NH ₃	2-10 mg/Nm ³ ⁽¹⁾	2-10 mg/Nm ³ ^{(1) (3)}	
⁽¹⁾ El límite inferior del intervalo de NEA-MTD puede alcanzarse cuando se utiliza la RCS. Puede que no sea posible alcanzar el límite inferior del intervalo NEA-MTD al incinerar residuos con un alto contenido de nitrógeno (por ejemplo, residuos de la producción de compuestos orgánicos de nitrógeno).			
⁽²⁾ El extremo superior del intervalo MTD-AEL es 180 mg/Nm ³ donde SCR no es aplicable.			
⁽³⁾ Para instalaciones existentes equipadas con RCNS sin técnicas de depuración por vía húmeda, el límite superior del intervalo NEA-MTD es 15 mg/Nm ³ .			

³ Todas las concentraciones están referidas al volumen de gas seco, normalizado y al 11% de oxígeno.

NEA-MTD (emisiones atmosféricas). Decisión 2019/2010 de 12/11/2019			
COVT, PCDD/F y PCB similares a las dioxinas			
Parámetro	NEA-MTD		Periodo de cálculo de valores medios
	Instalación nueva	Instalación existente	
COVT	<3-10 mg/Nm ³	<3-10 mg/Nm ³	Media diaria
PCDD/F ⁽¹⁾	<0,01-0,04 ng I-TEQ/Nm ³	<0,01-0,06 ng I-TEQ/Nm ³	Media a lo largo del periodo de muestreo
	<0,01-0,06 ng I-TEQ/Nm ³	<0,01-0,08 ng I-TEQ/Nm ³	Periodo de muestreo a largo plazo ⁽²⁾
PCDD/F+PCB similares a dioxinas	<0,01-0,06 ng WHO-TEQ/Nm ³	<0,01-0,08 ng WHO-TEQ/Nm ³	Media a lo largo del periodo de muestreo
	<0,01-0,08 ng WHO-TEQ/Nm ³	<0,01-0,1 ng WHO-TEQ/Nm ³	Periodo de muestreo a largo plazo ⁽²⁾

⁽¹⁾ Se aplica el NEA-MTD para PCDD/F o el NEA-MTD para PCDD/F+PCB similares a dioxinas.
⁽²⁾ El NEA-MTD no se aplica si se demuestra que los niveles de emisión son suficientemente estables.

NEA-MTD (emisiones atmosféricas). Decisión 2019/2010 de 12/11/2019			
Hg			
Parámetro	NEA-MTD ⁽¹⁾		Periodo de cálculo de valores medios
	Instalación nueva	Instalación existente	
Hg	<5-20 µg/Nm ³ ⁽²⁾	<5-20 µg/Nm ³ ⁽²⁾	Media diaria o valor medio durante el periodo de muestreo
	1-10 µg/Nm ³	1-10 µg/Nm ³	Periodo de muestreo a largo plazo ⁽²⁾

⁽¹⁾ Se aplica el NEA-MTD para la media diaria o media a lo largo del periodo de muestreo o el NEA-MTD para el periodo de muestreo a largo plazo. El NEA-MTD para el periodo de muestreo a largo plazo puede aplicarse en el caso de instalaciones que incineran residuos con un contenido demostrado de mercurio bajo y estable (por ejemplo, mono-corrientes de residuos de una composición controlada).
⁽²⁾ El límite inferior del intervalo de NEA-MTD puede alcanzarse:

- Al incinerar residuos con un contenido demostrado de mercurio bajo y estable (por ejemplo, flujos únicos de residuos de una composición controlada), o
- Al utilizar técnicas específicas para prevenir o reducir la emisión de picos de mercurio al incinerar residuos no peligrosos. El límite superior del intervalo NEA-MTD puede estar asociado con el uso de inyecciones de sorbente seco.

Tabla 1.- Valores NEA-MTD de aplicación según Decisión 2019/2010 de fecha 12 de noviembre de 2019

Cabe indicar, respecto a los valores de las NEA-MTD, que éstos deberán ser tenidos en cuenta en el establecimiento de los valores límite de emisión en las autorizaciones ambientales integradas, en el caso de las instalaciones nuevas o de la revisión de la AAI existentes.

1.2. Estatal

Al igual que en Europa se ha descrito la hoja de ruta a seguir para alcanzar los objetivos de sostenibilidad y circularidad establecidos, en el ámbito estatal se ha establecido un marco estratégico y de actuación para llevar a cabo esta transición. El pilar fundamental para ello es la Estrategia Española de Economía Circular: “España Circular 2030” que se irá materializando progresivamente mediante planes de acción trienales a través de los 3 ejes de la sostenibilidad: económico, social y ambiental.

Tomando esta estrategia como punto de partida, se hace necesario transponer las directivas europeas a la normativa estatal. De este modo, todas las directivas anteriormente mencionadas se han ido transponiendo a la legislación española a lo largo de los años en las siguientes leyes y decretos.

Normativa Europea	Transposición a normativa estatal
Directiva 2008/98/CE, de 19 de noviembre de 2008	Ley 7/2022, de 8 de abril de 2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular
Directiva (UE) 2018/2001, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.	Real Decreto 376/2022, de 17 de mayo ⁴
Directiva 1999/31/CE, de 26 de abril, modificada por la Directiva (UE) 2018/850	Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
Directiva 2010/75/CE, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación).	Real Decreto 815/2013 , de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales
Directiva 2003/87/CE, de 13 de octubre de 2003	Real Decreto-ley 5/2004, de 27 de agosto
Directiva 369/89/CE, de 8 de junio de 1989	Real Decreto 1088/1992, de 11 de septiembre ⁵
Directiva 2000/76/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de diciembre de 2000, relativa a la incineración de residuos.	Real Decreto 653/2003 , de 30 de mayo, sobre incineración de residuos.

Tabla 2.- Relación de directivas europeas y su transposición al marco normativo estatal

⁴ Transpuesta parcialmente.

⁵ Derogado por Real Decreto 653/2003, de 30 de mayo, sobre incineración de residuos.

Adicionalmente a la normativa anterior que transpone la legislación europea, se han desarrollado otros documentos normativos que la complementan en relación a la gestión de residuos⁶ y la engloban dentro del marco normativo general de medioambiente:

- Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética
- Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible
- Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación

Asimismo, existe normativa concreta enfocada a una mejora en el uso de energías renovables donde se consideran e incluyen las instalaciones de valorización de residuos:

- Real Decreto 376/2022, de 17 de mayo, por el que regulan los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa, así como el sistema de garantías de origen de los gases renovables.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Anexo II, parte V del Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.

⁶ Véase: *Real Decreto 208/2022, de 22 de marzo, sobre las garantías financieras en materia de residuos.*

En este Real Decreto 815/2013 se establecen los VLE para las instalaciones de incineración de residuos, los cuales se recogen en las siguientes tablas⁷:

VLE instalaciones de incineración de residuos	
Apartado B	
Valores medios diarios (mg/Nm³)	
Contaminante	Valor
Partículas totales	10
COT	10
HCl	10
HF	1
SO ₂	50
NO y NO ₂ , expresados como NOx	200*
	400**

(*) Para instalaciones de incineración existentes de capacidad nominal superior a 6 toneladas por hora o para instalaciones de incineración nuevas.

(**) Para instalaciones de incineración existentes de capacidad nominal superior a 6 toneladas por hora o para instalaciones de incineración nuevas.

VLE instalaciones de incineración de residuos		
Apartado C		
Valores medios semihorarios (mg/Nm³)		
Contaminante	Valor (100%)	Valor (97%)
Partículas totales	30	10
COT	20	10
HCl	60	10
HF	4	2
SO ₂	200	50
NO y NO ₂ , expresados como NOx	400*	200

(*) Para instalaciones de incineración existentes de capacidad nominal superior a 6 toneladas por hora o para instalaciones de incineración nuevas.

⁷ En todas ellas, los VLE se encuentran referidos a una temperatura de 273.15K, presión de 101.3 kPa y previa corrección del contenido en vapor de agua de los gases residuales. Se encuentran normalizados al 11% de oxígeno.

VLE instalaciones de incineración de residuos Apartado D	
Valores medios medidos a lo largo de un periodo de muestreo de un mínimo de 30 minutos y un máximo de 8 horas (mg/Nm ³) *	
Contaminante	Valor
Cadmio y sus compuestos, expresados en cadmio (Cd)	Total 0,05
Talio y sus compuestos, expresados en talio (Tl)	
Mercurio y sus compuestos, expresados en mercurio (Hg)	0,05
Antimonio y sus compuestos, expresados en antimonio (Sb)	Total 0,05
Arsénico y sus compuestos, expresados en arsénico (As)	
Plomo y sus compuestos, expresados en plomo (Pb)	
Cromo y sus compuestos, expresados en cromo (Cr)	
Cobalto y sus compuestos, expresados en cobalto (Co)	
Cobre y sus compuestos, expresados en cobre (Cu)	
Manganeso y sus compuestos, expresados en manganeso (Mn)	
Níquel y sus compuestos, expresados en níquel (Ni)	
Vanadio y sus compuestos, expresados en vanadio (V)	

* Los valores medios se refieren a las emisiones correspondientes de metales pesados, así como de sus compuestos, tanto en estado gaseoso como de vapor

VLE instalaciones de incineración de residuos Apartado E	
Valores medios medidos a lo largo de un periodo de muestreo de un mínimo de 6 horas y un máximo de 8 horas (ng/Nm ³) *	
Contaminante	Valor
Dioxinas y furanos	0.1

* El valor límite de emisión se refiere a la concentración total de dioxinas y furanos calculada utilizando el concepto de equivalencia tóxica de conformidad con el anexo I.

VLE instalaciones de incineración de residuos Apartado F	
Monóxido de carbono (CO)*	
Valor	VLE
Valor medio diario (mg/Nm ³)	50
Valor medio semihorario (mg/Nm ³)	100
Valor medio cada 10 minutos (mg/Nm ³)	150

* El órgano competente podrá autorizar exenciones para instalaciones de incineración de residuos que utilicen la tecnología de combustión en lecho fluido, siempre y cuando la autorización establezca un VLE para el CO igual o inferior a 100 mg/Nm³ como valor medio horario.

Tabla 3.- Valores límite de aplicación para instalaciones de incineración de residuos

1.3. Autonómica

Igualmente, dentro de las competencias cedidas a las distintas autonomías españolas, éstas podrán desarrollar legislación enfocada al reto de introducir la circularidad en sus territorios, si bien no existe a fecha de elaboración del presente estudio normativa específica publicada por los organismos autonómicos⁸.

1.4. Recomendaciones de la US EPA

La siguiente tabla recoge los valores límite de emisión que son establecidos por la US EPA (*Environmental Protection Agency*), extraídos del documento normativo del 10 de mayo de 2006: *40 CFR Part 60, Standards of Performance for New Stationary Sources and Emission Guidelines for Existing Sources: Large Municipal Waste Combustors; Final Rule*:

VALORES LÍMITE DE EMISIÓN. EPA 40 CFR Part 60 2006		
Contaminante	Instalación existente	Instalación nueva
CDD/CDF	30 ng/Nm ³ / 35 ng/Nm ³	13 ng/Nm ³
Cd	35 µg/Nm ³	10 µg/Nm ³
Pb	400 µg/Nm ³	140 µg/Nm ³
Hg*	50 µg/Nm ³ o un 85% de reducción de las emisiones de mercurio.	50 µg/Nm ³ o un 85% de reducción de las emisiones de mercurio.
PM**	25 mg/Nm ³	20 mg/Nm ³
HCl	29 ppmv (43,23 mg/Nm ³) o 95% de reducción de las emisiones de HCl	25 ppmv (37,27 mg/Nm ³) o 95% de reducción de las emisiones de HCl
SO ₂	29 ppmv (75,9 mg/Nm ³) o 75% de reducción de las emisiones de HCl	30 ppmv (78,5 mg/Nm ³) o 80% de reducción de las emisiones de HCl
NO _x	Varía en función del tipo de cámara de combustión: <ul style="list-style-type: none"> • 205 ppmv (mass burn waterwall) • 210 ppmv (mass burn ratary waterwall) • 250 ppmv (refuse-derived fuel combustor) • 180 ppmv (fluidized bed combustor) • Sin límite (mass burn refractory combustors) 	180 ppmv/150 ppmv después del primer año de operación

⁸ Únicamente se ha publicado el siguiente decreto en el país vasco relativo a la valorización de escorias negras de fabricación de acero (Decreto 64/2019, de 9 de abril, del régimen jurídico aplicable a las actividades de valorización de escorias negras procedentes de la fabricación de acero en hornos de arco eléctrico).

VALORES LÍMITE DE EMISIÓN. EPA 40 CFR Part 60 2006

Contaminante	Instalación existente	Instalación nueva
Nota: las concentraciones están referidas al volumen de gas seco, normalizado y al 7% de oxígeno. (*) VLE modificado por EPA 40 CFR Part 60 2019. Las emisiones de Hg para instalaciones existentes son de 11 µg/Nm ³ y de 3,7 µg/Nm ³ para instalaciones nuevas. (**) VLE modificado por EPA 40 CFR Part 60 2016. Las emisiones de PM para instalaciones existentes son de 13,5 mg/Nm ³ y de 4,9 mg/Nm ³ para instalaciones nuevas.		

Tabla 4.- Valores límite de emisión según EPA 40 CFR Par 60 (2006)

1.5. Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud

En este mismo sentido, se han revisado las recomendaciones y normas de referencia de la OMS, habiéndose consultado el documento “*Air Quality Guidelines for Europe, 2nd edition, 2000*” donde se establecen valores de referencia dentro del marco legislativo de la Unión Europea (UE) para el ámbito de calidad del aire, concretamente para el parámetro de las dioxinas, grupo de contaminantes sin valores establecidos en la legislación estatal.

Literalmente, el capítulo 5.11 del citado documento establece lo siguiente:

Guidelines

An air quality guideline for PCDDs and PCDFs is not proposed because direct inhalation exposures constitute only a small proportion of the total exposure, generally less than 5% of the daily intake from food.

*Urban ambient toxic equivalent air concentrations of PCDDs and PCDFs are estimated to be about 0.1 pg/m³. However, large variations have been measured. Although such an air concentration is only a minor contributor to direct human exposure, it is a major contributor to contamination of the food chain. It is difficult, however, to calculate indirect exposure from contamination of food via deposition from ambient air. Mathematical models are being used in the absence of experimental data, but these models require validation. **Air concentrations of 0.3 pg/m³ or higher are indications of local emission sources that need to be identified and controlled.***

OMS (Air Quality Guidelines for Europe)	
CONTAMINANTES	INDICADOR DE REFERENCIA EN AIRE AMBIENTE
PCDD y PDCF	0.3 pg/m ³ N (indicador de fuentes locales de emisión que necesitan ser identificadas y controladas)

 Tabla 5.- Valores de referencia para el parámetro PCDD/PDCF en calidad del aire establecidos por la OMS (Fuente: “*Air Quality Guidelines for Europe*”)

También se ha consultado el documento de la OMS *Waste and human health: Evidence and needs*⁹. Este documento recoge la visión existente en 2015 (año de la publicación) respecto a la situación de la gestión de residuos en los distintos países europeos y las implicaciones de ésta en la salud humana, la preservación del medio ambiente, la sostenibilidad y la economía.

En este sentido, este documento recoge, en esencia, lo ya descrito anteriormente en el primer apartado en lo referente a la situación de este tipo de actividad en el marco europeo si bien se centra en la consulta realizada por parte de la OMS a expertos para revisar las pruebas sobre los efectos de la salud de los residuos urbanos y residuos peligrosos, así como conocer las necesidades prácticas, de recursos y de conocimiento existentes en los estados miembros, centrándose en las pruebas epidemiológicas existentes, los marcos normativos y legislativos así como las implicaciones políticas y económicas de este tipo de actividades.

Como conclusiones del documento, se menciona que las nuevas tecnologías de aplicación a la gestión de residuos han reducido drásticamente las emisiones contaminantes y la exposición poblacional a este tipo de agentes, si bien existen casos en los que los impactos en la salud pueden ser considerables.

Además, menciona la importancia que la UE ha dado a la reducción en la producción de residuos y la focalización de las acciones en una reutilización o reciclado de éstos frente a la incineración y el depósito en vertido, resultando este último método de gestión más afectado hasta el punto de haber sido descartado como metodología de eliminación en algunos países como consecuencia de sus implicaciones medioambientales, tal y como recoge el documento de la OMS.

Cabe indicar que, las afecciones a la salud humana se deben, según el documento de la OMS, a una gestión inadecuada de los residuos y a los traslados ilegales de éstos. Estos impactos negativos vendrían dados principalmente por la afección a diversos vectores medioambientales (agua, suelo, etc.) que, en última instancia repercuten sobre la salud de la población. Asimismo, el documento señala que una correcta gestión de los residuos que sea respetuosa con el medioambiente también lo será con la salud humana.

La OMS dedica en este documento un apartado a la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) mediante el proceso de incineración. En él se indica que, **como consecuencia de las normas cada vez más exigentes y de las mejoras tecnologías se ha conseguido que las emisiones derivadas de este tipo de instalaciones hayan mejorado con los años y se hayan reducido los riesgos**

⁹*Waste and human health: Evidence and needs. WHO Meeting Report. 5–6 November 2015. Bonn, Germany. World Health Organization Regional Office for Europe.*

para la salud humana, por lo que los primeros estudios realizados (años 70 y 80) sobre los altos niveles de emisiones de este tipo de plantas y la afección a la salud son difícilmente aplicables a las nuevas instalaciones.

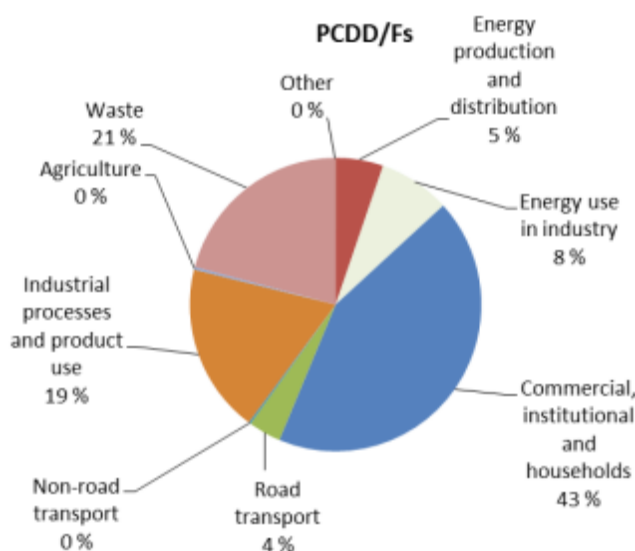
Así, por ejemplo, el documento indica que las ratios de concentraciones de las sustancias emitidas a finales de la década de los 2000, comparadas con la década 1990, oscilan en un orden de magnitud para el total de partículas en suspensión o algunos metales (por ejemplo, mercurio y cadmio) y hasta cuatro órdenes de magnitud para las dioxinas. Adicionalmente, se realizaron diversos análisis de exposición a las instalaciones de incineración desde el año 1984 al 2013 encontrándose una mejoría en la exposición respecto a la medida sustitutiva adoptada para la intensidad de exposición, la escala a la que se tuvo en cuenta la distribución espacial de la población expuesta y si la variabilidad temporal de la exposición.

Estas mismas conclusiones se obtienen también a nivel de la Unión Europea, como se explica en el epígrafe siguiente.

1.6. Informe de inventario de emisiones de la Agencia Europea de Medio Ambiente bajo la Convention on Long-range Transboundary Air Pollution

En el ámbito de la UE, la Agencia Europea de Medio Ambiente, en su informe de 2021, *European Union emission inventory report 1990-2019 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention)*¹⁰ presenta las siguientes gráficas sobre Evolución entre 1990 y 2019 de las emisiones de dioxinas y furanos de distintas fuentes de emisión.

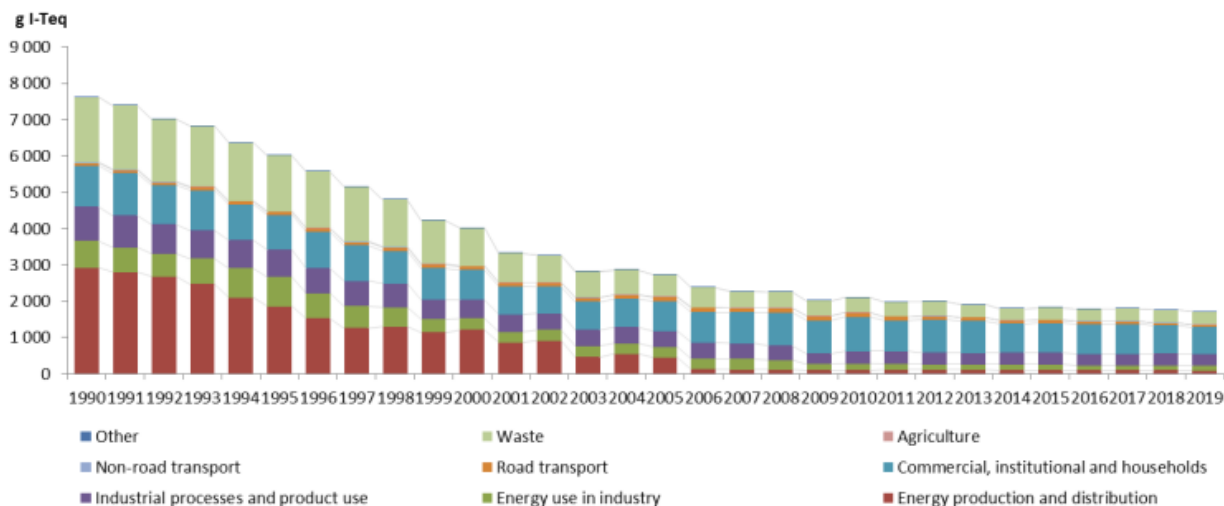
Hay que tener en cuenta que las emisiones de dioxinas están incluidas en la categoría “Energy production and distribution” y en la categoría “waste” están recogidas fuentes de emisión de dioxinas distintas de las de valorización energética de residuos, como la quema al aire libre de residuos agrícolas y forestales y otra gestión de residuos que no cumple con las mejores técnicas disponibles.



PCDD/F emissions in the EU: share by sector group, 2019; Fuente: EEA, 2021

(la valorización energética se incluye en la categoría 'Energy production and distribution').

¹⁰ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/95c98553-0b94-11ec-adb1-01aa75ed71a1/language-en>



Note: I-Teq, international toxic equivalent.

PCDD/F emissions in the EU: sectoral trends in emissions Source: EEA, 2021

(la valorización energética se incluye en la categoría 'Energy production and distribution').

Estas gráficas muestran que sólo una pequeña fracción de las dioxinas emitidas en Europa son producidas por la actividad de valorización energética de residuos.

En relación con España, este informe justifica la mejora en la emisión de dioxinas a partir de 1995 en la adaptación de las plantas de incineración de residuos municipales al cumplimiento de los valores límite de emisión impuestos por la legislación y a la implantación de técnicas de abatimiento de partículas y gases ácidos desde 1996:

In Spain, the fall in PCDD/F emissions after 1995 was linked to the adaptation of municipal solid waste (MSW) incineration facilities with energy recovery (included in the category '1A1a — Public electricity and heat production') to comply with the maximum levels imposed in legislation; it was also related to the implementation of particle and acid gas abatement techniques as from 1996.

2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA VALORIZACIÓN ENERGÉTICA EN EUROPA, EN LAS PRINCIPALES CIUDADES EUROPEAS Y EN OTRAS CIUDADES IMPORTANTES DEL MUNDO.

2.1. Análisis comparativo de la valorización energética en 33 países europeos y en sus principales ciudades

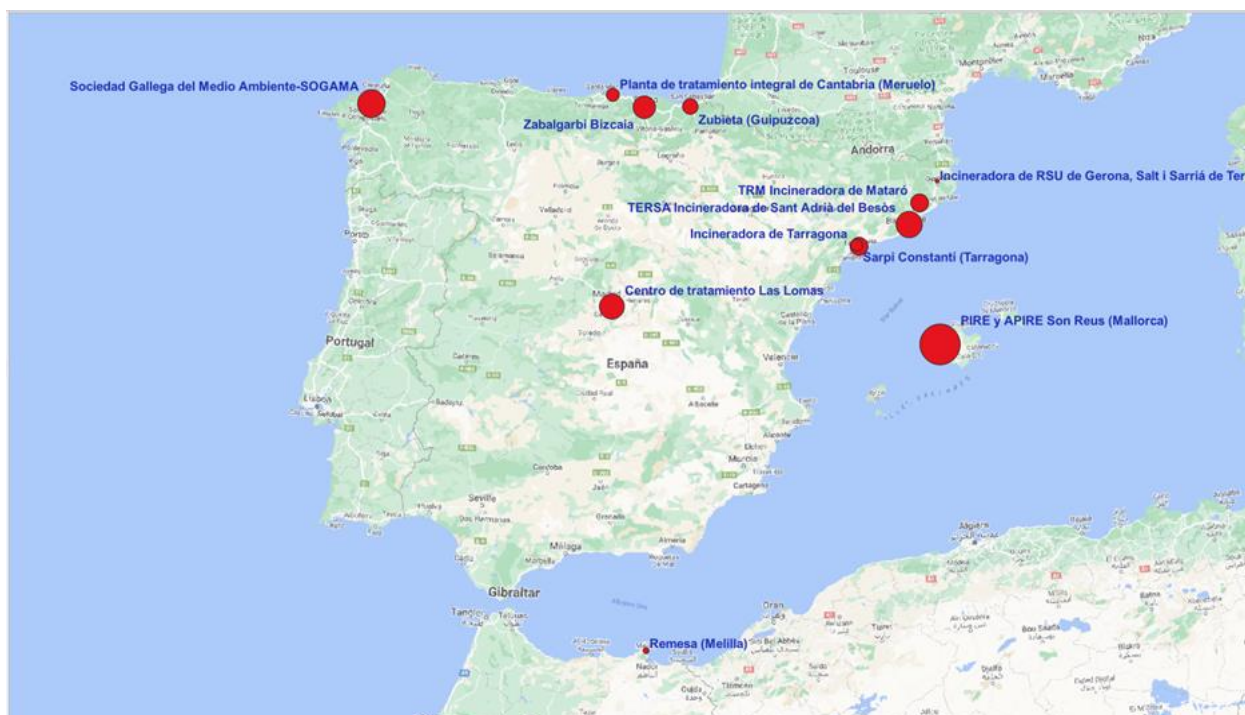
Instalaciones de valorización energética en España

España cuenta con 11 instalaciones de valorización de residuos no peligrosos:

- 2 incineradoras en el País Vasco: Zabalgarbi y Zubieta
- 4 en Cataluña: Sirusa (Tarragona), TERSA (Barcelona), Mataró (Barcelona), TRARGISA (Gerona)
- 1 en Madrid: LAS LOMAS en la ciudad de Madrid
- 1 en Baleares: TIRME en Mallorca
- 1 en Galicia: SOGAMA en La Coruña
- 1 en Melilla: Remesa
- 1 en Cantabria: TIRCANTABRIA en Meruelo

Además, hay otra incineradora de residuos peligrosos en Tarragona: SARPI CONSTANTI

Su ubicación se muestra a continuación, con círculos de distinto tamaño según su capacidad de tratamiento.



Mapa 1.- Instalaciones de incineración de residuos en España. Fuente Industrial Reporting Database

Comparativa con otros países europeos

Se ha hecho uso de la base de datos **Industrial Reporting Database de la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)**¹¹, a fecha mayo de 2022, que abarca los reportes sobre instalaciones industriales y sus emisiones de los estados miembros de la Unión Europea 27 más Islandia, Liechtenstein, Noruega, Serbia, Suiza y Reino Unido (33 países en total). Se trata de una base de datos con 33 tablas relacionadas entre sí.

Se ha hecho una primera consulta en la base de datos para ubicar las instalaciones actuales, que incluyó los campos:

- Nombre del “production site”.
- Longitud (coordenada geográfica).
- Latitud (coordenada geográfica).
- Código del país.
- Código de la actividad principal.
- Estatus.
- Funcionamiento (decommissioned, disused, functional, not Regulated).

¹¹ <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/national-emissions-reported-to-the-convention-on-long-range-transboundary-air-pollution-lrtap-convention-16>

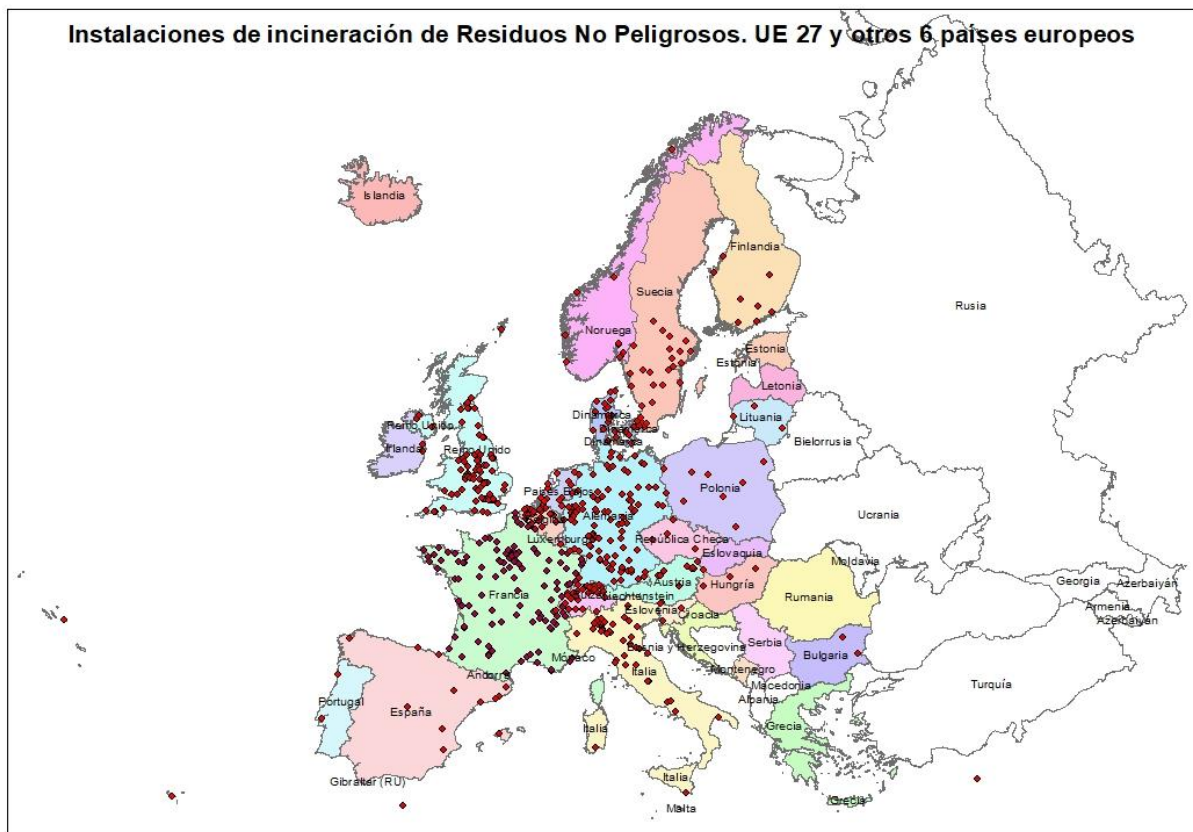
En esta base de datos las instalaciones de incineración de residuos no peligrosos en el marco de la Directiva 2000/76/EC están codificadas como 5(b), lo que permite seleccionar fácilmente el subconjunto de datos relativos a dichas instalaciones.

La tabla siguiente resume los resultados de la consulta sobre la ubicación geográfica de las instalaciones de incineración de residuos no peligrosos -grupo 5(b)-:

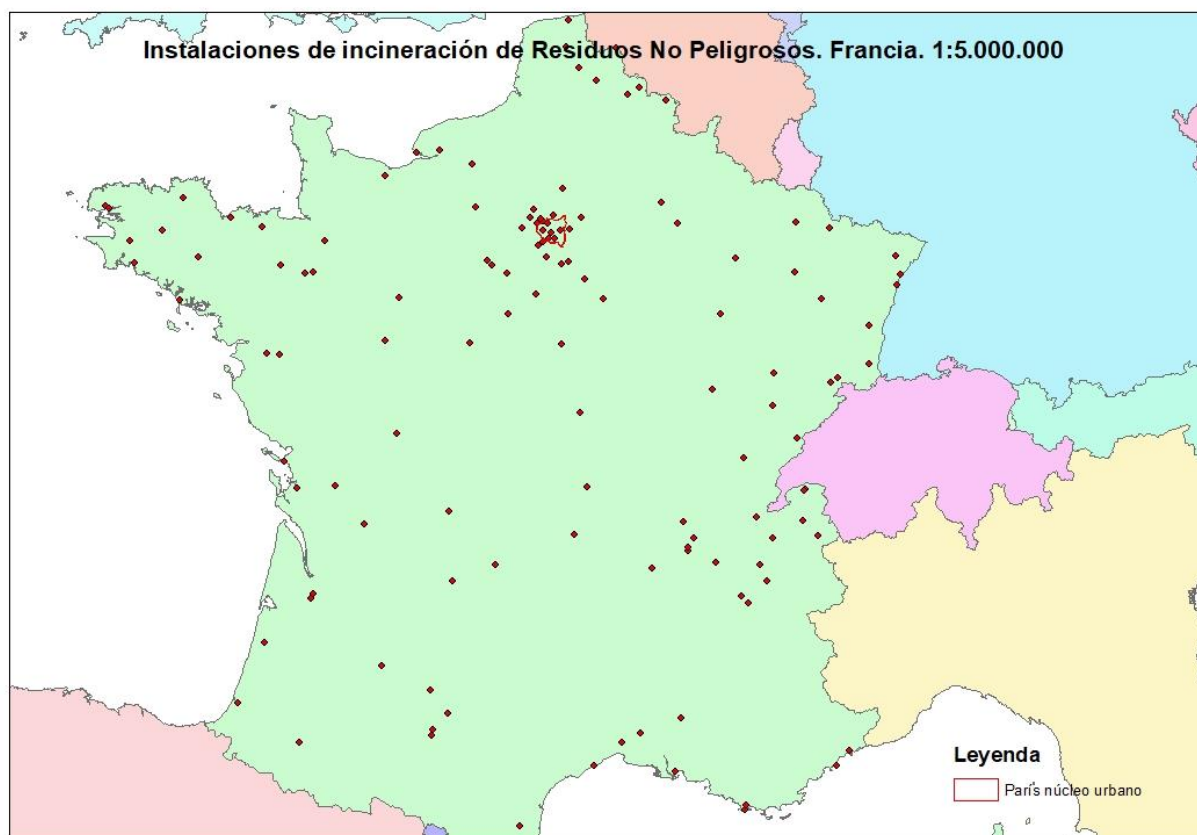
Código País	País	Año de reporte	nº instalaciones 5(b)
AT	Austria	2020	12
BE	Bélgica	2020	30
BG	Bulgaria	2020	2
CH	Suiza	2020	30
CY	Chipre	2020	1
CZ	Chequia	2020	5
DE	Alemania	2020	108
DK	Dinamarca	2020	43
EE	Estonia	2007-2020	0
ES	España	2020	11
FI	Finlandia	2020	8
FR	Francia	2020	131
GB	Reino Unido	2019	129
GR	Grecia	2007-2020	0
HR	Croacia	2014-2020	0
HU	Hungría	2020	3
IE	Irlanda	2020	2
IS	Islandia	2007-2020	0
IT	Italia	2019	43
LI	Liechtenstein	2007-2017	0
LT	Lituania	2018	3
LU	Luxemburgo	2020	1
LV	Letonia	2007-2020	0
MT	Malta	2007-2020	0
NL	Países Bajos	2020	15
NO	Noruega	2017	12
PL	Polonia	2020	9
PT	Portugal	2020	4
RO	Rumanía	2007-2020	0
RS	Serbia	2009-2020	0
SE	Suecia	2020	26
SI	Eslovenia	2020	1
SK	Eslovaquia	2017	1
TOTAL			631

Tabla 6.- Número de plantas de incineración de residuos no peligrosos por país. Fuente: EEA

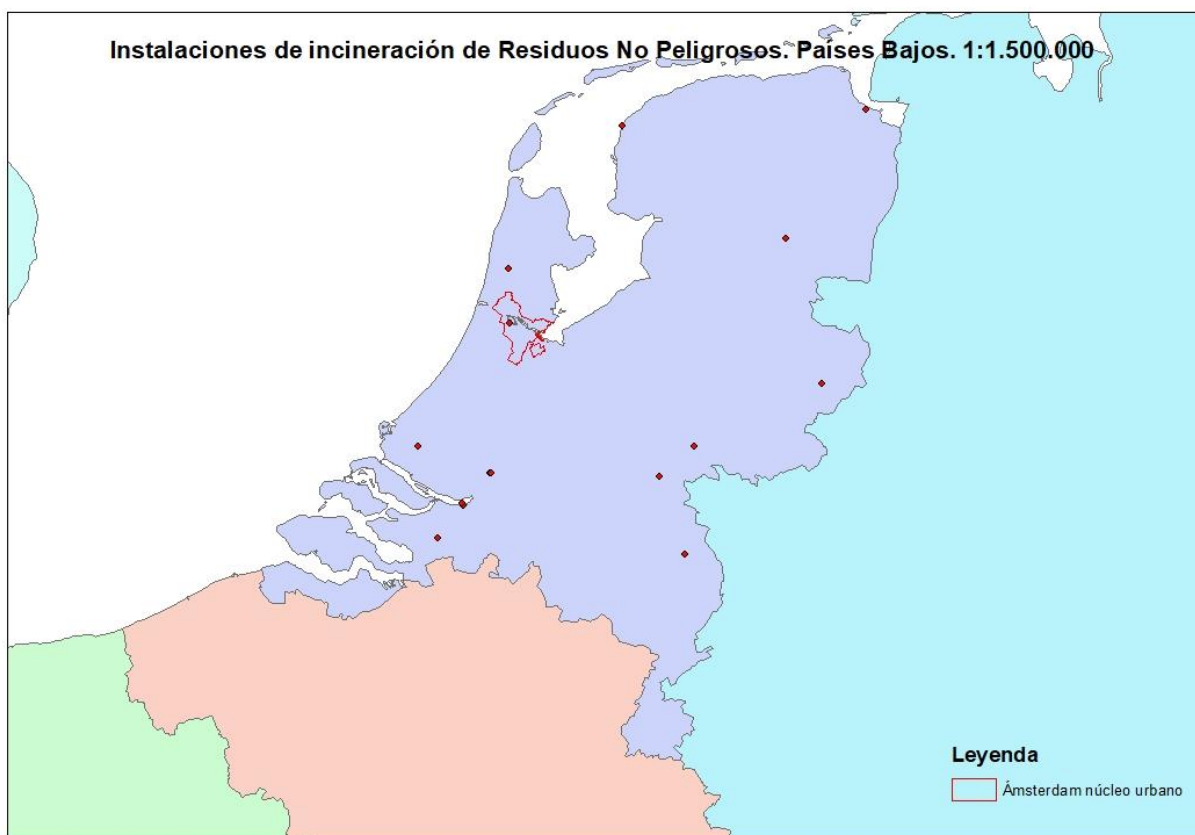
Los mapas siguientes presentan la ubicación de las instalaciones de residuos no peligrosos en el conjunto de los 33 países y, por separado, en alguno de los principales países se muestran también los límites de las respectivas capitales.



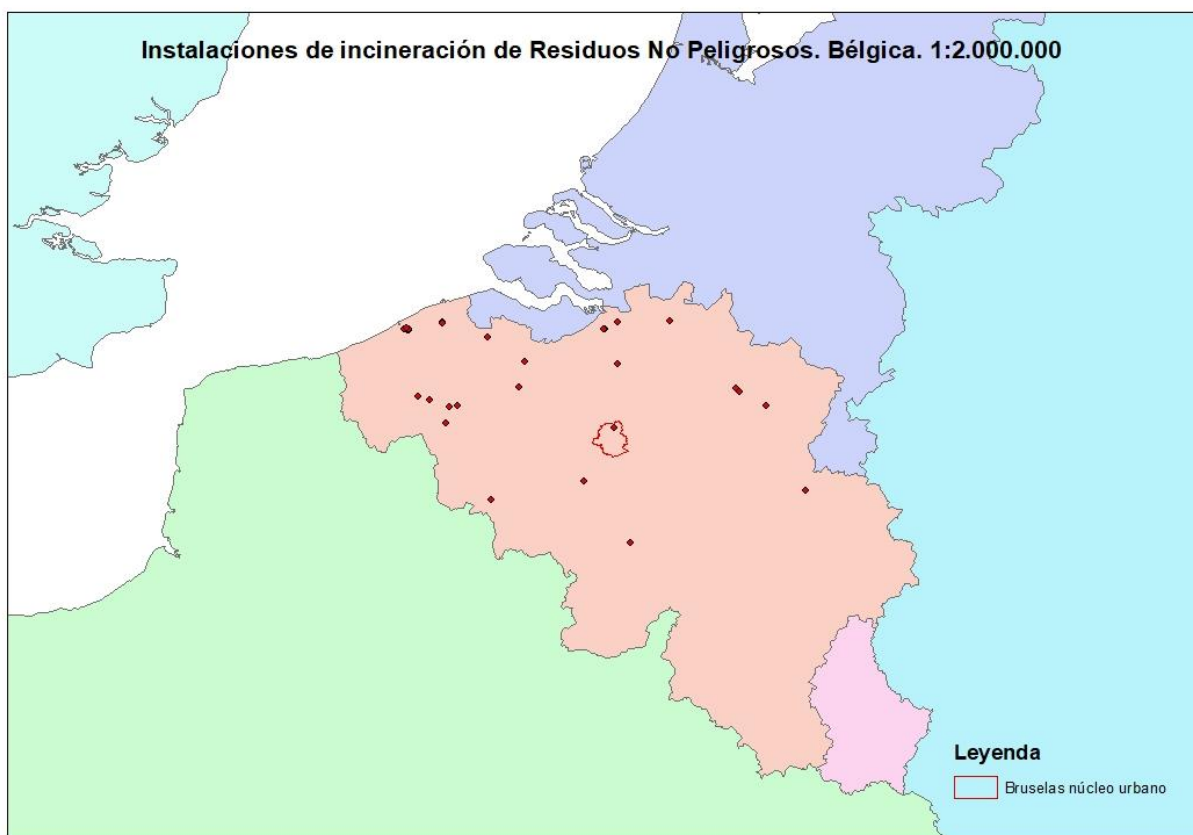
Mapa 2.- Instalaciones de incineración de Residuos No Peligrosos activas. Fuente Industrial Reporting Database



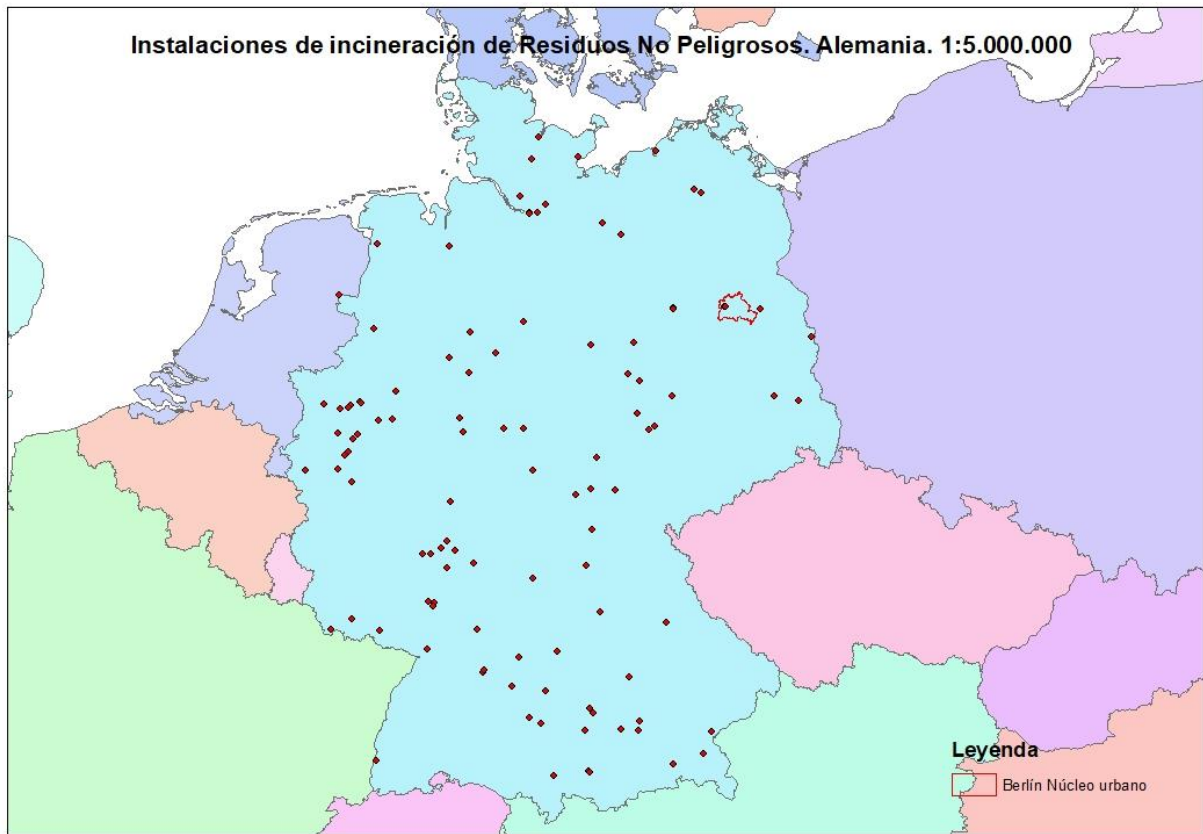
Mapa 3.- Instalaciones de incineración de Residuos No Peligrosos activas en Francia. Fuente Industrial Reporting Database



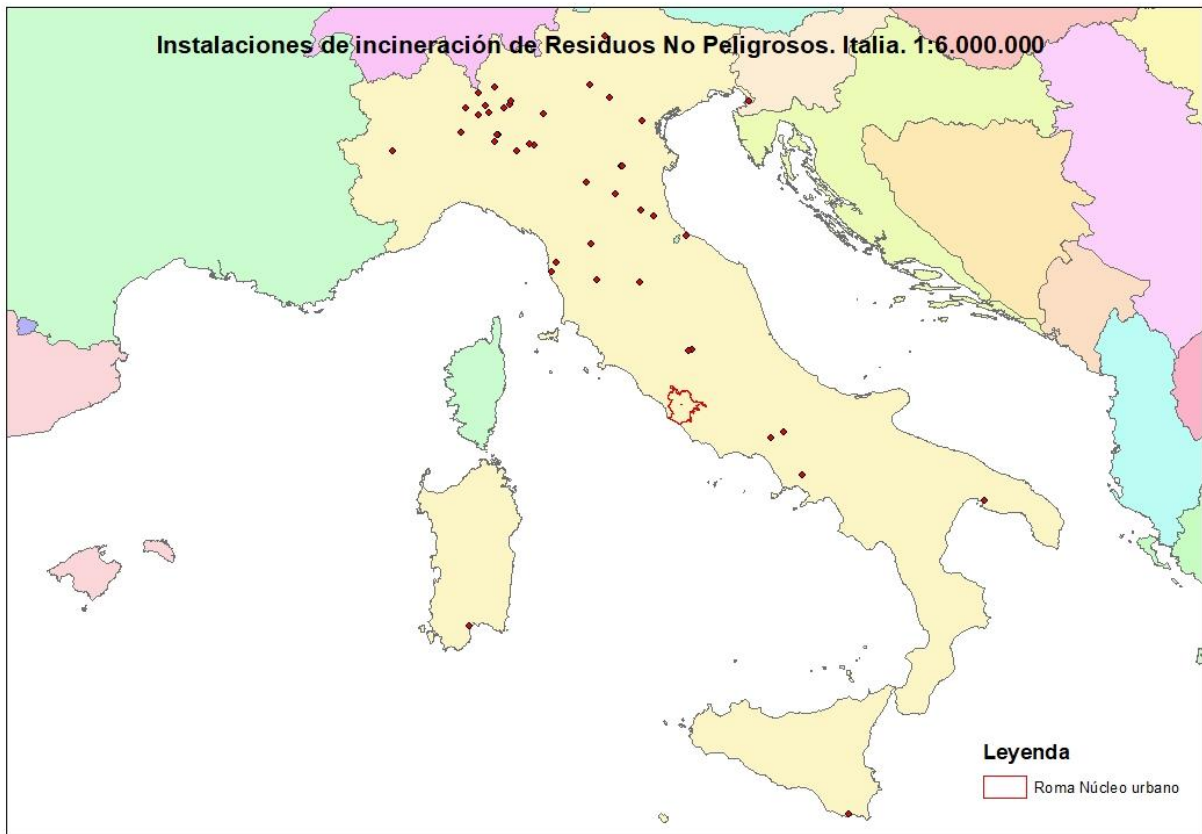
Mapa 4.- Instalaciones de incineración de Residuos No Peligrosos activas en Países Bajos. Fuente Industrial Reporting Database



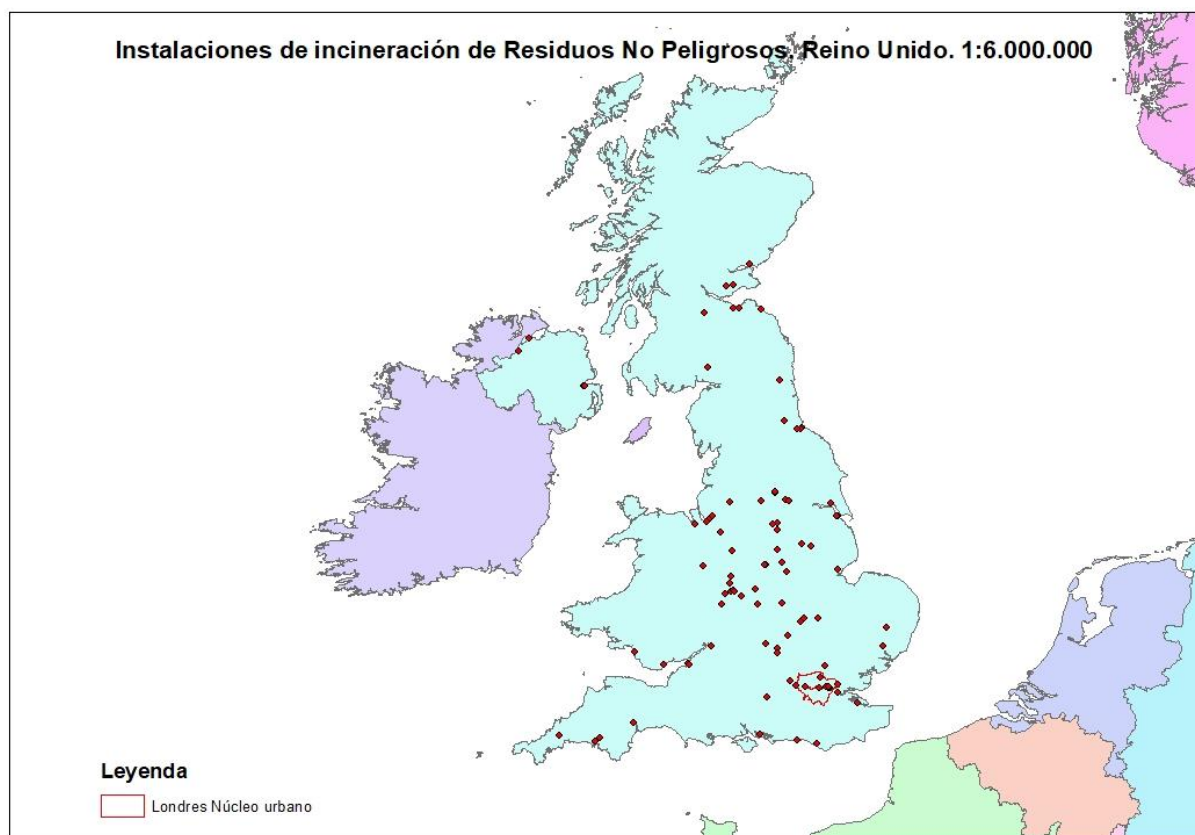
Mapa 5.- Instalaciones de incineración de Residuos No Peligrosos activas en Bélgica. Fuente Industrial Reporting Database



Mapa 6.- Instalaciones de incineración de Residuos No Peligrosos activas en Alemania. Fuente Industrial Reporting Database



Mapa 7.- Instalaciones de incineración de Residuos No Peligrosos activas en Alemania. Fuente Industrial Reporting Database



Mapa 8.- Instalaciones de incineración de Residuos No Peligrosos activas en Reino Unido. Fuente Industrial Reporting Database

En total el número de centros con instalaciones de incineración de residuos no peligrosos - grupo 5(b)- en el conjunto de los 33 países que abarca la Industrial Reporting Database, es de **631**. Si se incluyen sólo los países de la UE28 (UE27 más Reino Unido) el número total resulta 589.

Como comparación, la tabla 1.3 del documento BREF Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration, de 2019, recoge un total de 470 incineradoras de residuos sólidos municipales en el conjunto de la UE28. Cabe puntualizar que las instalaciones del grupo 5(b) incluyen además de las incineradoras de Residuos Sólidos Urbanos otras instalaciones como las incineradoras de lodos de depuradora. La tabla 1.3 también recoge el número de instalaciones de incineración de lodos de depuradora de algunos de estos países, aunque no el total en la UE28. En el caso de España, esta tabla aún no incluía la planta de Zubieta (Guipúzcoa) porque no había entrado aún en funcionamiento.

Table 1.3: Geographical distribution of incineration plants for municipal, hazardous and sewage sludge waste

Country (base year)	Total number of MSW incinerators	Capacity (Mt/yr)	Total number of HW incinerators	Capacity (Mt/yr)	Total number of dedicated sewage sludge incinerators	Capacity (Mt/yr) (dry solids)
Austria	12	2.5	2	0.1	1	NI
Belgium	16	2.7	3	0.3	1	0.02
Czechia	3	0.65	NI	NI	NI	NI
Denmark	29 ⁽¹⁾	4.8 ⁽¹⁾	3	0.26	3	0.1
Estonia	NI	0.25	NI	NI	NI	NI
Finland	9	1.7	1	0.2	3	0.039
France	127	14.4	48 ⁽²⁾	2.03 ⁽²⁾	27	NI
Germany	89	22.8	31 ⁽³⁾	1.5	19	2.2
Hungary	1	0.38	NI	NI	NI	NI
Ireland	1	0.22	11	NI	NI	NI
Italy	44	7.3	NI	NI	NI	NI
Lithuania	NI	0.23	NI	NI	NI	NI
Luxembourg	1	0.15	0	0	NI	NI
Netherlands	13	7.6	1	0.1	2	0.19
Norway	15	1.6	NI	NI	NI	NI
Poland	NI	0.04	NI	NI	NI	NI
Portugal	3	1.2	5	NI	NI	NI
Slovakia	2	0.17	NI	NI	NI	NI
Slovenia	NI	0.004	NI	NI	NI	NI
Spain	10	2.64	1	0.038	2	0.032
Sweden ⁽⁴⁾	34	6.6	1	0.1 ⁽⁵⁾	0	0
Switzerland	29	3.29	11	2	14	0.1
United Kingdom	NI	6.18	3	0.12	11	0.42
EU 28	470	NI	NI	NI	NI	NI

NI: No information provided.
⁽¹⁾ Includes all incineration and co-incineration plants mainly treating non-hazardous solid waste. The [16, Wilts et al. 2017] estimate for MSW alone is 3.3 Mt/yr.
⁽²⁾ Includes 28 dedicated commercial sites and 20 in-house plants (2015 data).
⁽³⁾ 1.51 for commercial sites and 0.52 for in-house plants (2015 data).
⁽⁴⁾ Figure includes installations used in the chemical industry.
⁽⁵⁾ A total of 54 WI lines (boilers) are in operation at the 34 installations. 14 of the 34 installations are permitted for the incineration of HW too.
⁽⁶⁾ Additionally, the incineration of 0.56 Mt/yr is permitted at the 14 MSWIs referred to in footnote ⁽⁵⁾.
 Sources: [1, UBA 2001], [64, TWG 2003], [47, TWG 2018], [16, Wilts et al. 2017], [34, ISWA 2012]

Tabla 7.- Distribución geográfica de las plantas de incineración de residuos municipales, de residuos peligrosos y lodos de depuración. Fuente: BREF Waste Incineration de 2019

En la tabla siguiente se resume la información de las dos fuentes (Industrial Reporting Database – I.R.D.- y documento BREF de 2019), y muestra el número de instalaciones desglosadas en residuos sólidos municipales (MSW=municipal solid waste) y en lodos de depuradora:

Código País	País	Año de reporte I.R.D.	nº instalaciones I.R.D. 5(b)	BREF: incineradoras RS municipales	BREF: incineradoras de lodos depuradora
AT	Austria	2020	12	12	1
BE	Bélgica	2020	30	16	1
BG	Bulgaria	2020	2	SIN DATO	SIN DATO
CH	Suiza	2020	30	29	0
CY	Chipre	2020	1	SIN DATO	SIN DATO
CZ	Chequia	2020	5	3	SIN DATO
DE	Alemania	2020	108	89	19
DK	Dinamarca	2020	43	29	3
EE	Estonia	2007-2020	0	SIN DATO	SIN DATO
ES	España	2020	12	10	2
FI	Finlandia	2020	8	9	3
FR	Francia	2020	131	127	27
GB	Reino Unido	2019	129	SIN DATO	11
GR	Grecia	2007-2020	0	-	-
HR	Croacia	2014-2020	0	-	-
HU	Hungría	2020	3	1	SIN DATO
IE	Irlanda	2020	2	1	SIN DATO
IS	Islandia	2007-2020	0	-	-
IT	Italia	2019	43	44	SIN DATO
LI	Liechtenstein	2007-2017	0	-	-
LT	Lituania	2018	3	SIN DATO	SIN DATO
LU	Luxemburgo	2020	1	1	SIN DATO
LV	Letonia	2007-2020	0	-	-
MT	Malta	2007-2020	0	-	-
NL	Países Bajos	2020	15	13	2
NO	Noruega	2017	12	15	SIN DATO
PL	Polonia	2020	9	SIN DATO	SIN DATO
PT	Portugal	2020	4	3	SIN DATO
RO	Rumanía	2007-2020	0	-	-
RS	Serbia	2009-2020	0	-	-
SE	Suecia	2020	26	34	0
SI	Eslovenia	2020	1	-	-
SK	Eslovaquia	2017	1	-	-

Tabla 8.- Número de centros de incineración de residuos no peligrosos por país. Fuente: EEA y BREF Waste Incineration

La base de datos **Industrial Reporting database de la AEMA** incluye también informaciones de los vertederos con obligación de reportar datos (ubicación, cantidades gestionadas, etc.), sin embargo, esta información es insuficiente para determinar el porcentaje de residuos incinerados, ya que falta el dato de las cantidades de residuos reciclados. Para los porcentajes de los distintos tipos de gestión se hace uso de los datos de EUROSTAT; en este caso los datos están agregados a nivel de estados.

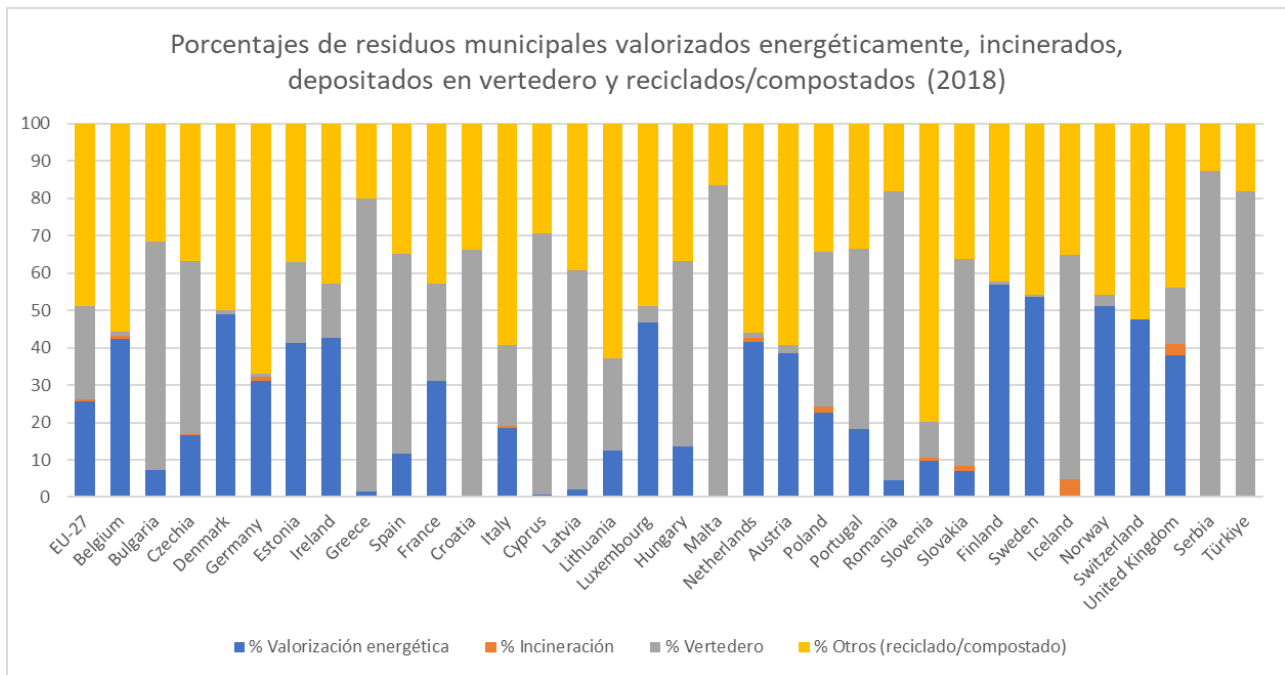


Figura 2.- Porcentajes de los distintos tipos de tratamiento de residuos municipales por país. Fuente: EUROSTAT

Municipal waste landfilled, incinerated, recycled and composted, EU, 1995-2020

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Change 2020/1995 (%)
million tonnes																											
Landfill	121	117	117	114	113	112	107	104	99	93	88	88	87	83	82	79	74	67	63	59	57	54	53	53	54	52	-58
Incineration	30	30	33	33	34	36	37	39	39	41	45	48	49	51	52	53	55	54	56	57	57	58	59	59	59	61	105
Material Recycling	23	26	30	32	37	38	40	43	43	43	46	47	52	53	54	55	56	58	56	59	63	65	66	67	68	67	192
Composting	14	16	17	18	19	23	23	24	24	26	26	27	28	30	30	29	29	30	31	33	33	36	38	38	40	40	186
Other	10	13	12	11	12	11	12	12	12	13	16	13	11	10	7	6	6	6	5	4	4	5	4	5	4	5	-50
kg per capita																											
Landfill	286	276	276	266	263	262	250	241	229	215	202	202	199	190	186	178	167	153	142	134	127	121	120	119	121	115	-60
Incineration	70	71	77	78	79	84	87	90	90	95	103	111	112	116	117	121	125	122	127	128	128	131	133	132	132	137	97
Material Recycling	54	62	69	75	85	87	92	100	100	100	105	109	119	120	123	125	128	130	128	134	141	146	148	149	151	151	177
Composting	33	38	41	42	45	53	54	57	57	59	59	61	64	69	67	66	66	66	69	71	73	75	82	85	85	90	171
Other	23	31	28	27	28	27	27	27	28	31	37	30	24	23	17	13	13	13	11	9	9	10	10	11	8	11	-52

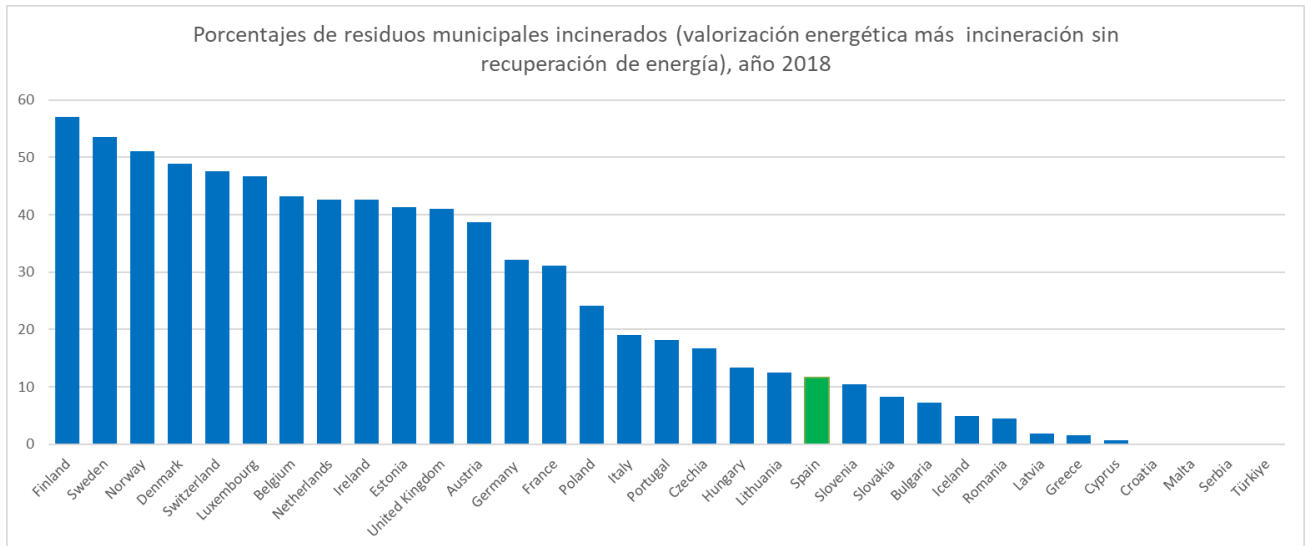
Note: estimated by Eurostat
Source: Eurostat (online data code: env_wasmun)

Tabla 9.- Cantidades de residuos municipales enviados a vertedero, incineración, reciclado y compostaje en la UE, 1995-2020. Fuente: EUROSTAT

GEO (Labels)	2018		2018		2018	
	RNP		RNP valor eneg		RNP Inciner	
European Union - 27 countries (from 2020)	2,086,610,000		123,460,000		9,690,000	
European Union - 28 countries (2013-2020)	2,299,420,000		131,900,000		16,680,000	
Belgium	46,206,880		5,352,357		1,395,939	
Bulgaria	105,073,100		629,310		2,452	
Czechia	33,229,001	b	1,167,494	b	6,284	b
Denmark	16,526,902		3,245,069		867	
Germany	365,351,748		43,396,792		998,734	
Estonia	11,043,953		381,392		0	
Ireland	12,145,009		1,134,797		2,033	
Greece	42,152,050	p	272,811	p	3,165	p
Spain	119,647,778		3,470,614		90,256	
France	315,551,788		16,701,442		2,566,263	
Croatia	3,685,947		63,721		0	
Italy	142,882,032		8,251,875		3,308,981	
Cyprus	1,613,285		130,902		0	
Latvia	1,673,126		152,708		101	
Lithuania	4,549,220		287,681		1,373	
Luxembourg	10,364,254		221,988		0	
Hungary	16,543,606		1,050,836		7,024	
Malta	2,143,146		0		4,435	
Netherlands	138,883,711		9,987,359		717,886	
Austria	62,750,793	p	:	c	:	c
Poland	155,271,871		5,641,936		432,799	
Portugal	9,732,707		1,107,937		6,896	
Romania	199,491,453		1,940,507		54,655	
Slovenia	8,237,241		202,644		31,254	
Slovakia	8,355,757		561,825		33,816	
Finland	123,509,465		6,156,778		13,291	
Sweden	129,997,982		8,528,672		4,216	
Iceland	1,266,494		1,278		12,791	
Liechtenstein	:		:		:	
Norway	12,716,145		3,370,971		832	
United Kingdom	212,808,504		8,444,073		6,984,398	
Montenegro	355,406	p	2,327	p	1	p
North Macedonia	1,192,532		1,496		3,320	
Albania	:		:		:	
Serbia	35,658,990		89,471		0	
Turkey	115,070,170		648,562		:	c
Bosnia and Herzegovina	:		:		:	
Kosovo (under United Nations Security Council Res	:		:		:	

b	break in time series
c	confidential
e	estimated
p	provisional
s	Eurostat estimate

Tabla 10.- Cantidades totales por país de Residuos No Peligrosos y cantidades de los mismos valorizadas energéticamente o incineradas sin recuperación de energía. Fuente: EUROSTAT



Notas:

- i. Los datos de valorización e incineración de Austria son confidenciales
- ii. El dato de incineración de Turquía es confidencial

Figura 3.- Porcentajes de residuos municipales incinerados en 2018. Fuente: EUROSTAT

Considerando dicha información en la siguiente figura se recogen las ratios de toneladas de residuos domésticos incineradas al año (año 2018) en los 33 países anteriores en función de su población:

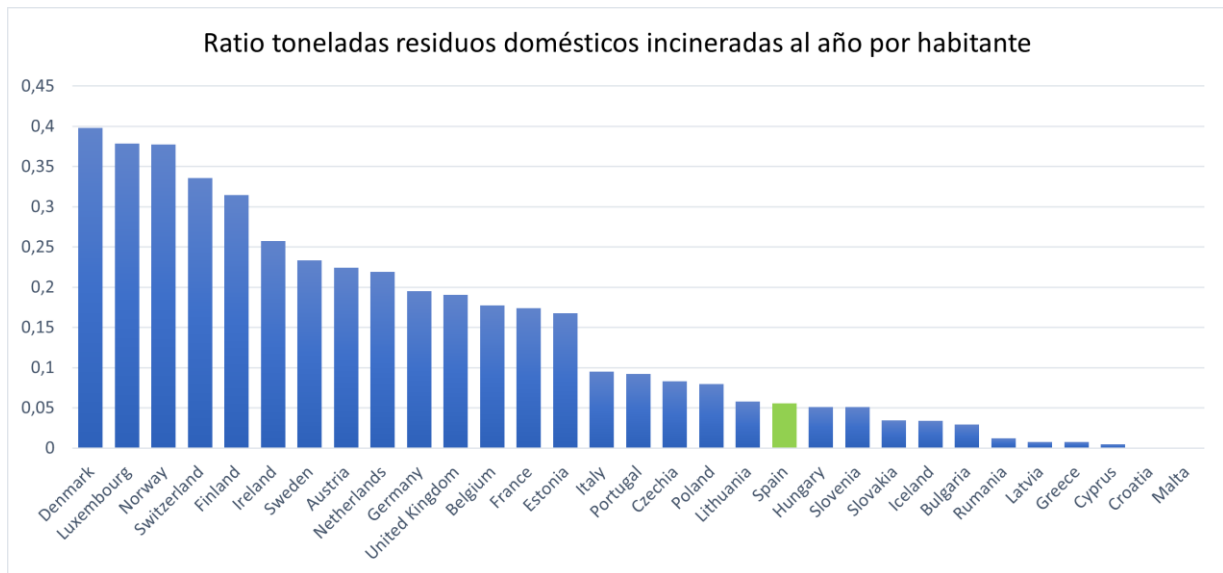


Figura 4.- Ratio de residuos domésticos incinerados en 2018 por habitante.

En la figura siguiente se muestra la evolución entre 2010 y 2018 de los porcentajes de residuos sólidos municipales que han sido reciclados-compostados, valorizados y depositados en vertedero en los diferentes países que conformaban la EU-28. En el conjunto de estos países, el porcentaje de residuos destinados a vertedero disminuyó un 15% mientras que los porcentajes de residuos municipales reciclados y valorizados energéticamente aumentaron un 9% y un 6% respectivamente.

Si tenemos en cuenta aquellos países que cumplían el criterio del 50% de preparación para la reutilización y reciclado de residuos sólidos municipales en el año 2018 se observa que el porcentaje de incineración es aproximadamente igual (Eslovenia y Lituania) o superior (Alemania, Austria, Bélgica, Holanda, Italia y Luxemburgo) al de España. Así mismo, países con cuyo porcentaje de residuos reciclados era superior al 40% en ese mismo año presentan tasas de incineración superiores a la española, estos países son Dinamarca, Suecia, Reino Unido, Francia, Irlanda y Finlandia.

Cabe señalar que países que en el año 2010 no incineraban residuos (Malta, Lituania, Croacia, Letonia, Estonia, Chipre, Grecia y Bulgaria) han comenzado a emplear este tipo de gestión de residuos. Son especialmente llamativos los casos de Lituania y Estonia, cuyas ratios de depósito en vertedero se han visto severamente reducidas en favor del reciclado y la incineración.

En vista de la evolución de estos datos, la conclusión lógica parece ser la disminución de depósito en vertedero en favor del reciclado y la incineración. En este contexto la incineración se presume imprescindible hasta que sea viable el reciclado del 100% de los residuos.

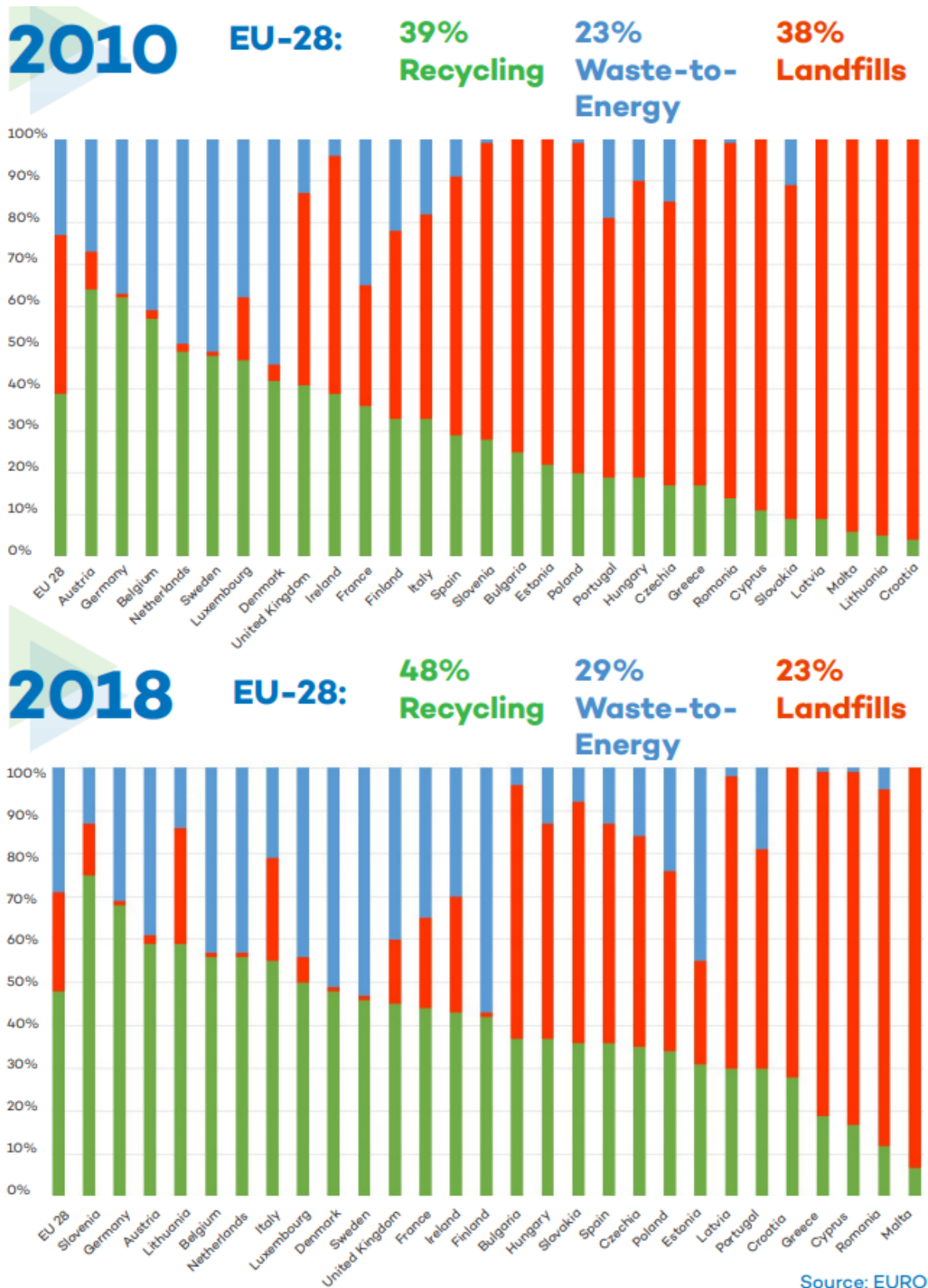


Figura 5.- Evolución de los porcentajes reciclaje, valorización energética y depósito en vertedero EU-28. Fuente: SWET - European Suppliers of Waste-to-Energy Technology (basado en EUROSTAT)

En cuanto a la situación en España por comunidades autónomas, en la siguiente figura se presenta la situación en 2019 de las diferentes comunidades autónomas respecto al porcentaje de las operaciones de tratamiento computables para la consecución del objetivo del 50% de preparación para la reutilización y reciclado de los residuos domésticos y similares.

Como se puede observar, de las CCAA que en la actualidad emplean la incineración como tratamiento, la Comunidad de Madrid es la que registra menor % incinerado.

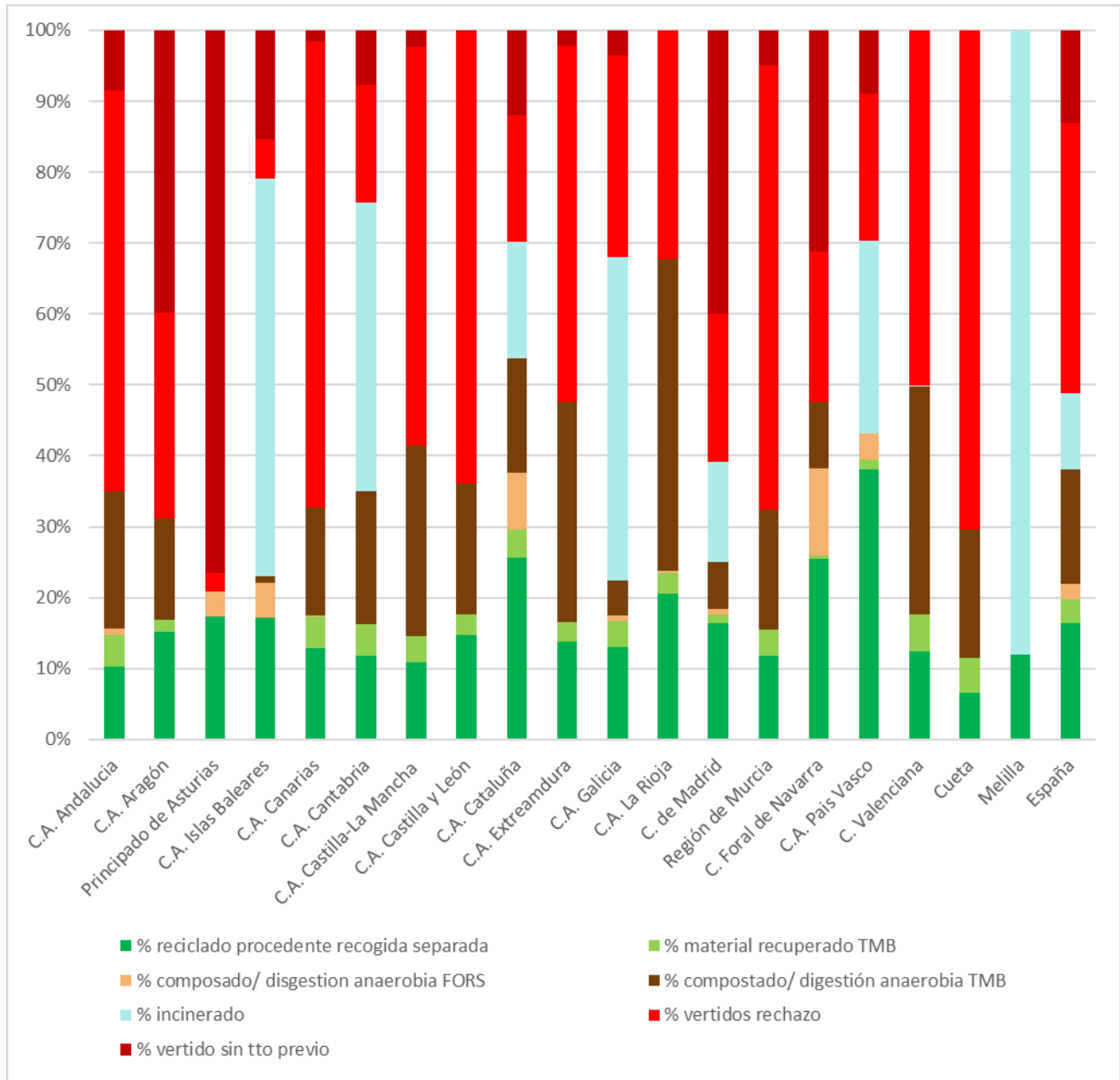


Figura 6.- . Porcentajes de los distintos tipos de tratamiento de residuos municipales por comunidades autónomas. Fuente: MITECO "Memoria anual de generación y gestión de residuos de competencia municipal. 2019"

Por otra parte, se ha recabado información de EUROSTAT sobre la población de las principales ciudades europeas, para tenerla en cuenta en la selección de ciudades representativas a efectos de comparaciones sobre valorización energética de residuos no peligrosos.

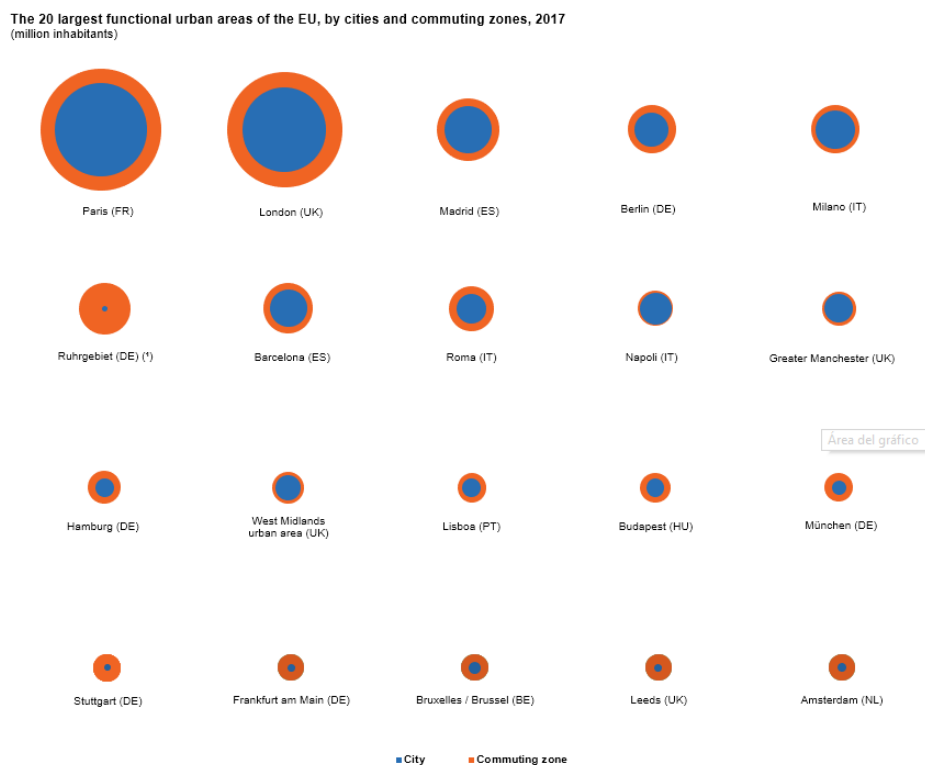


Figura 7.- Tamaño relativo de las principales ciudades europeas. Fuente: EUROSTAT

Para el estudio comparativo, se identificaron plantas de valorización energética de residuos sólidos urbanos ubicadas en Europa y que pudieran resultar representativas para la comparación de sus emisiones con las de la planta de valorización de Las Lomas. Para la elección se siguió el criterio de que estuvieran ubicadas dentro del límite urbano de una ciudad con una población de más de un millón de habitantes, preferiblemente, capital de estado; las excepciones al criterio del millón de habitantes fueron Ámsterdam, con sólo 811.000 habitantes, pero capital de estado y Copenhague, con sólo 559.000 habitantes, pero capital de estado y cuyas incineradoras tratan también grandes cantidades de residuos urbanos generados fuera de la ciudad.

Con este criterio se ha seleccionado 11 ciudades de 9 países europeos.

Ciudad (núcleo urbano)	Población (EUROSTAT)
Londres	8.797.330
París	6.754.282
Madrid	4.904.291
Berlín	3.574.830
Hamburgo	1.810.438
Viena	1.766.746
Budapest	1.759.407
Bruselas	1.196.831
Lyon	1.066.305
Ámsterdam	810.938
Copenhague	559.440

Tabla 11.- Ciudades seleccionadas para la comparativa

Para estas 11 ciudades seleccionadas se han identificado las instalaciones de incineración de residuos no peligrosos, epígrafe 5(b) ubicadas dentro de la ciudad (urban core) y se ha sintetizado en fichas la información relativa a la incineración de residuos sólidos urbanos en las mismas:

- Ciudad.
- Población (habitantes).
- País.
- Instalaciones de incineración asociadas (nombre de la instalación/instalaciones).
- Fecha de puesta en marcha de las instalaciones.
- Cantidad de residuos valorizada anualmente en las instalaciones.
- Mapas GIS con la ubicación de las instalaciones respecto de la ciudad.
- Emisiones totales de varios contaminantes y ratios de emisión por tonelada de RNP incinerados.
- Otra información de interés (en su caso).

La definición de las ciudades a efectos de cuantificación de la población (datos de EUROSTAT) y de delimitación de sus límites son las recogidas en el Urban Atlas 2018 de la European Environment Agency y Copernicus. Las ciudades están delimitadas de acuerdo con la nueva definición de la OECD-EC (Dijkstra L. & Poelman H, 2012). Se trata de una definición basada principalmente en la densidad de población, que consta de 4 pasos:

- Paso 1. Se seleccionan todas las celdas con una densidad mayor de 1.500 habitantes por Km².
- Paso 2. Se agrupan en clusters las celdas de alta densidad contiguas. Se rellenan las lagunas y sólo se mantienen como “centro urbano los clusters con una población mínima de 50.000 habitantes”.
- Paso 3. Se seleccionan como candidatos a formar parte de la ciudad todos los municipios (unidades administrativas locales de nivel 2) en los que al menos la mitad de su población está dentro del centro urbano.
- Paso 4. Se define la ciudad asegurando que 1) hay una relación con el nivel político, 2) al menos el 50% de la población de la ciudad vive en un centro urbano y 3) al menos el 75% de la población del centro urbano vive en la ciudad.

Figure 1.1-4 How to define a city – High density cells, urban centre and city (Graz)

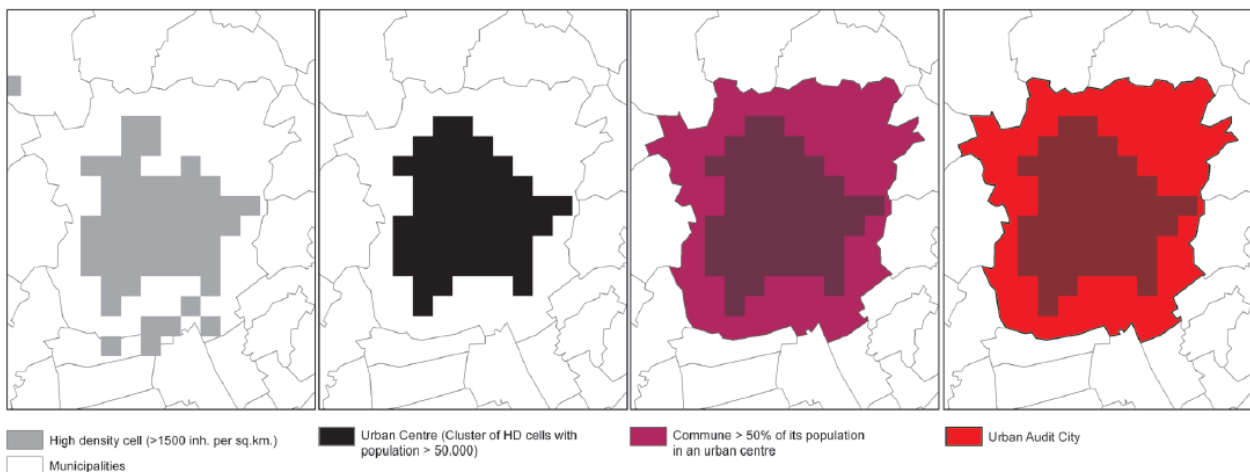


Figura 8. -Metodología empleada por EUROSTAT para definir los límites de los núcleos urbanos

En un segundo nivel se define la zona urbana amplia (large urban zone) como la suma de la ciudad más su zona de desplazamiento (commuting zone).

Figure 2.1-3 How to define a commuting zone – City and its commuting zone (Genova)

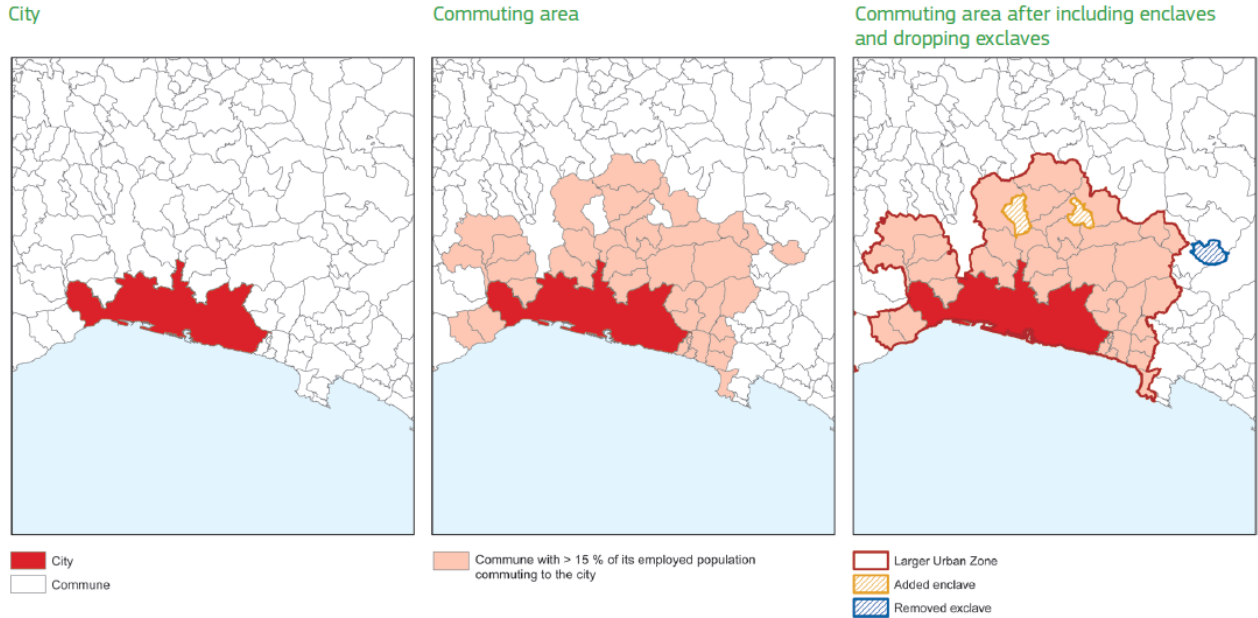


Figura 9.- Metodología empleada por EUROSTAT para definir las áreas comunicadas y las zonas urbanas amplias.

Como se ha avanzado, el epígrafe 5(b) incluye no sólo las incineradoras de residuos sólidos urbanos sino también otras instalaciones de incineración de residuos no peligrosos, fundamentalmente instalaciones de incineración de lodos de depuradora, y es imposible desglosar estos tipos en la base de datos Industrial Reporting Database. Para las ciudades seleccionadas se ha buscado la información específica de las plantas de incineración incluidas dentro del núcleo urbano. La tabla siguiente resume la información recopilada sobre el tipo concreto de instalación de incineración (el centro de Las Lomas figura en la base de datos como Urbaser, S.A.):

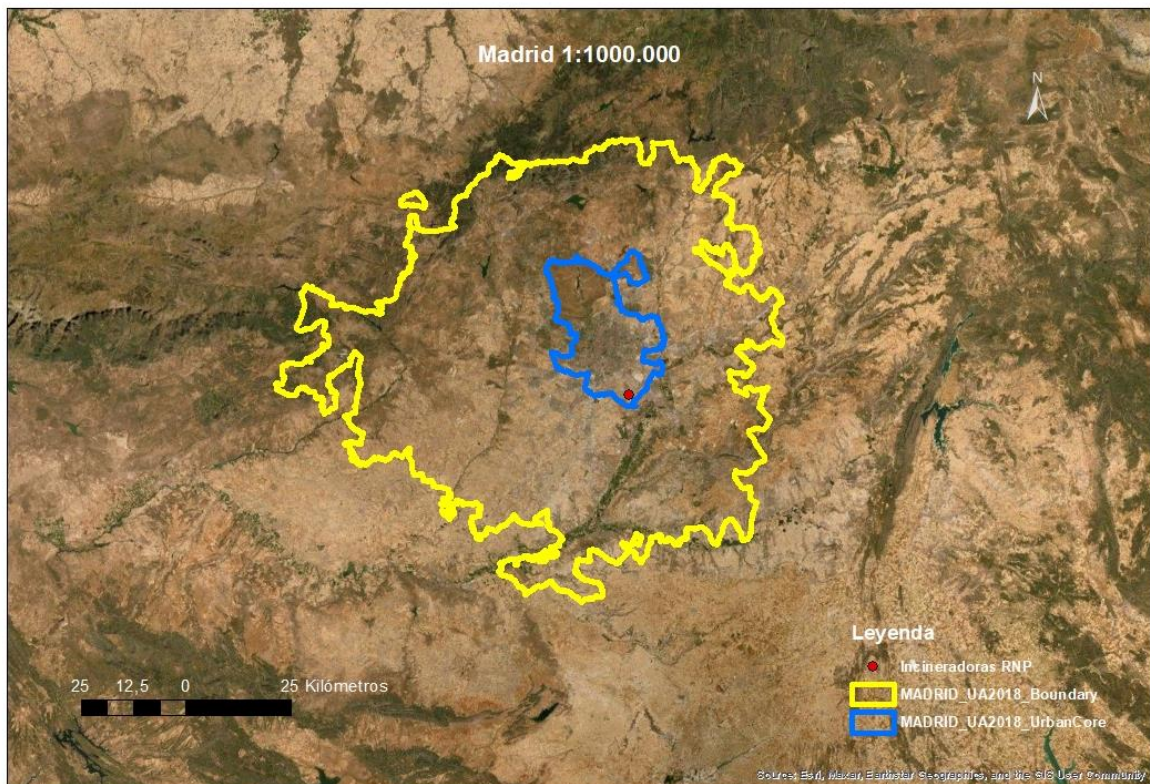
Ciudad (núcleo urbano)	Centro epígrafe 5(b)	Tipo de instalación
Madrid	Las Lomas	Valorización energética RSUs
París	Dalkia Wastenergy	Valorización energética RSUs
París	Issy Urbaser Energy	Valorización energética RSUs
París	Ivry Paris 13	Valorización energética RSUs
París	Generis	Valorización energética RSUs
París	SIAAP	Tratamiento de lodos de EDAR
París	SIAAP	Tratamiento de lodos de EDAR
París	SIAAP Marne Aval	Tratamiento de lodos de EDAR
Lyon	NEOVALY	Valorización energética RSUs
Lyon	METROPOLE DE LYON – Unité de Traitment de Valorisation Energétique des Déchets Urbains de Lyon Sud	Valorización energética RSUs
Lyon	METROPOLE DE LYON	Tratamiento de lodos de EDAR
Lyon	STEP ST-FONS GRAND LYON	Tratamiento de lodos de EDAR
Bruselas	BRUXELLES ENERGIE	Valorización energética RSUs
Amsterdam	Afval Energie Bedrijt	Valorización energética RSUs
Berlín	BSR/MHKW	Valorización energética RSUs
Berlín	Berliner Wasserbetriebe Klärwerk Ruhleben	Tratamiento de lodos de EDAR
Hamburgo	Müllheizkraftwerk Rosenheim	Valorización energética RSUs
Hamburgo	MVR Müllverwertung Rugenberger	Valorización energética RSUs
Hamburgo	VERA Klärschlammverbrennung	Tratamiento de lodos de EDAR
Viena	Spittelau	Valorización energética RSUs
Viena	Flötzersteig	Valorización energética RSUs

Ciudad (núcleo urbano)	Centro epígrafe 5(b)	Tipo de instalación
Viena	TBA Pfaffenau	Valorización energética RSUs
Viena	Simmeringer Haide	Valorización energética de RSUs, residuos comerciales y lodos de depuración secos
Copenhague	I/S Amager Ressourcecenter	Valorización energética RSUs
Copenhague	I/S Argo – Roskilde Kraftvarmeværk	Valorización energética RSUs
Copenhague	Biofos Avedøre	Tratamiento de lodos de EDAR
Copenhague	BIOFOS A/S Renseanlæg Lynetten	Tratamiento de lodos de EDAR
Budapest	FKF Nonprofit Zrt Budapest	Valorización energética RSUs
Londres	Edmonton EcoPark	Valorización energética RSUs
Londres	N/A (en el solar de Edmonton EcoPark)	Sin información
Londres	SELCHP Energy Recovery Facility	Valorización energética RSUs
Londres	Thames Gateway Energy Facility	Valorización energética RSUs
Londres	Riverside Resource Recover	Valorización energética RSUs
Londres	Crossness Sludge Powered Generator	Tratamiento de lodos de EDAR
Londres	Beckton Sludge Powered Generator	Tratamiento de lodos de EDAR
Londres	BSky Osterly Campus	No es propiamente una incineradora. El complejo tiene autorización para quemar 6000 t/año de astillas de madera para producir calor para el campus.

Tabla 12.- Ciudades seleccionadas, instalaciones de incineración dentro del núcleo urbano y tipo de instalación.

Las fichas se recogen en un anexo. En los mapas siguientes se muestran la ubicación de las incineradoras de esta tabla a escalas 1:1.000.000, 1.250.000 y 1:20.000. Se han elegido las mismas escalas para todas las ciudades a efectos de facilitar la comparación visual.

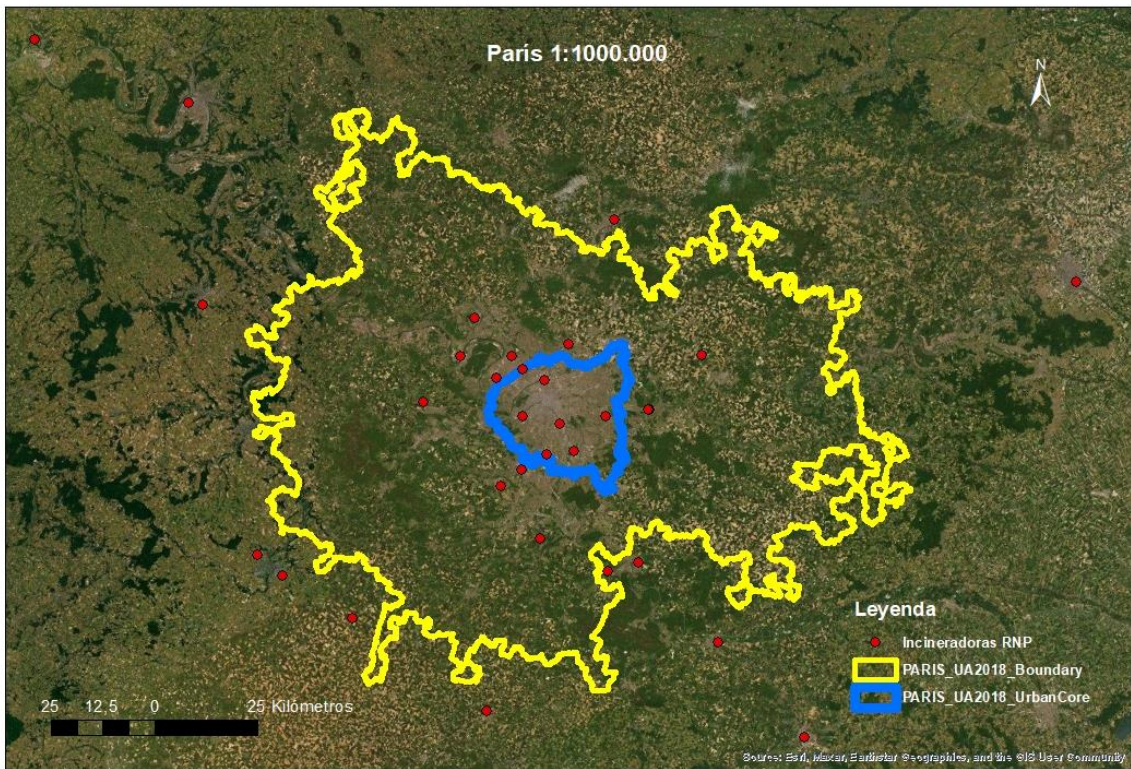
2.1.1. Madrid







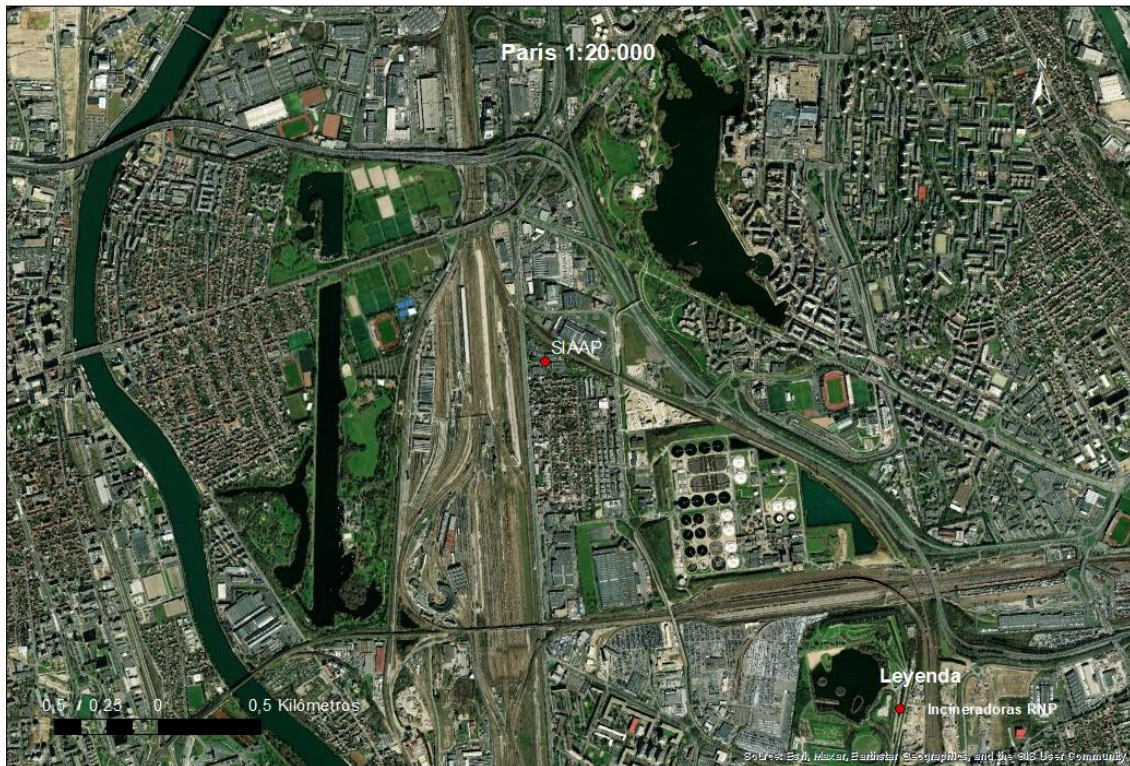
2.1.2. París

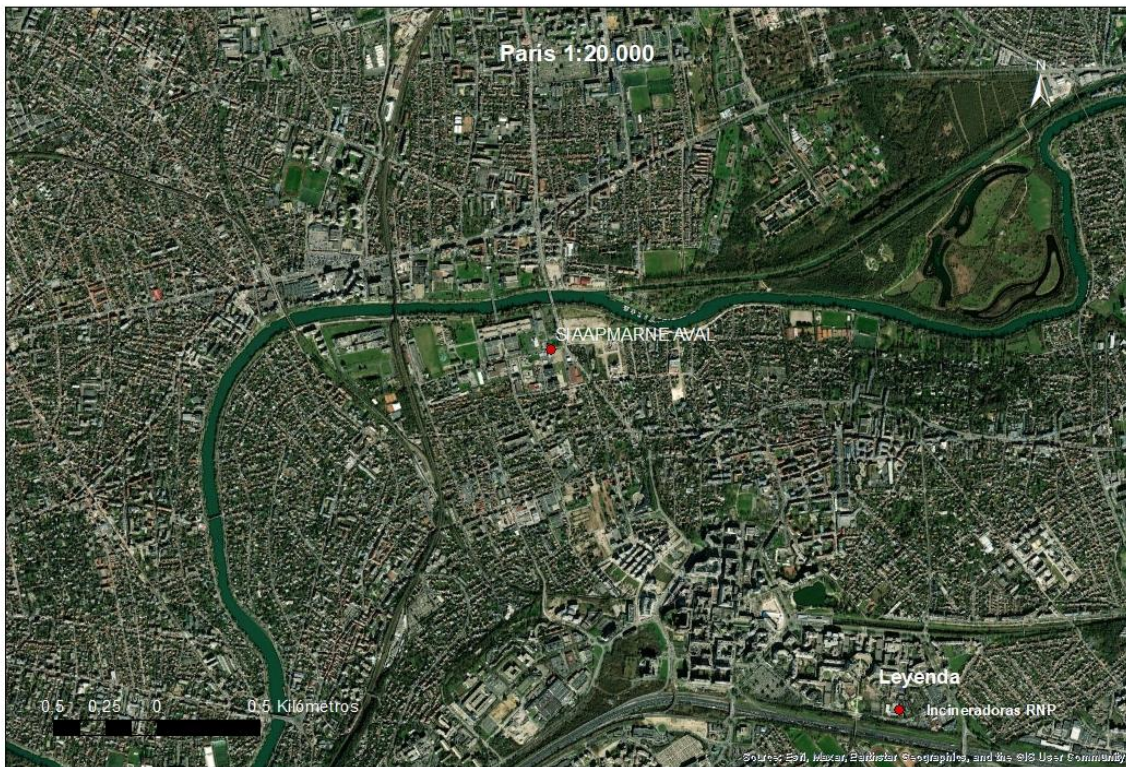




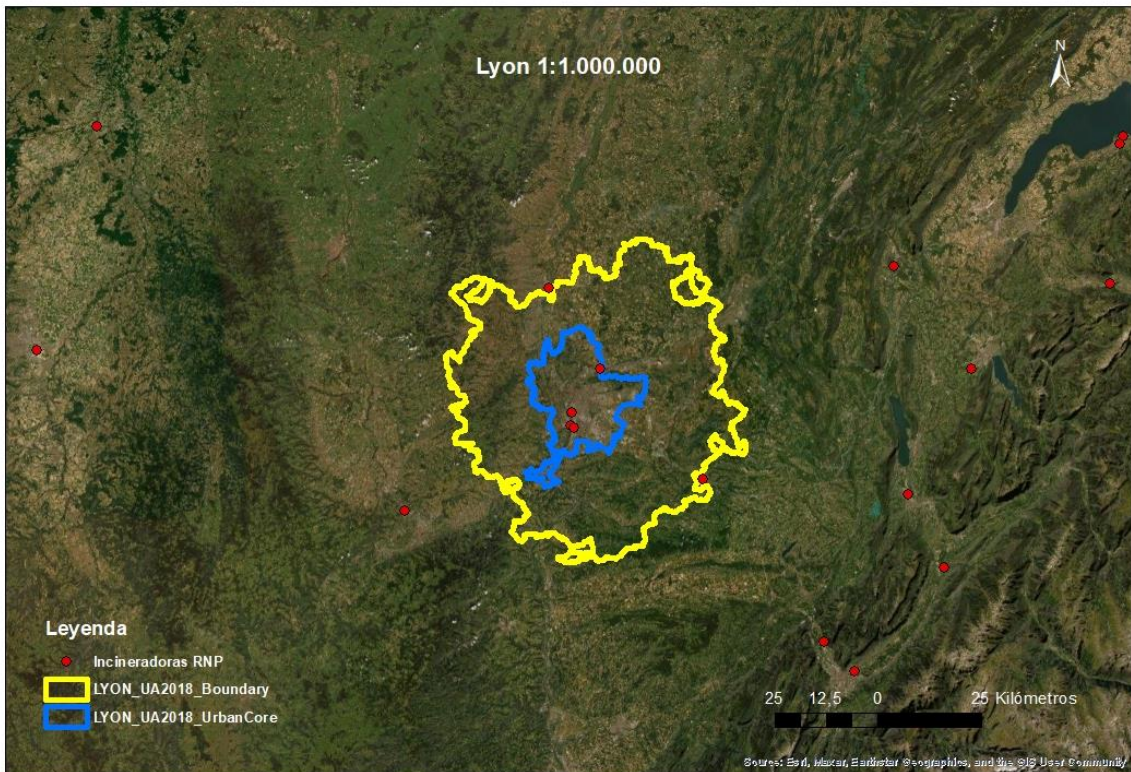


Las restantes (2) son plantas de valorización energética de lodos de EDAR del SIAAP (Syndicat Interdépartamental pour l'Assainissement de l'Agglomération Parisienne).





2.1.3. Lyon



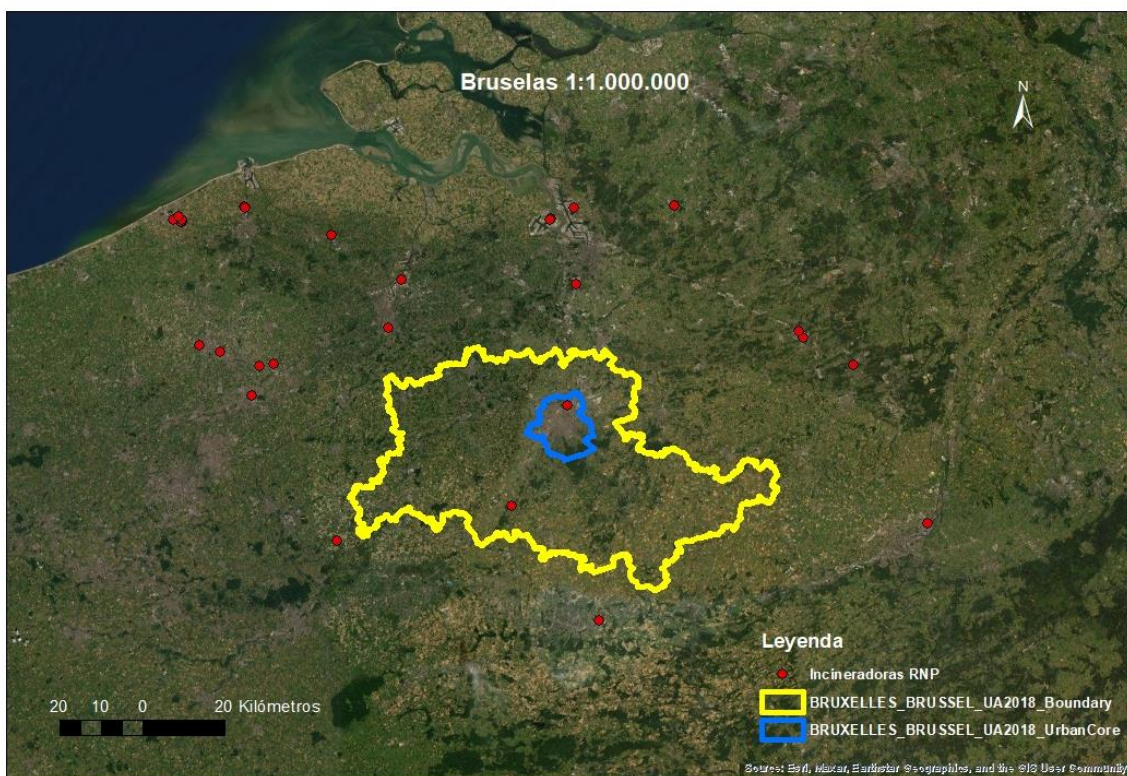


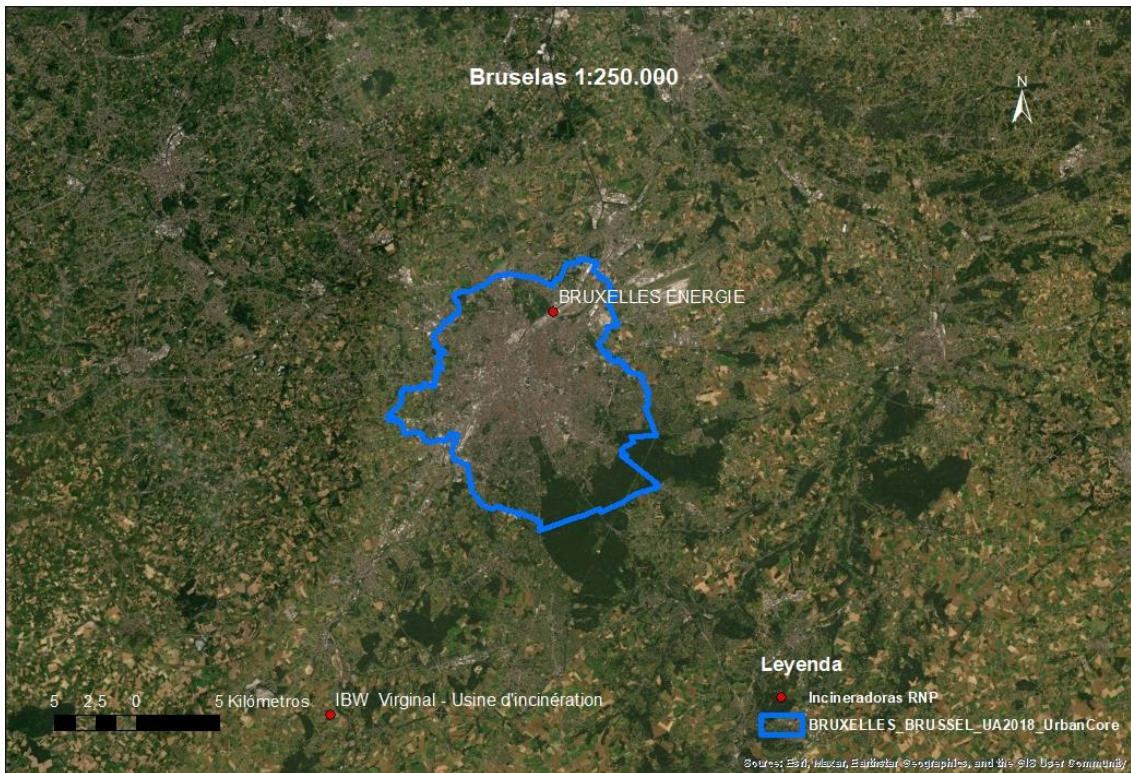
Las otras 2 incineradoras, que se recogen en el mapa siguiente, valorizan energéticamente lodos de EDAR.



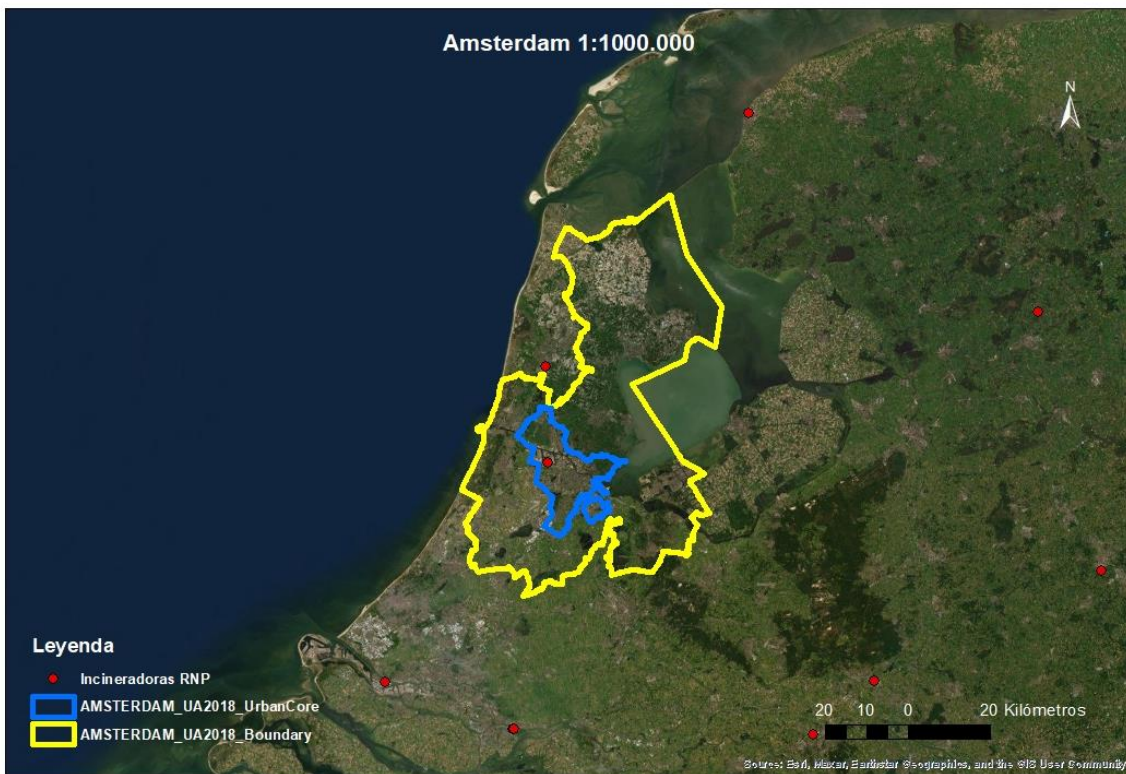
2.1.4. Bruselas

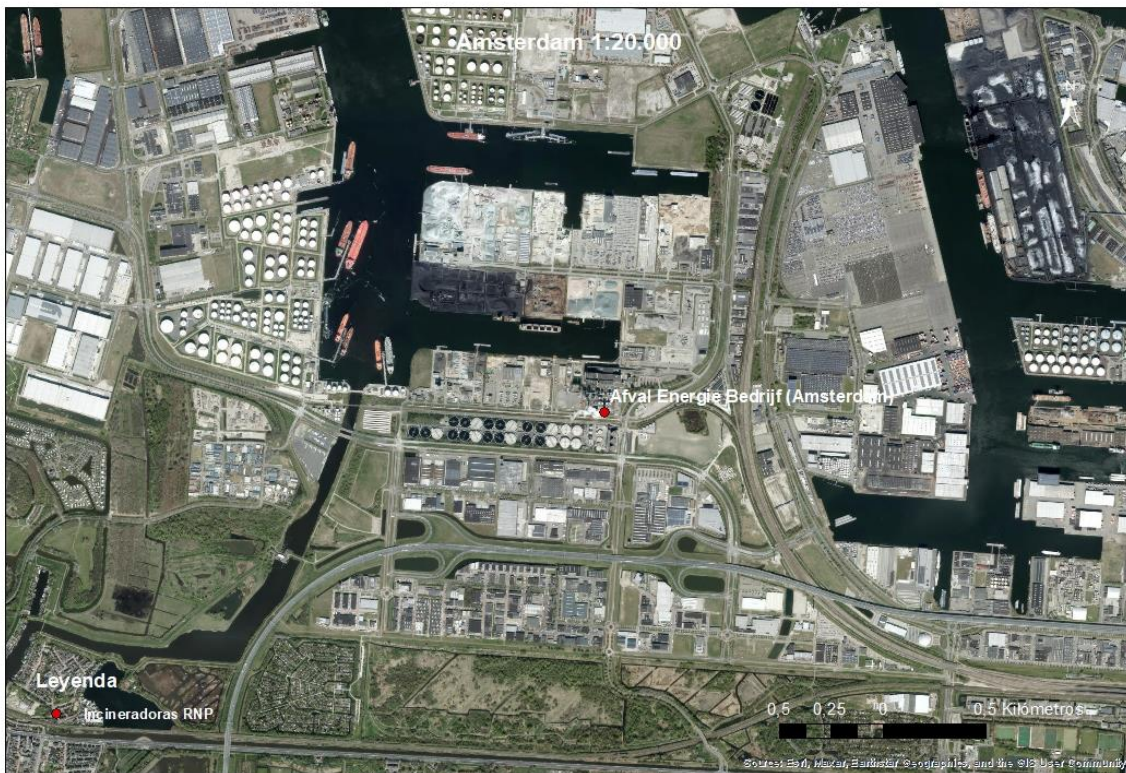
Cabe aclarar que, si bien la población del municipio de Bruselas llamado Ciudad de Bruselas es de sólo 182.000 habitantes (año 2019), la región de Bruselas-Capital, que incluye 19 municipios sin solución de continuidad urbanística entre ellos, tiene una superficie de 161 km² y una población de 1.200.000 habitantes. Esta área viene a ser lo que en el Urban Atlas 2018 se denomina Bruxelles Urban Core.



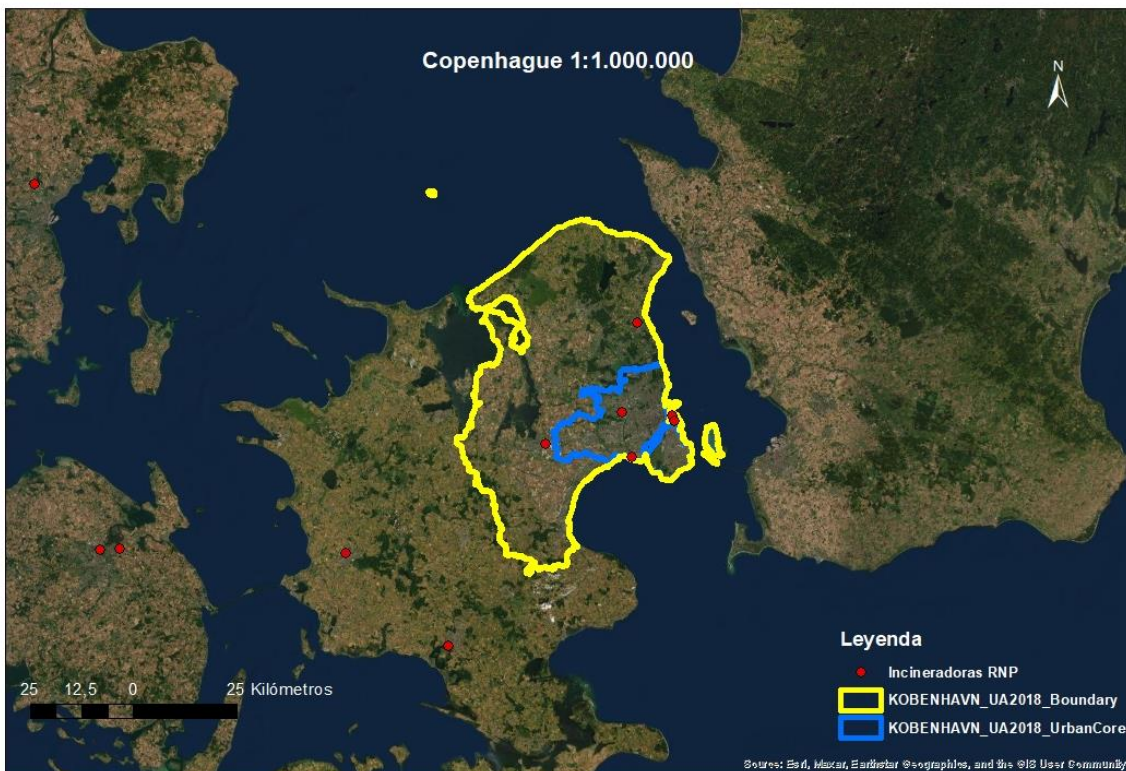


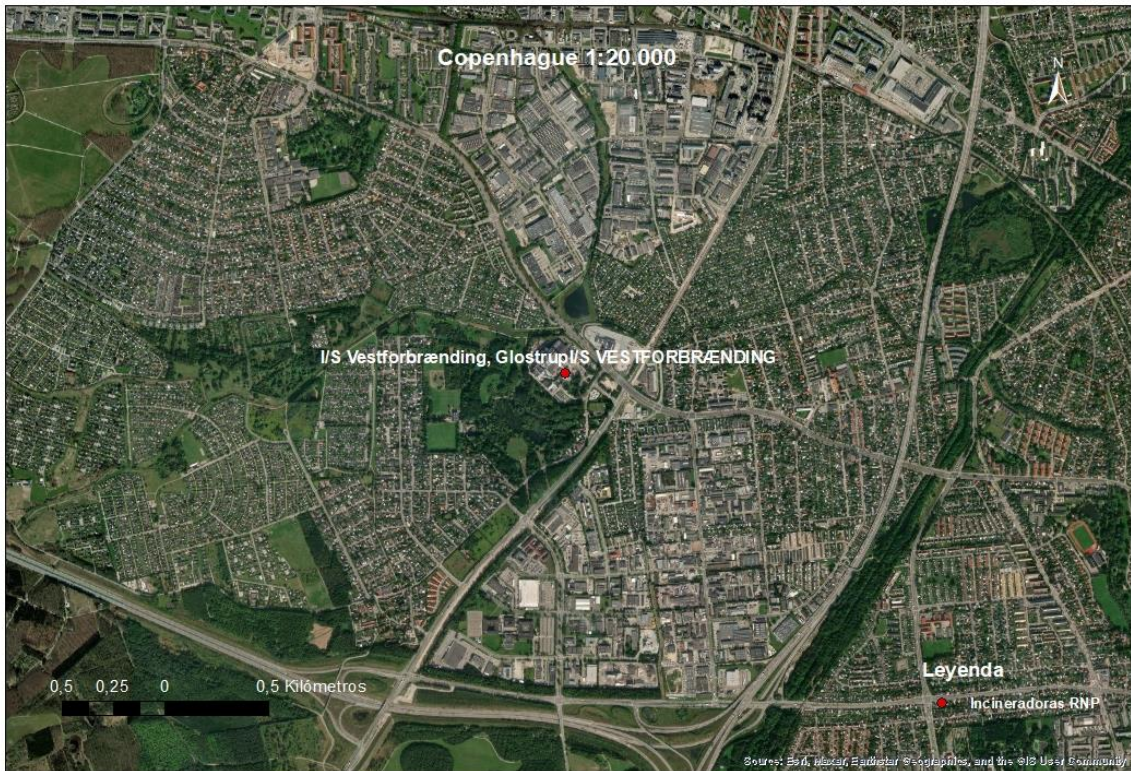
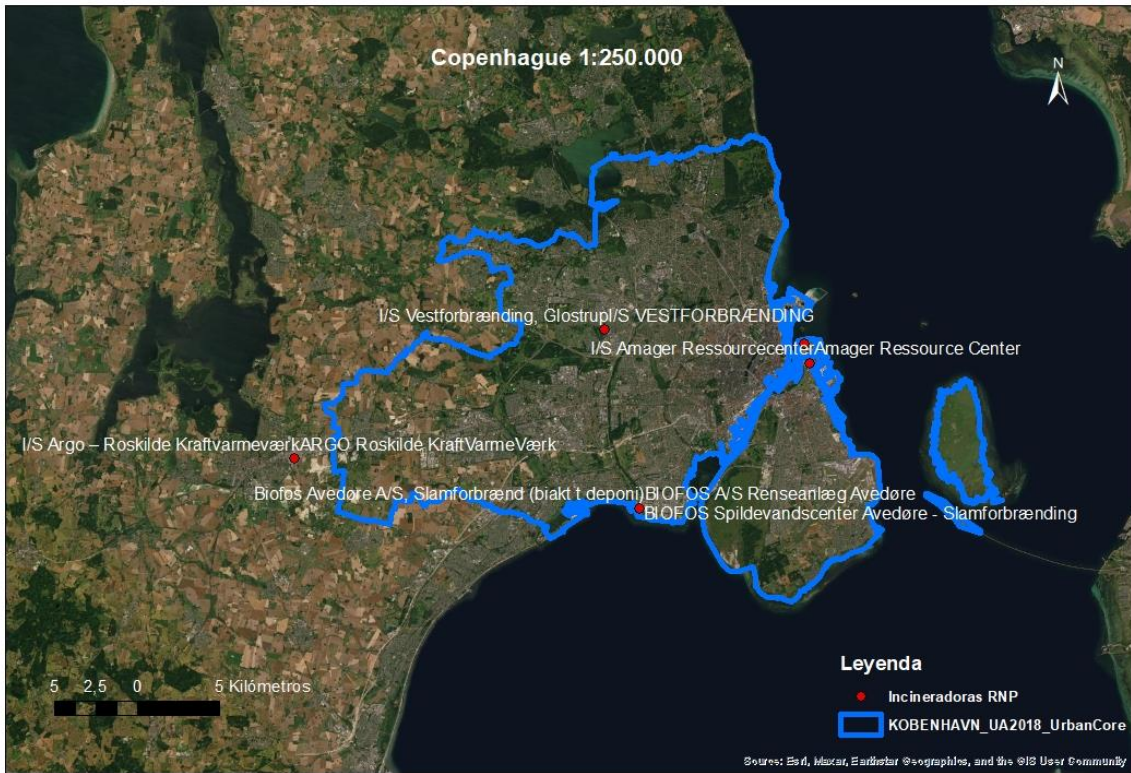
2.1.5. Ámsterdam





2.1.6. Copenhagen



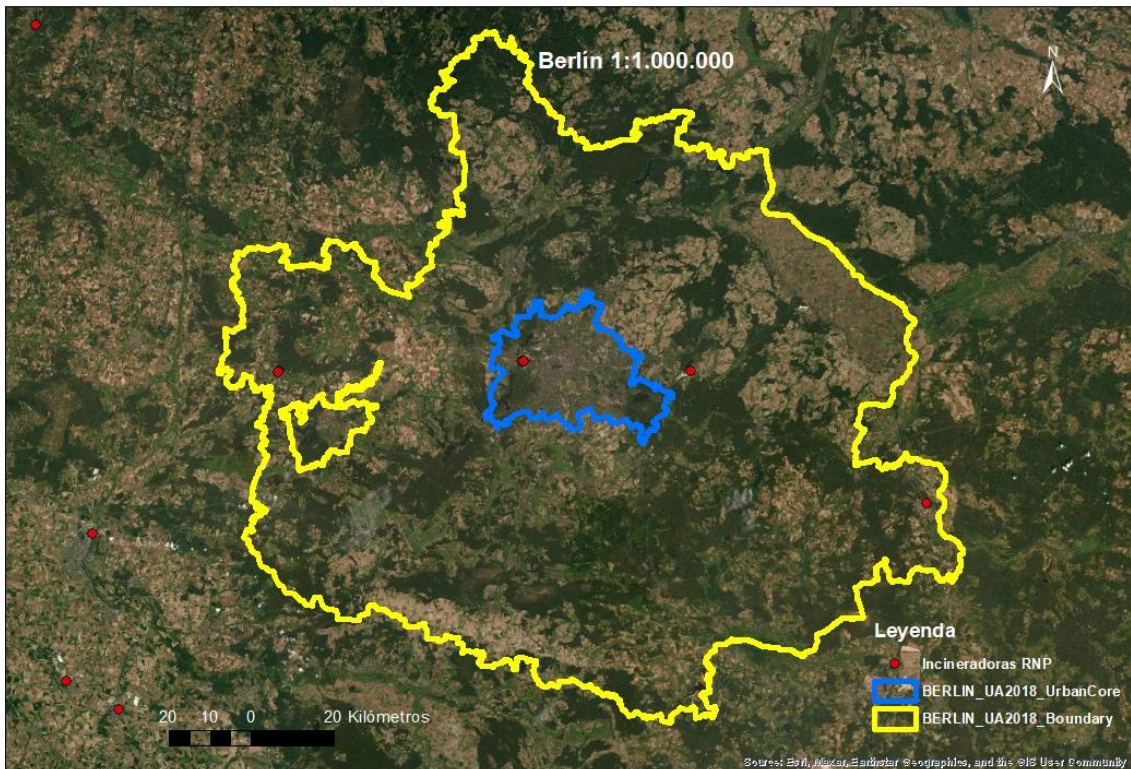


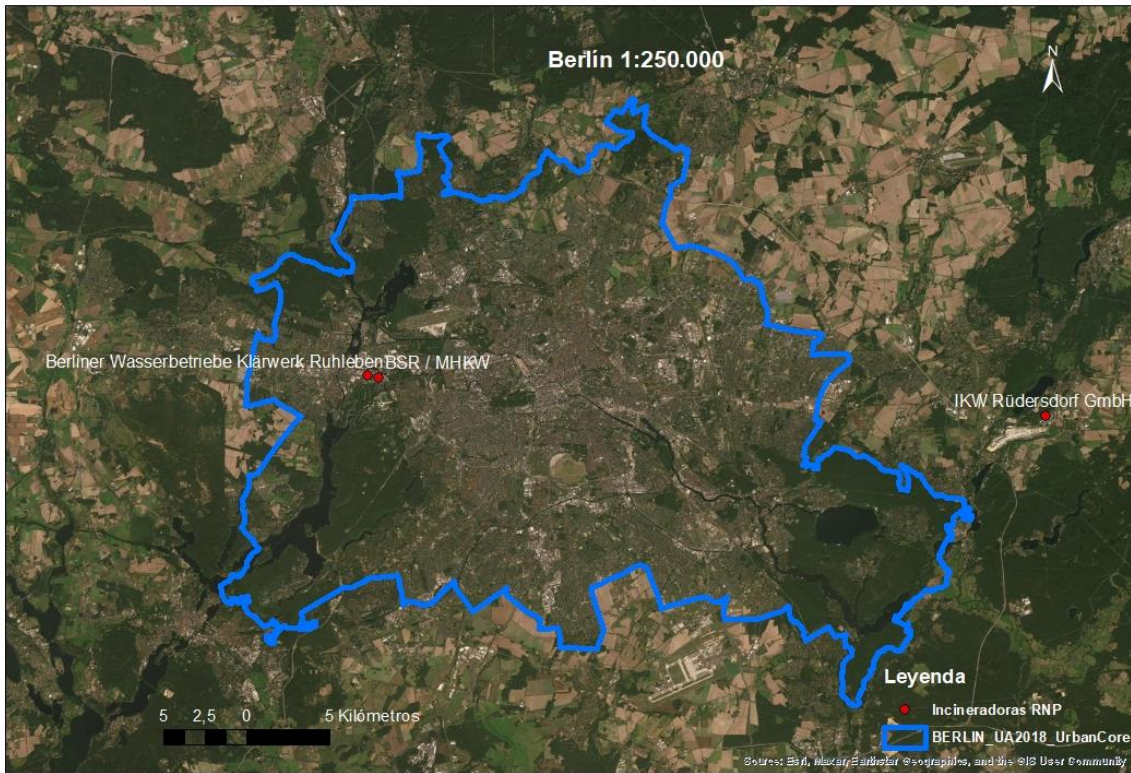


La instalación de BIOFOS Renseanlæg Lynetten es de valorización energética de lodos de EDAR, así como las otras 3 instalaciones de BIOFOS Avedøre del mapa siguiente, que comparten coordenadas.



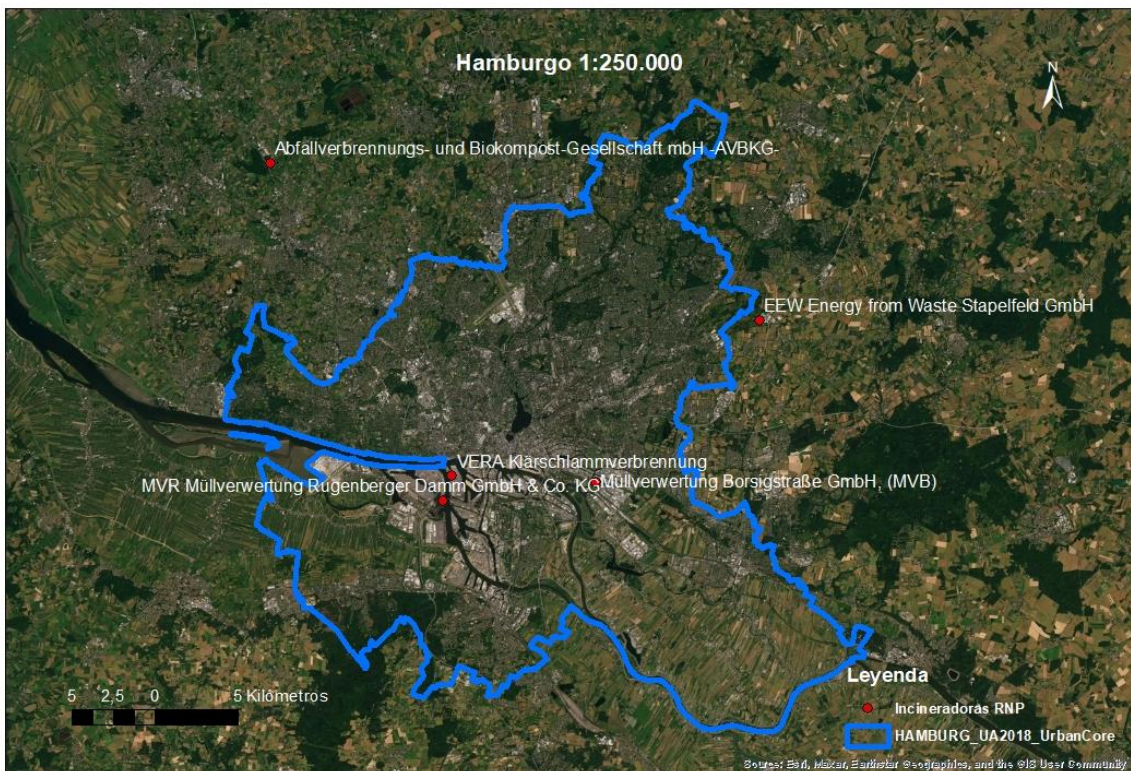
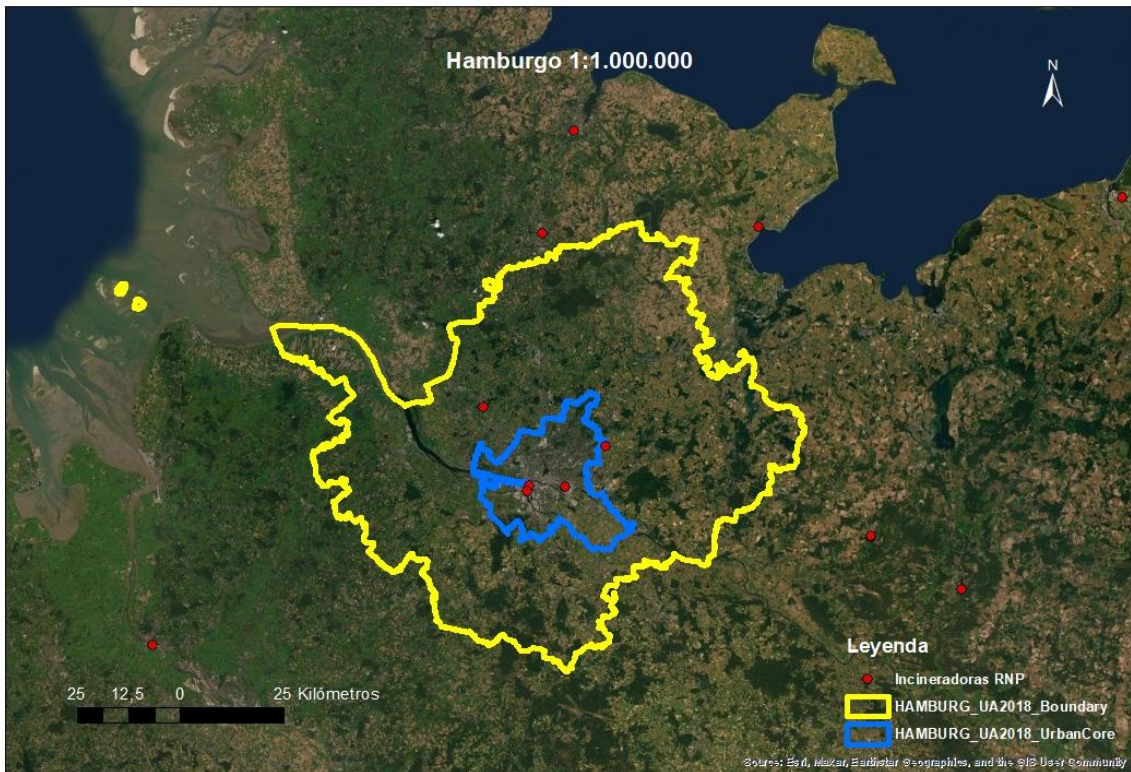
2.1.7. Berlín





La planta de Berliner Wasserbetriebe Klärwerk Ruhben es de tratamiento de lodos de EDAR.

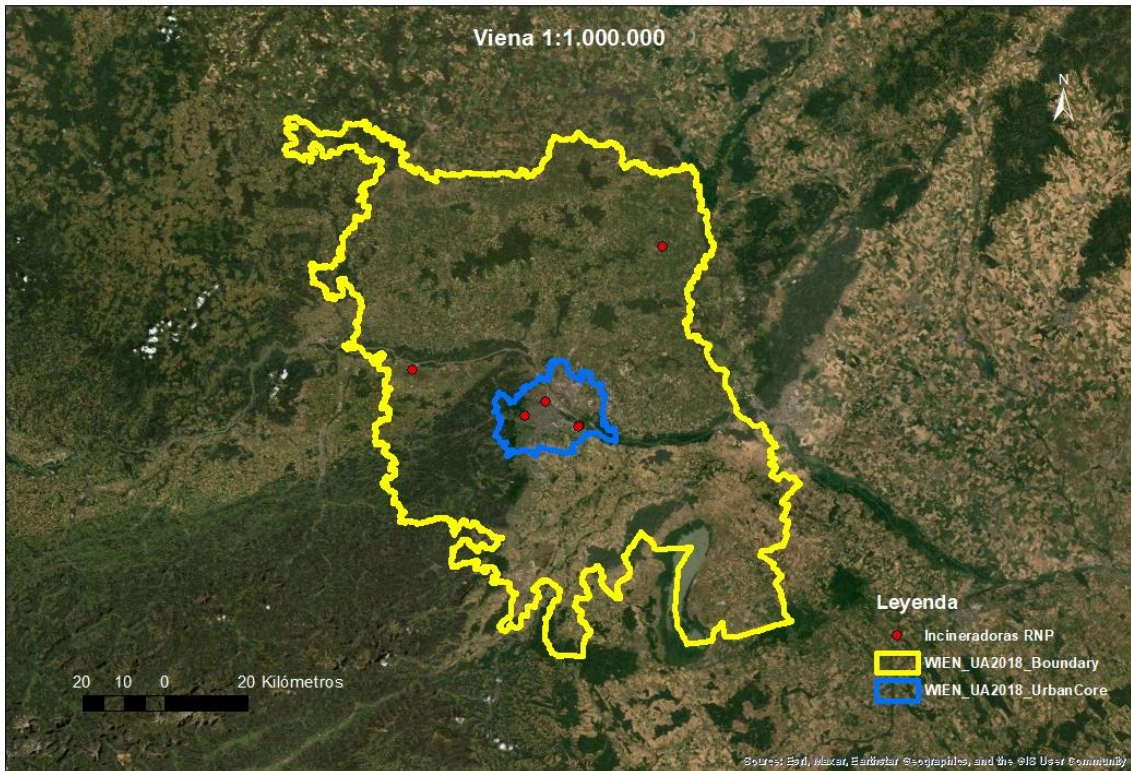
2.1.8. Hamburgo

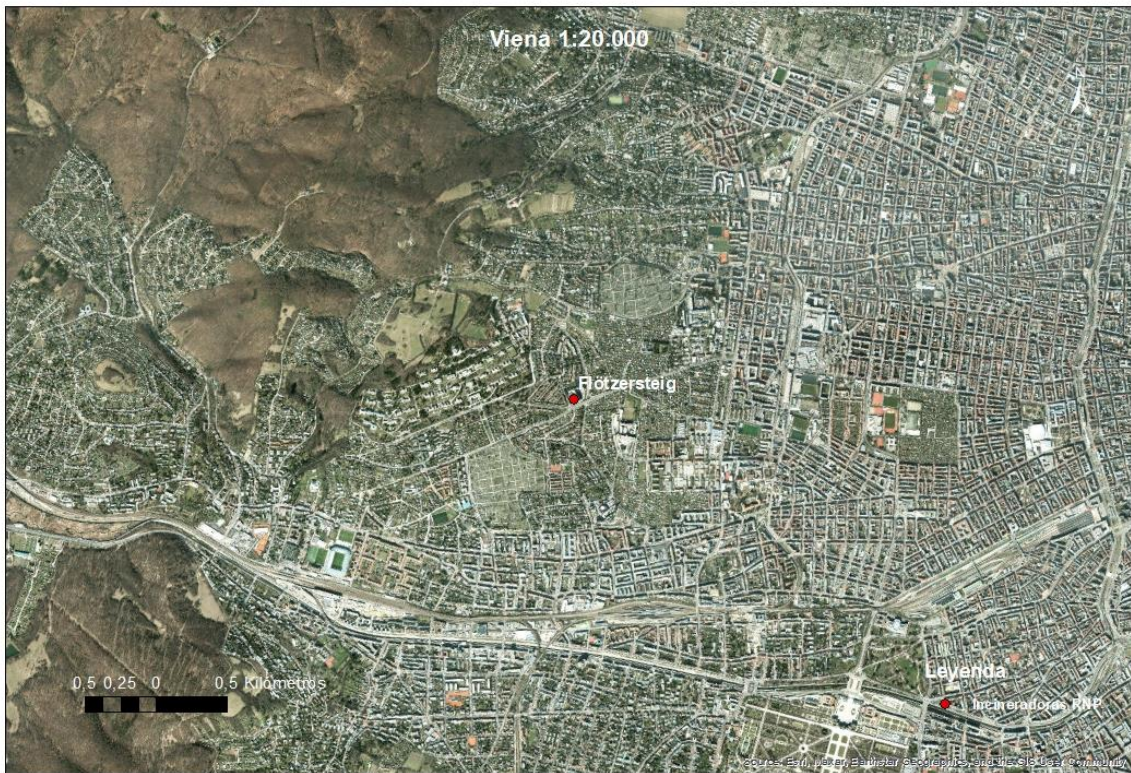
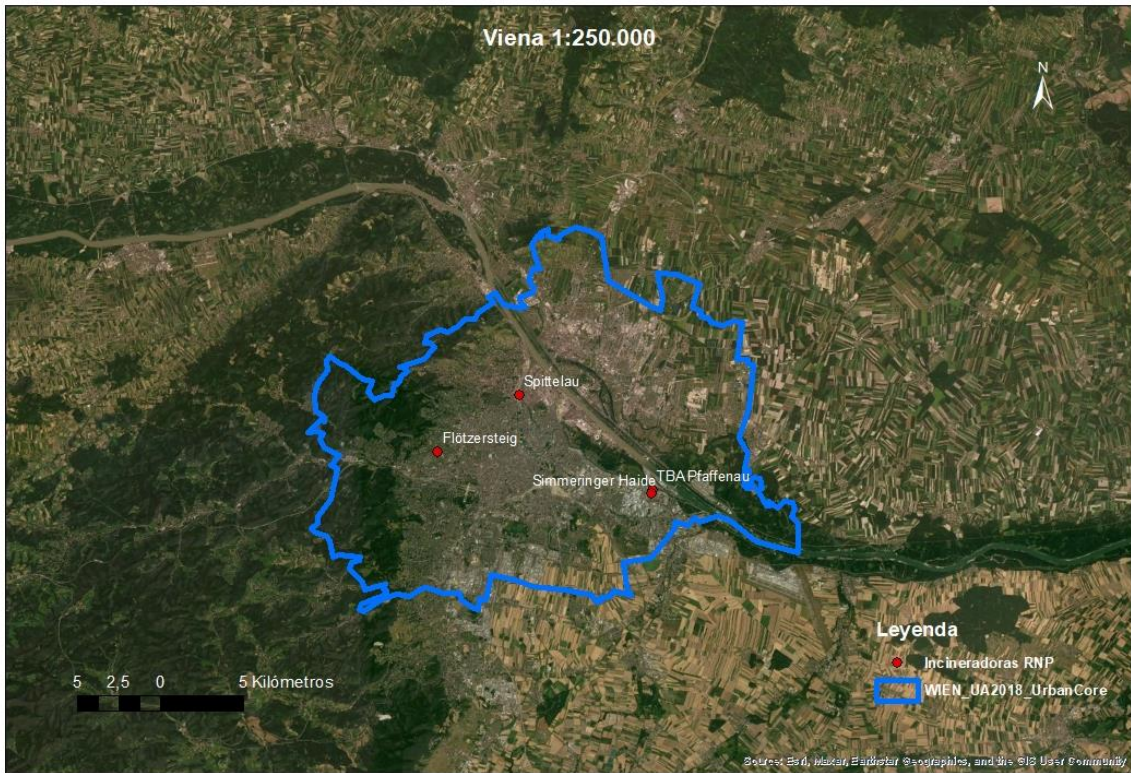


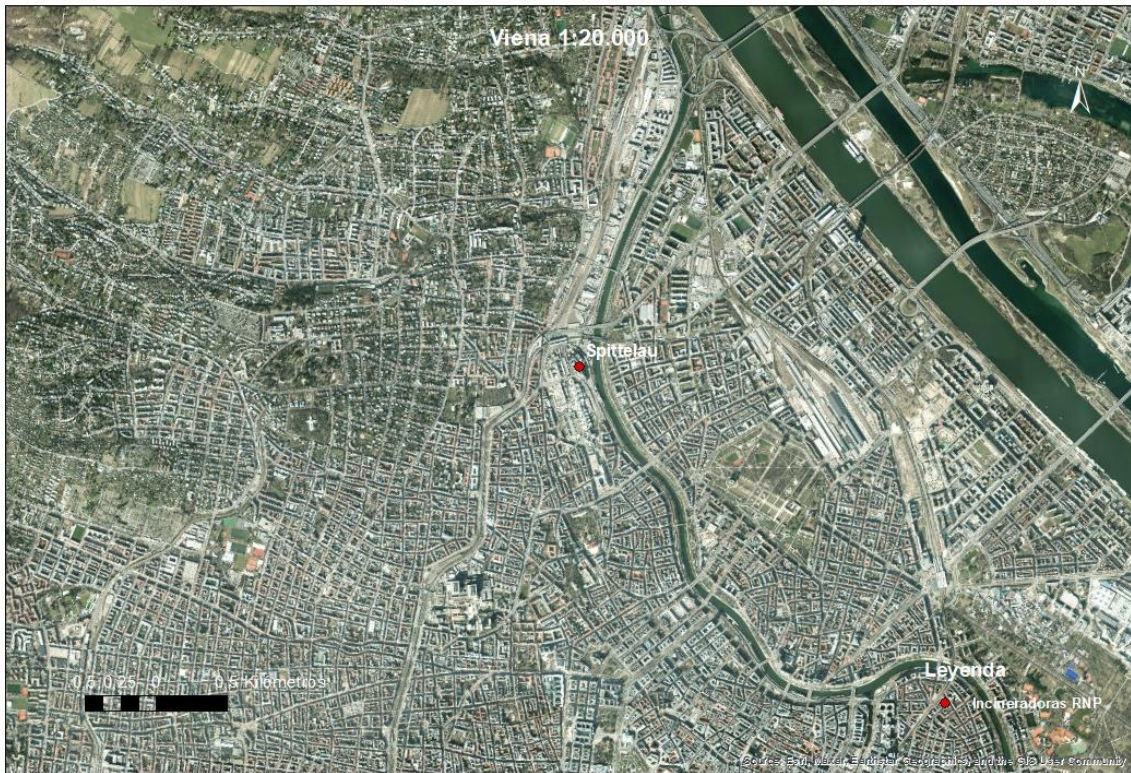


La instalación VERA Klärschlammverbrennung es de tratamiento de lodos de EDAR.

2.1.9. Viena

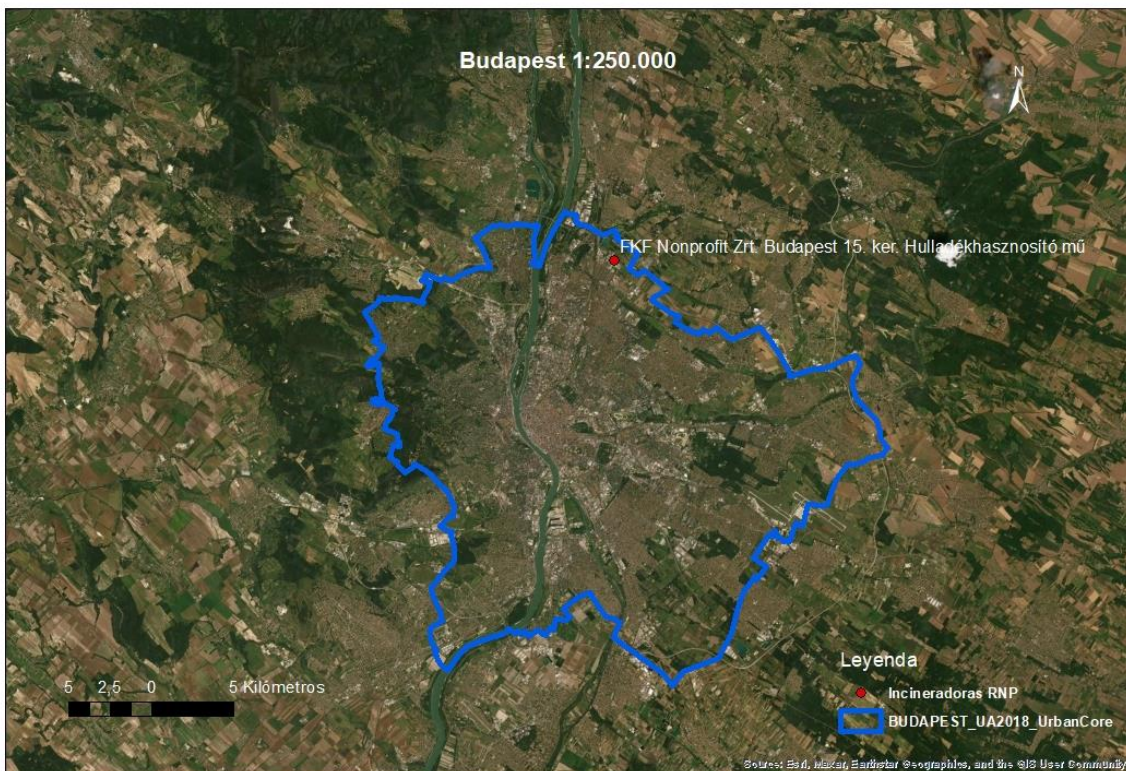
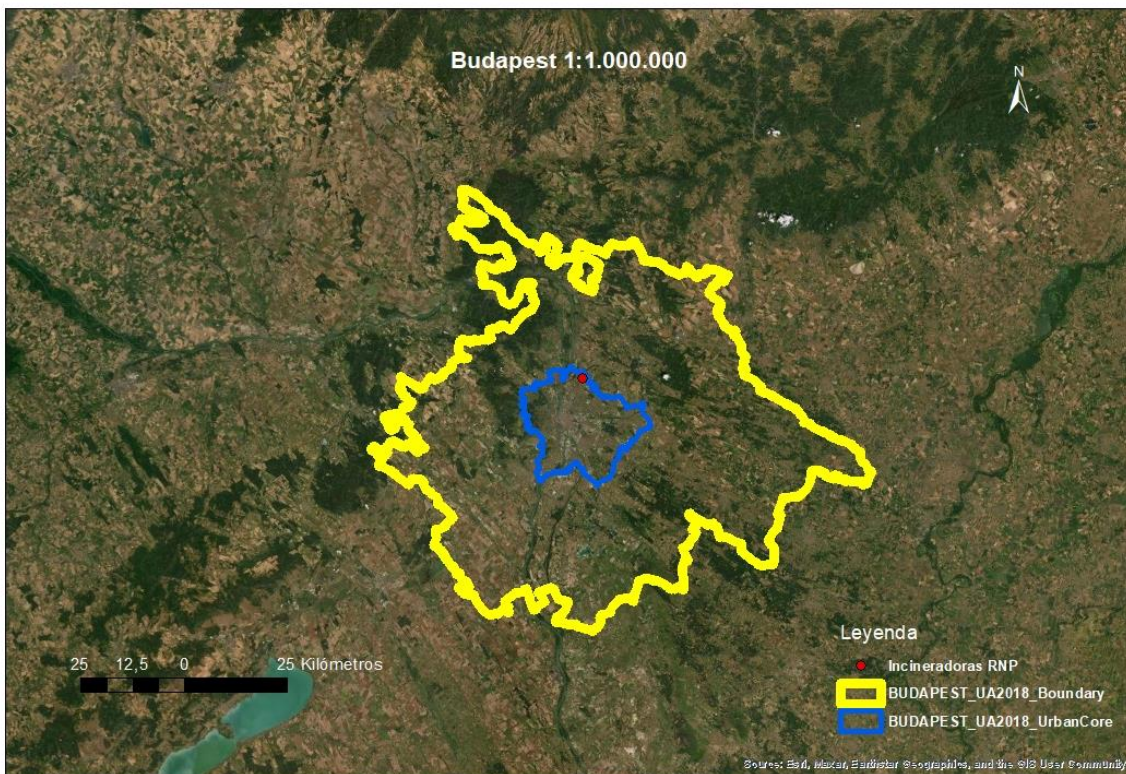






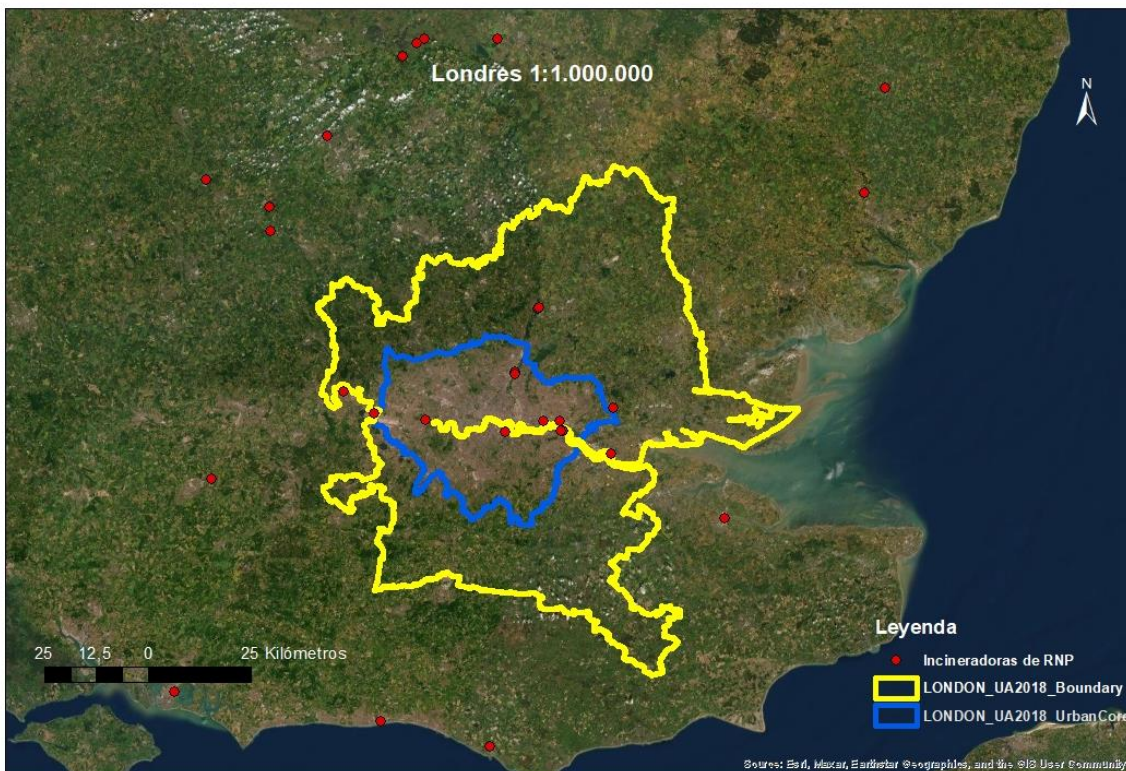
La instalación de Simmeringer Haide valoriza cantidades aproximadamente iguales de residuos sólidos (de origen doméstico y comercial, aproximadamente a partes iguales) y de lodos de depuración.

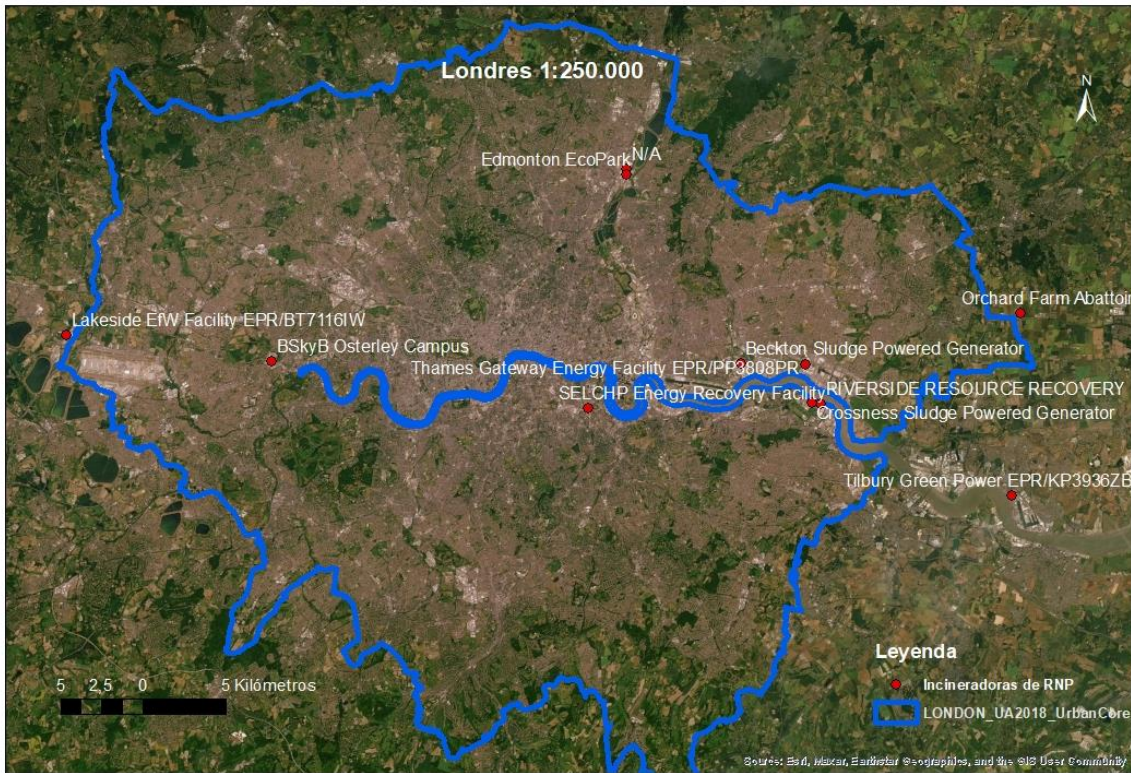
2.1.10. Budapest

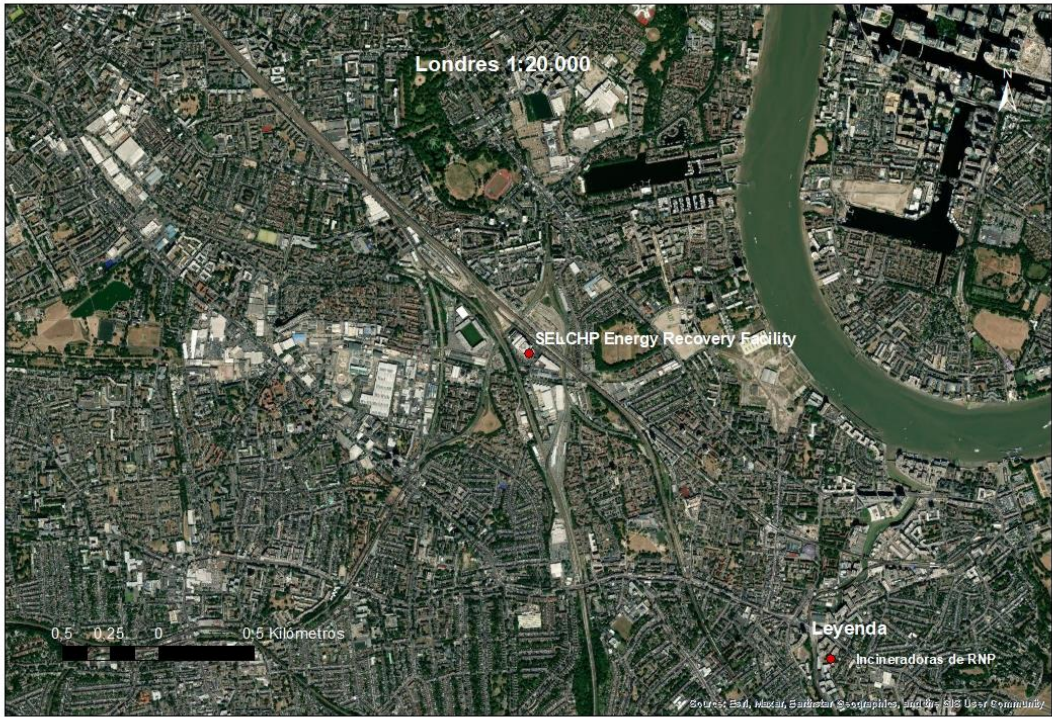




2.1.11. Londres





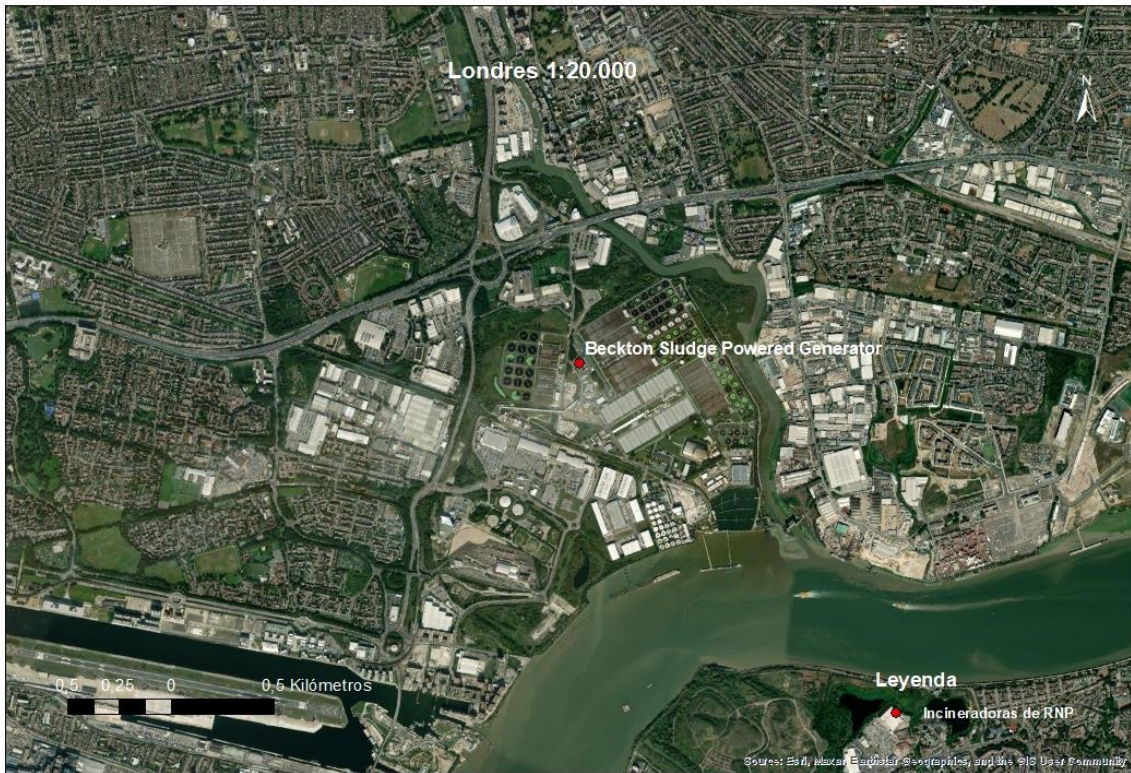


La Instalación de Thames Gateway cuenta con autorización, pero no había entrado en servicio en 2020.



La Instalación de Riverside Resource cuenta con autorización, pero no había entrado en servicio en 2020.

La instalación Crossness Sludge Powered Generator es de valorización energética de lodos de EDAR, así como la instalación Beckton Sludge Powered Generator del mapa siguiente.



BSky OSterly Campus es un polígono para estudios audiovisuales. La clasificación como 5(b) se debe a que el centro está autorizado a quemar 6000 t/año de astillas de madera para generación de calor.

2.2. Análisis comparativo con otras ciudades fuera de Europa

La cobertura de la base de datos del Industrial Reporting Database de la EEA y de la cartografía del Urban Atlas de la EEA/Copernicus sólo abarca Europa, para otras ciudades se utilizan datos de sus correspondientes ámbitos.

2.2.1. Tokio

Lo que tradicionalmente se conoce como Ciudad de Tokio la constituyen los llamados **23 Barrios Especiales** (特別区 tokubetsu-ku) y comprenden 621,49 km² (23,4 % de toda la prefectura).

La Clean Authority of Tokio ofrece información sobre la gestión de residuos urbanos (incineración) en los 23 barrios especiales de Tokio.

En total hay 21 incineradoras en Ciudad de Tokio (23 barrios especiales).

Facilities name	Location
Chuo Incineration Plant	〒104-0053 5-2-1, Harumi, Chuo-ku
Minato Incineration Plant	〒108-0075 5-7-1, Kounan, Minato-ku
Kita Incineration Plant	〒115-0042 1-2-36, Shimo, Kita-ku
Shinagawa Incineration Plant	〒140-0003 1-4-1, Yashio, Shinagawa-ku
Meguro Incineration Plant	(among Plant remodeling)
Ota Incineration Plant	〒143-0003 3-6-1, Keihinjima, Ota-ku
Tamagawa Incineration Plant	〒146-0092 2-33-1, Shimomaruko, Ota-ku
Setagaya Incineration Plant	〒157-0074 1-1-1, Okura, Setagaya-ku
Chitose Incineration Plant	〒156-0056 2-7-1, Hachimanyama, Setagaya-ku
Shibuya Incineration Plant	〒150-0011 1-35-1, Higashi, Shibuya-ku
Suginami Incineration Plant	〒168-0072 3-7-6, Takaidohigashi, Suginami-ku
Toshima Incineration Plant	〒170-0012 2-5-1, Kamiikebukuro, Toshima-ku
Itabashi Incineration Plant	〒175-0082 9-48-1, Takashimadaira, Itabashi-ku

Facilities name	Location
Nerima Incineration Plant	〒177-0032 6-10-11, Yahara, Nerima-ku
Hikarigaoka Incineration Plant	〒179-0072 5-3-1, Hikarigaoka, Nerima-ku
Sumida Incineration Plant	〒131-0042 1-10-23, Higashisumida, Sumida-ku
Shin-Koto Incineration Plant	〒136-0081 3-1-1, Yumenoshima, Koutou-ku
Ariake Incineration Plant	〒135-0063 2-3-10, Ariake, Koutou-ku
Adachi Incineration Plant	〒121-0812 4-7-1, Nishihokima, Adachi-ku
Katsushika Incineration Plant	〒125-0032 1-20-1, Mizumoto, Katsushika-ku
Edogawa Incineration Plant	(among Plant remodeling)

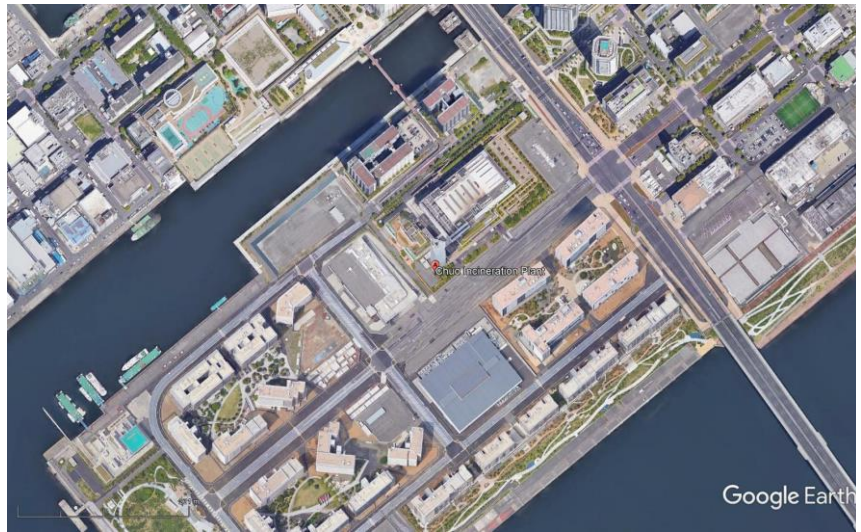
Meguro Incineration Plant operates from February, 2017, and it stops with Plant remodeling

Edogawa Incineration Plant operates from September, 2020, and it stops with Plant remodeling

De cada una de estas 21 incineradoras se dispone de información análoga a la de este ejemplo:

Chuo Incineration Plant

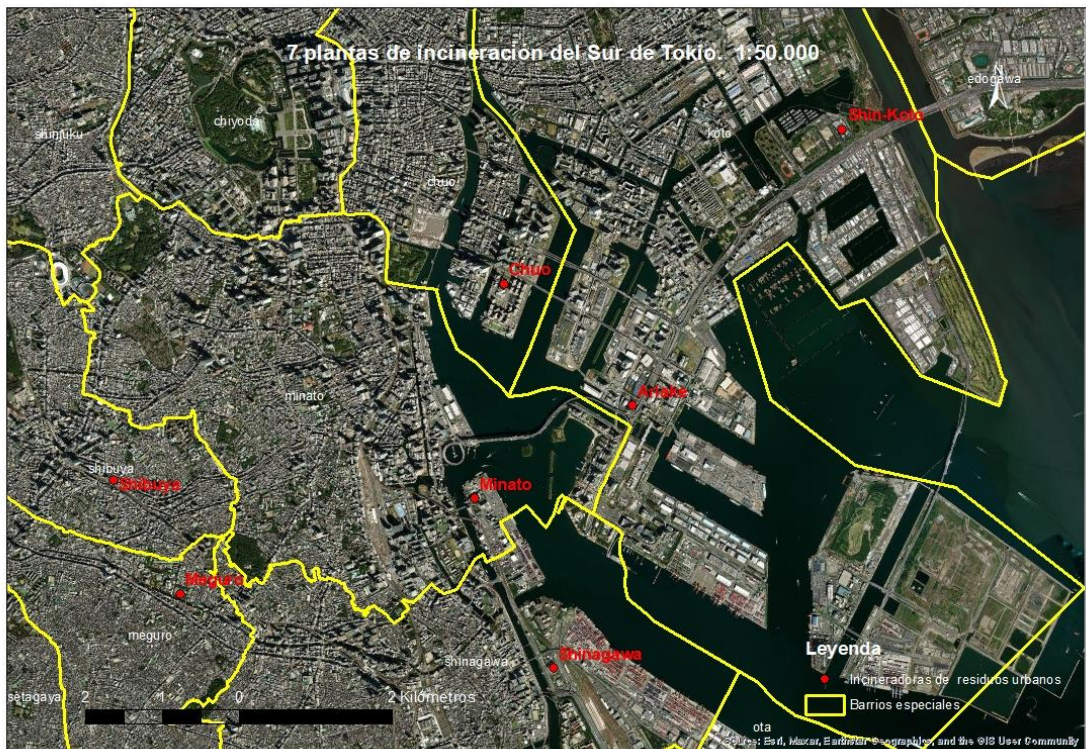
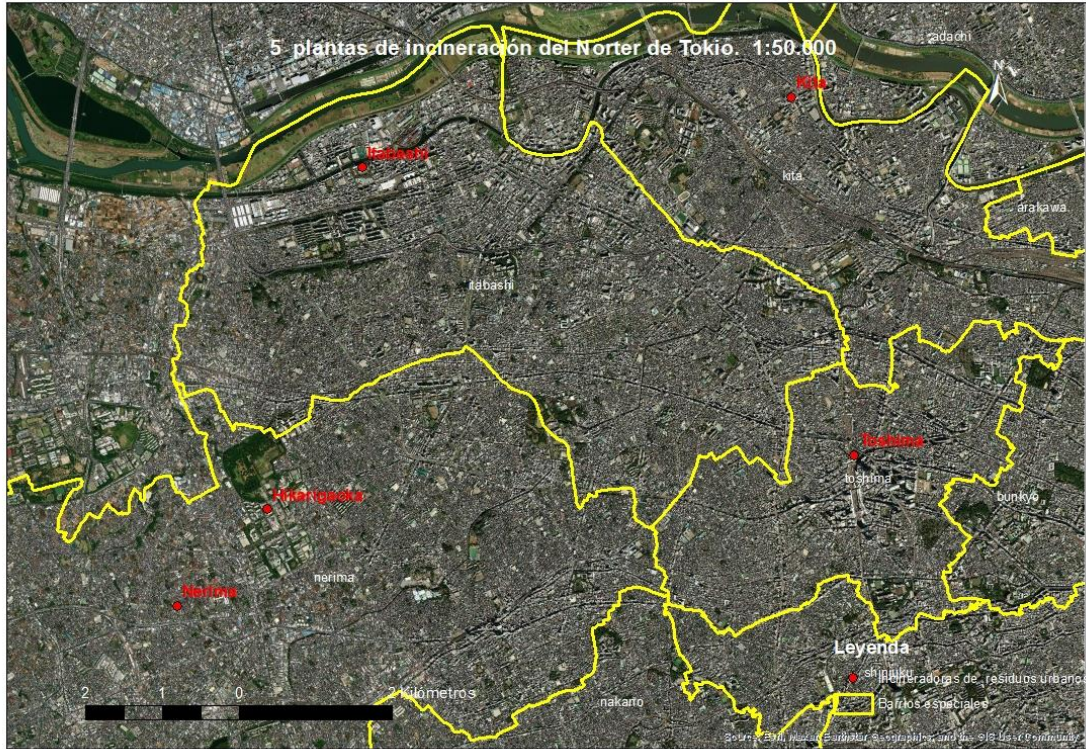
Term of works	The start of construction	April, 1998
	The completion	July, 2001
Plottage		About 29,000 square meters
Construction costs		29.4 billion yen
Incinerator type		Hitachi Zosen De roll type Full continuance combustion fire grate Incinerator
Heat capacity from the design best		13,400KJ/kg
Scale (Furnace radix)		600 tons/day (300 tons of X 2)
Incineration capacity		600 tons/day
Use of surplus heat	Power generation capacity	15,000kW
	kyunetsu	Vapor
		It is plaza Harumi relievedly



La información pública no incluye los datos de las emisiones totales anuales.

En los siguientes mapas se ubican las incineradoras de Tokio.







2.2.2. Seúl

En el caso de Seúl, la información procede de la Seoul Urban Solutions Agency.

Table 1. Construction of Incineration Facilities in Seoul

	Yangcheon	Nowon	Gangnam	Mapo
Capacity	400 tons/day (2 units)	800 tons/day (2 units)	900 tons/day (3 units)	750 tons/day (3 units)
Construction Period	Dec. 1992~Feb. 1996	Dec. 1992~Jan. 1997	Dec. 1994~Dec. 2001	Dec. 2001~May 2005
Area	14,627m ²	46,307 m ²	63,813 m ²	58,435 m ²
Construction Cost	KRW 32.1 billion	KRW 74.3 billion	KRW 115.5 billion	KRW 171.2 billion
Incinerator	Stoker	Stoker	Stoker	Stoker +Rotary Kiln
Air Purification Facilities	Wash tower Semi dry reactor Bag filter SCR catalyst tower	Electric precipitator Wet wash tower Bag filter SCR catalyst tower	Wash tower Semi dry reactor Bag filter SCR catalyst tower	Semi dry reactor Bag filter SCR catalyst tower Police filter

Table 2. Capacity of Incinerator facilities in Seoul & Actual MSW Volume

	Assigned Area in Design Phase	Capacity (Tons/Day)	MSW in 2002 (Tons/Day)	MSW in 2012 (Tons/Day)
Yangcheon Facility	Yangcheon-gu	400 (1.00)	212 (0.53)	101 (0.25)
Nowon Facility	Nowon-gu	800 (1.00)	201 (0.25)	121 (0.15)
Gangnam Facility	Gangnam-gu	900 (1.00)	294 (0.33)	305 (0.34)
Mapo Facility	Mapo-gu, Jung-gu, Yongsan-gu	750 (1.00)	-	453 (0.60)

En el caso de Seúl existe una fuerte imbricación entre plantas de incineración y las calefacciones de distrito (“district heating”):

Table 4. Cooperation between Incineration & District Heating Facilities

	Yangcheon	Nowon	Gangnam	Mapo
Nº. of Homes Receiving District Heating	140,000	128,000	176,000	70,000
Energy Recovered from Incineration Facility	Heat Electricity	Heat	Heat	Heat Electricity
District Heating Energy Source (2012)	Heat from incineration: 15.7% Heat from energy generation 51.0% Produced heat: 33.3%	Heat from incineration: 23.2% Heat from energy generation 37.8% Produced heat: 39.0%	Heat from incineration: 27.0% Heat from energy generation 12.7% Produced heat: 60.3%	Heat from incineration: 56.8% Heat from energy generation 33.8% Produced heat: 9.4%

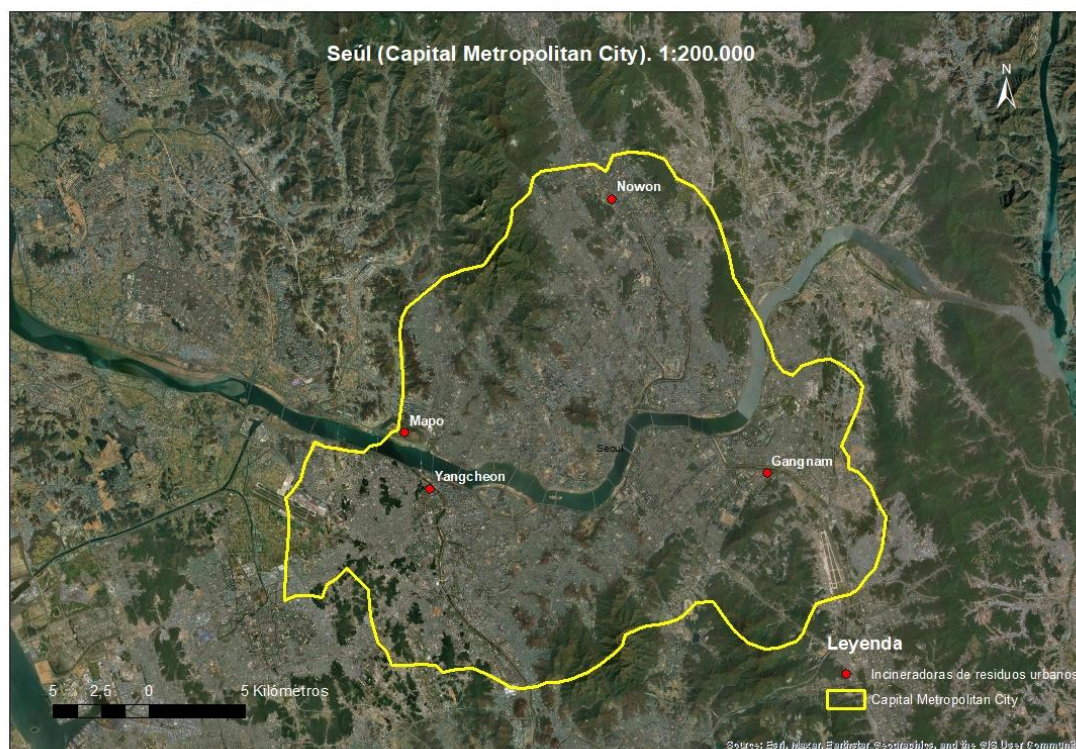
También hay información sobre las emisiones de estas instalaciones, como concentraciones de contaminantes, pero no sobre las cantidades anuales emitidas.

Table 5. Gas Emission Report from Seoul's Incineration Facilities (2012)

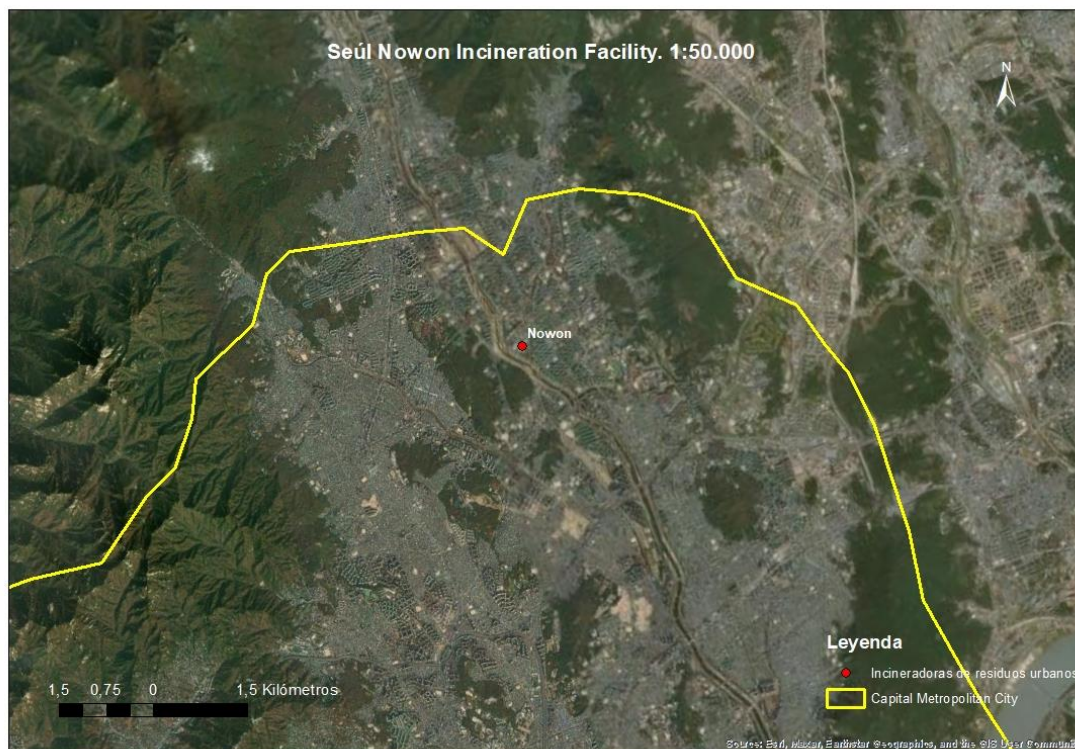
	Allowable Limit	Yangcheon	Nowon	Gangnam	Mapo
Dust (mg/Sm ³)	20	2.07	1.74	1.14	0.88
Sulfur Oxides (ppm)	30	0.43	0.14	0.29	0.34
Nitrogen Oxide (ppm)	70	23.00	23.78	12.39	16.67
Carbon Monoxide (ppm)	50	10.30	7.16	10.55	1.07
Hydrogen Chloride (ppm)	20	2.26	0.48	2.73	1.15
Dioxin (ng/Nm ³)	0.1	0.000~0.009	0.000~0.003	0.000~0.002	0.000~0.000

※ Dioxin emission standard strengthened: 0.5→0.1ng/Nm³ (Jul. 2003)
 ※ Dust emission standard strengthened: 30→20 mg/Sm³ (Jan. 2010)
 ※ Nitrogen oxide emission standard strengthened: 80→70 ppm (Jan. 2010)

En los mapas siguientes se ubican las incineradoras de Seúl:



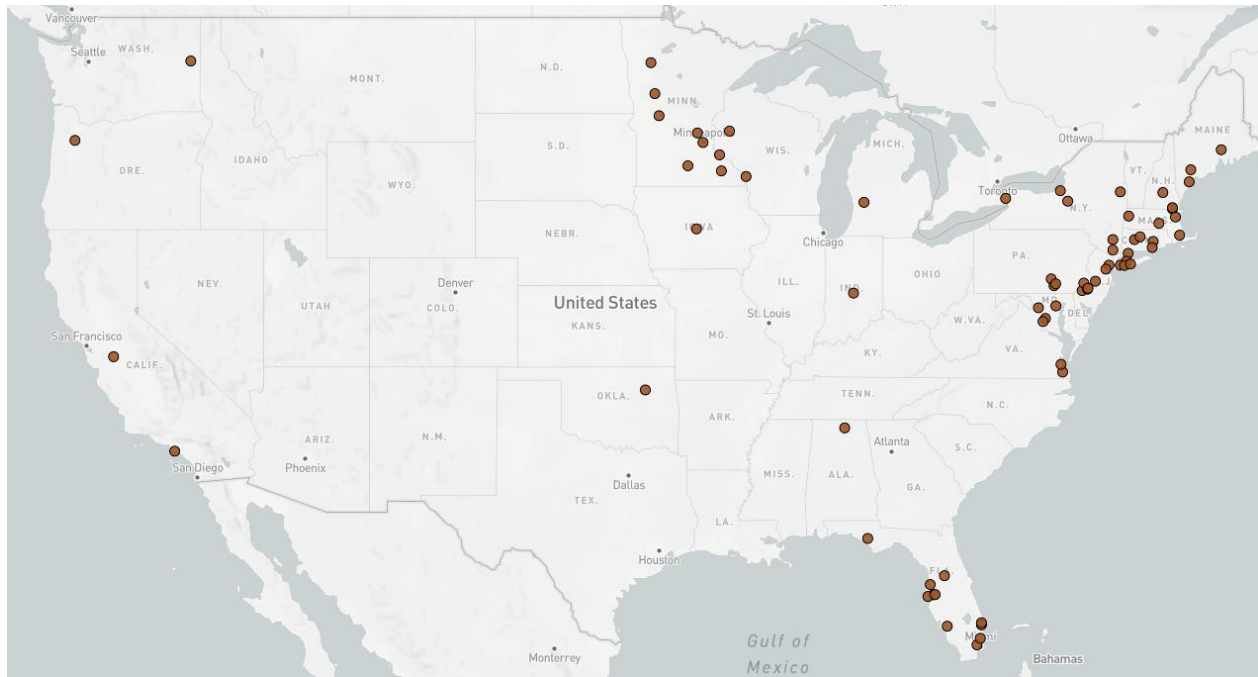




2.2.3. Nueva York

En el caso de las instalaciones ubicadas en Estados Unidos, la información manejada procede de la Agencia de Medio Ambiente de los EEUU (US EPA). De acuerdo con la misma, hay actualmente 71 instalaciones de combustión de residuos urbanos grandes y pequeñas. (70 en el continente, ninguna de ellas en Alaska, y 1 en Hawaii).

En la figura siguiente se recogen las instalaciones de incineración de residuos municipales medianas y grandes del territorio continental de los EEUU. Fuente: <https://www.epa.gov/hwgenerators/map-commercial-waste-combustors-us>



La gran mayoría de las incineradoras de RSU están en los estados de la fachada atlántica, donde la densidad de población es más alta. Tres de esos estados (Nueva York, Pensilvania y Florida) suman el 44% del total de instalaciones.

- 10 en el estado de Nueva York.
- 10 en el estado de Pensilvania.
- 11 en el estado de Florida.

La ciudad de Nueva York propiamente dicha abarca 5 condados del estado de Nueva York, pero su área metropolitana es mucho más amplia y abarca Nueva York, Norte de Nueva Jersey y Long Island y cuenta con una población total de 23.400.000 habitantes.

En la ciudad de Nueva York no hay ninguna incineradora de residuos urbanos, pero en su área metropolitana más próxima (condado de Essex en Nueva Jersey y Long Island), hay 6 incineradoras, una de ellas (Essex County Resource Facility) a pocos km de la isla de Manhattan.

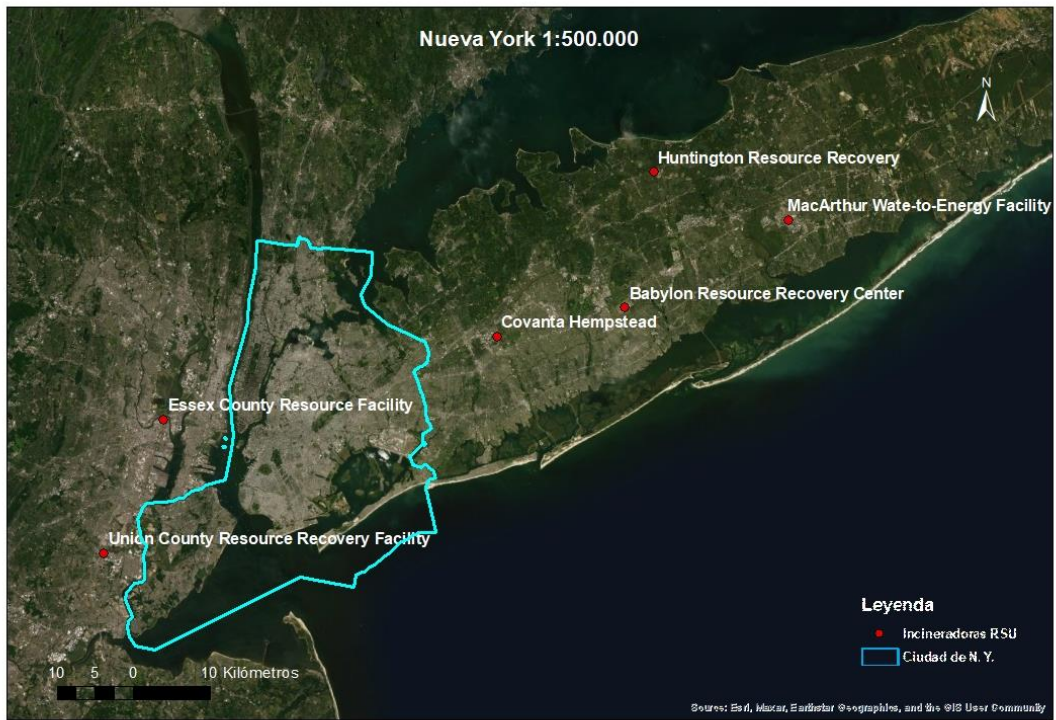
Centro	RSUs procesados (t /año)	Valorización
Essex County Resource Facility	985.000	Electricidad 66MW
Union County Resource Recovery Facility	-	-
Covanta Hempstead	1.000.000	Electricidad 72 MW
Babylon Resource Recovery Facility	245.000	Electricidad 17 MW
Hungtington Resource Recovery Facility	341.000	Electricidad 24 MW
MacArthur Waste-to-Energy Facility	-	-

Centro	VLE NOx (ppm)	VLE SO ₂ (ppm)
Essex County Resource Facility (1)	185	29
Union County Resource Recovery Facility	-	-
Covanta Hempstead (2)	185	29
Babylon Resource Recovery Facility (3)	185	29
Hungtington Resource Recovery Facility (4)	185	29
MacArthur Waste-to-Energy Facility	-	-

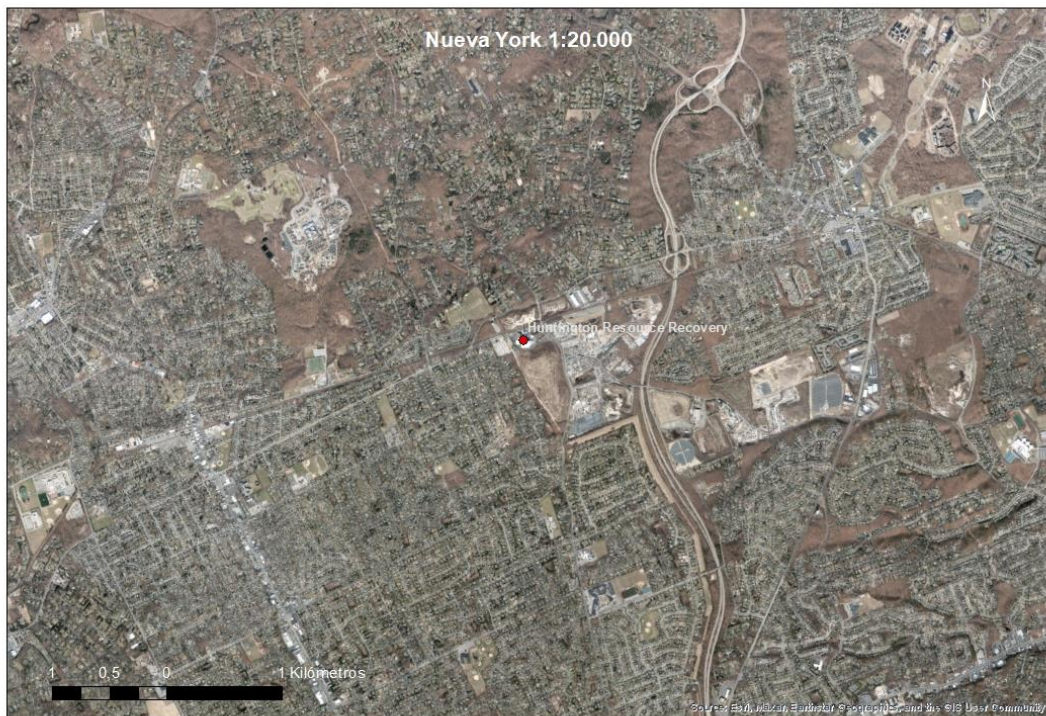
Nota: Límites expresados como media diaria en base seca y referidos al 7% de O₂.

- 1) Los valores medios diarios reportados a principios de junio de 2022 son de unos 1 ppm de SO₂ y unos 109 ppm de NOx.
- 2) Los valores medios diarios reportados a principios de junio de 2022 son de unos 3 ppm de SO₂ y unos 120 ppm de NOx.
- 3) Los valores medios diarios reportados a principios de junio de 2022 son de unos 6 ppm de SO₂ y unos 110 ppm de NOx.
- 4) Los valores medios diarios reportados a principios de junio de 2022 son de unos 1 ppm de SO₂ y unos 114 ppm de NOx.

La información sobre emisiones está dada como concentraciones, y no se dispone de los datos de las cantidades totales emitidas anualmente.









2.3. Análisis comparativo de las emisiones. Resumen de los datos de emisiones de las fichas de las instalaciones europeas

Las tablas y gráficas siguientes resumen los datos de las fichas de instalaciones de valorización energética de RSUs ubicadas en Europa. A efectos de comparar no sólo las cantidades totales emitidas anualmente sino también los factores de emisión (g/t de RSU valorizada), se incluyen sólo las instalaciones donde se dispone también del dato de la cantidad de RSUs valorizadas durante el año.

Los datos corresponden al año 2020, excepto los de Generis (Rugins Val de Marne, París), que corresponden al año 2019.

2.3.1. Emisiones totales en kg/año

Los datos de emisiones anuales de contaminantes (kg/año) permiten comparar directamente los impactos globales sobre la calidad del aire de las distintas instalaciones.

En las instalaciones de Londres (Edmonton Eco Park, SHELCHP Energy Recovery Facility) algunos datos sólo reflejan que la emisión de una determinada sustancia está por debajo de un umbral que a su vez es mayor que los datos de las otras plantas, por lo que estos datos no aportan información y no se incluyen en las gráficas. Las excepciones son las emisiones de dioxinas y furanos (PCDD + PCDF, como Teq) y de Hg y compuestos de Edmonton Eco Park, ya que los umbrales de <0.00001 y <0,1 kg/año respectivamente son suficientemente bajos como para resultar significativos.

	Madrid	Paris	Paris	Paris	Paris	Londres	Londres	Copenhague	Amsterdam
	Las Lomas	Ivry Paris 13	Dalkia Wastenergy	Generis (Rungis Val de Marne)	Issy Urbaser	Edmonton Eco Park	SELCHP Energy Recovery Facility	I/S Amager Ressourcecenter	Afval Energie
	kg/año	kg/año	kg/año	kg/año	kg/año	kg/año	kg/año	kg/año	kg/año
CO ₂	107013960	553000000	-	106000000	383000000	164000000	616928000	615457000	1310000000
NO _x	236728	148270	117651	-	71056	235000	757351	69231	691000
SO _x	7468	58110	24303	-	6571	<100000	<100.000	4745	-
CO	28525	70410	43636	-	14800	<100000	<100.000	14073	-
Partículas	1731	9810	7181	-	1021	<10.000	4490	3221	-
HCl	9282	2960	3314	-	8016	10430	34141	1345	-
Hg y compuestos, como Hg	1,68	29,9	5,5	-	10,6	<0.1	3,29	3,5	-
PCDD + PCDF, como Teq	0,0000289	0,0000859	0,000049	0,000317	0,000095	<0,00001	0,00002	0,0000396	0,0002
t valorizadas/año	330.290	636.738	552.350	114.964	442.401	541.976	369.228	440.000	810.938

Tabla 13.- Datos de emisiones anuales (kg/año) para los distintos compuestos en las instalaciones consideradas

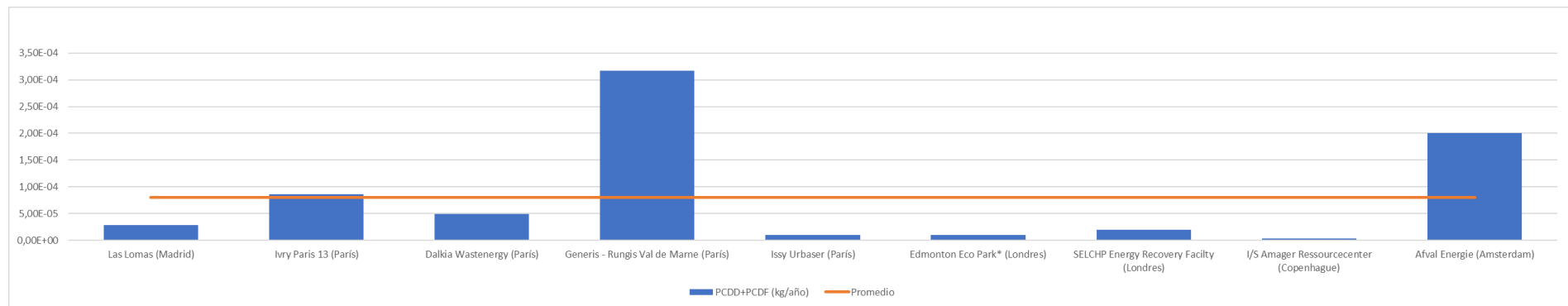


Figura 10.- Emisiones anuales de PCDD/PCDF para las instalaciones consideradas

Las emisiones anuales de dioxinas y furanos de la planta de valorización de Las Lomas están en la mediana del conjunto de las plantas de la comparativa, ya que cuatro de ellas tienen emisiones por debajo de las de Las Lomas y otras cuatro por encima. Por lo que se refiere a la media, las emisiones anuales de Las Lomas están muy por debajo de la media, debido fundamentalmente al peso de las elevadas emisiones de una planta de París (Rugins Val de Marne) y otra de Ámsterdam (Alfval Energie), en este último caso por la gran cantidad de residuos valorizados anualmente en dicha planta.

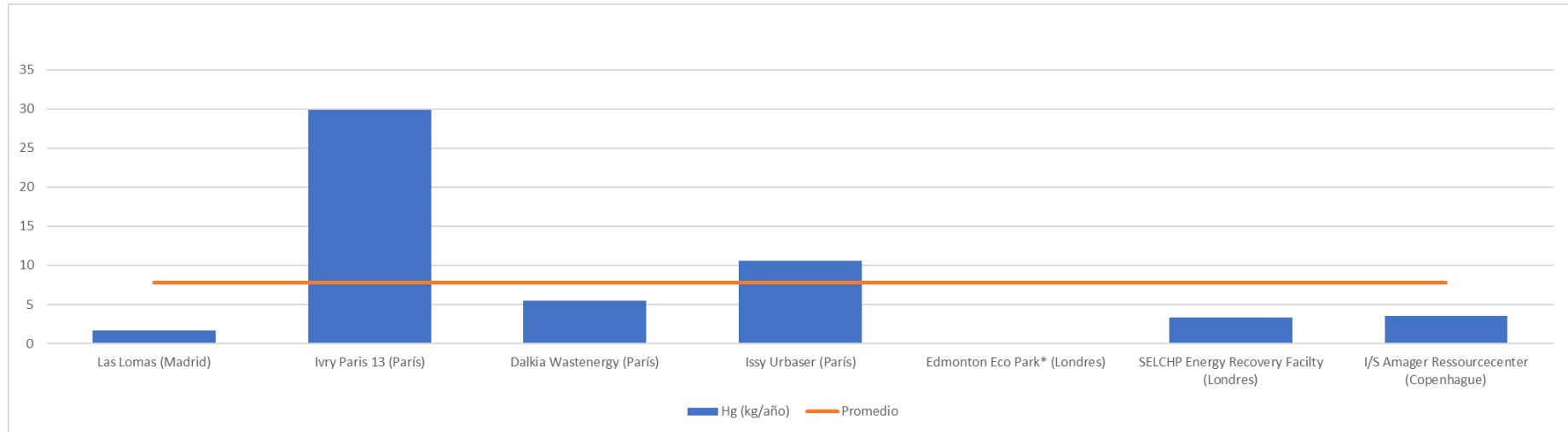


Figura 11.- Emisiones anuales de mercurio (Hg) para las instalaciones consideradas

Las emisiones anuales de Hg de la planta de Las Lomas son las segundas más bajas del conjunto de comparación, sólo por encima de las de Edmonton Eco Park en Londres.

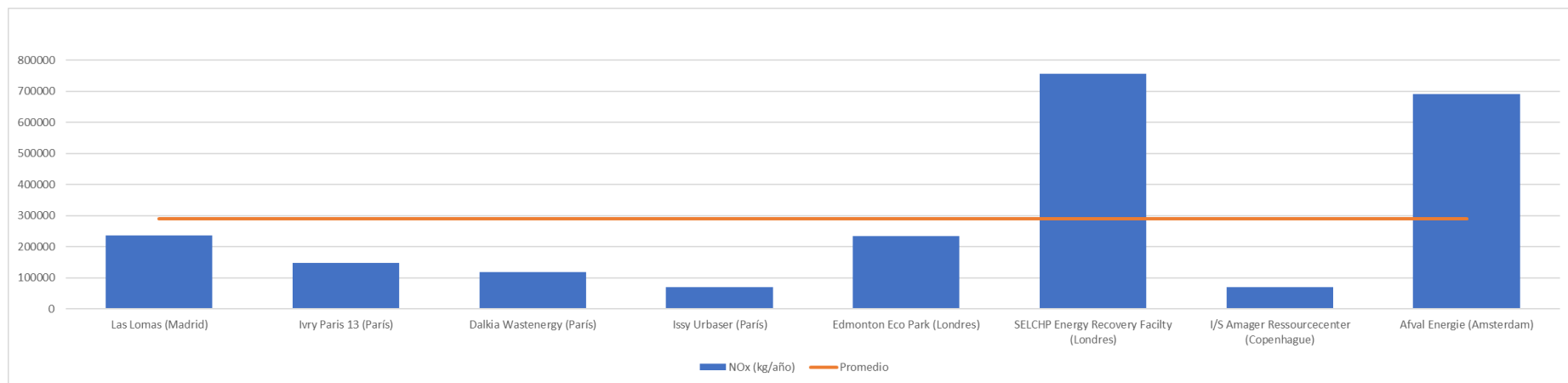


Figura 12.- Emisiones anuales de NOx para las instalaciones consideradas

Las emisiones anuales de NOx de la planta de Las Lomas están moderadamente por encima de la mediana del conjunto de plantas de comparación, y moderadamente por debajo de la media.

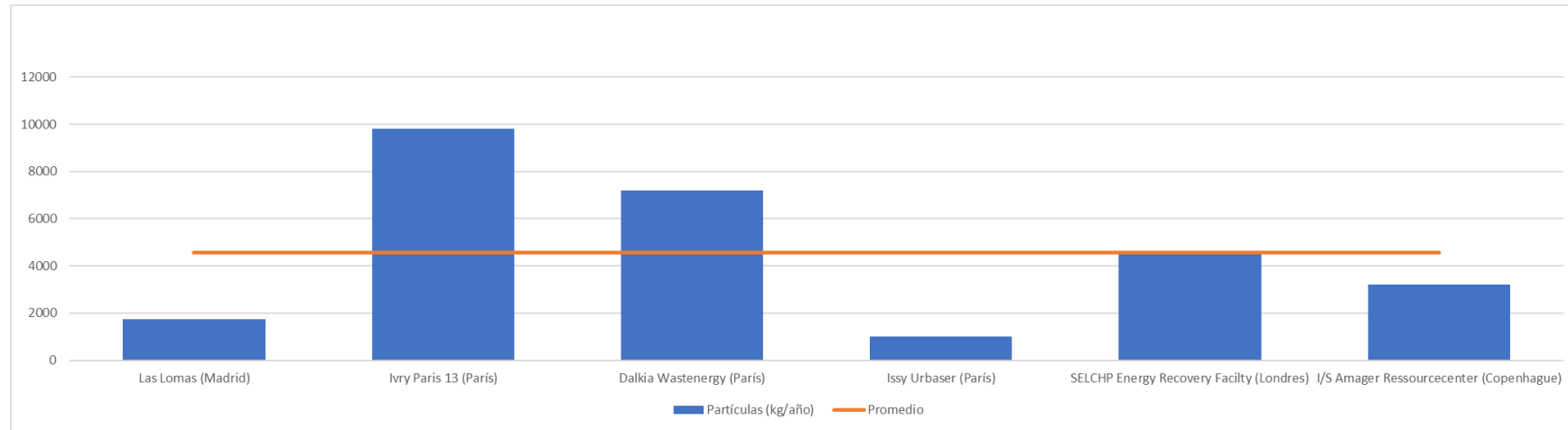


Figura 13.- Emisiones anuales de partículas para las instalaciones consideradas

Las emisiones anuales de partículas de la planta de Las Lomas son las segundas más bajas del conjunto de comparación, sólo por encima de las de Issy Urbaser en París.

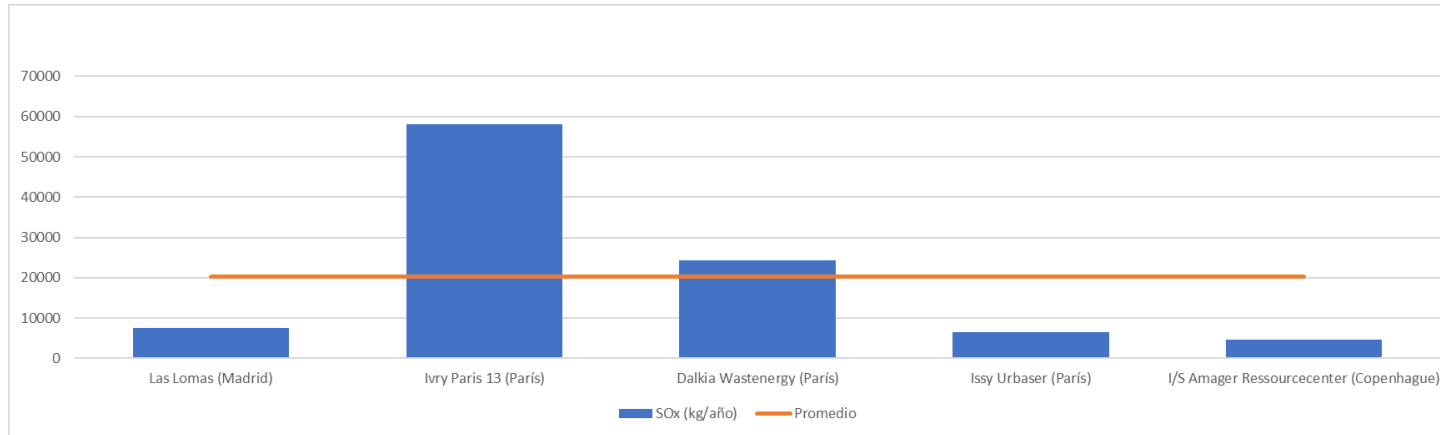


Figura 14.- Emisiones anuales de SOx para las instalaciones consideradas

Las emisiones anuales de SOx de la planta de valorización de Las Lomas están en la mediana del conjunto de las plantas de la comparativa, con dos de ellas con emisiones por debajo de las de Las Lomas y otras dos con emisiones por encima. Por lo que se refiere a la media, las emisiones anuales de Las Lomas están muy por debajo de la media.

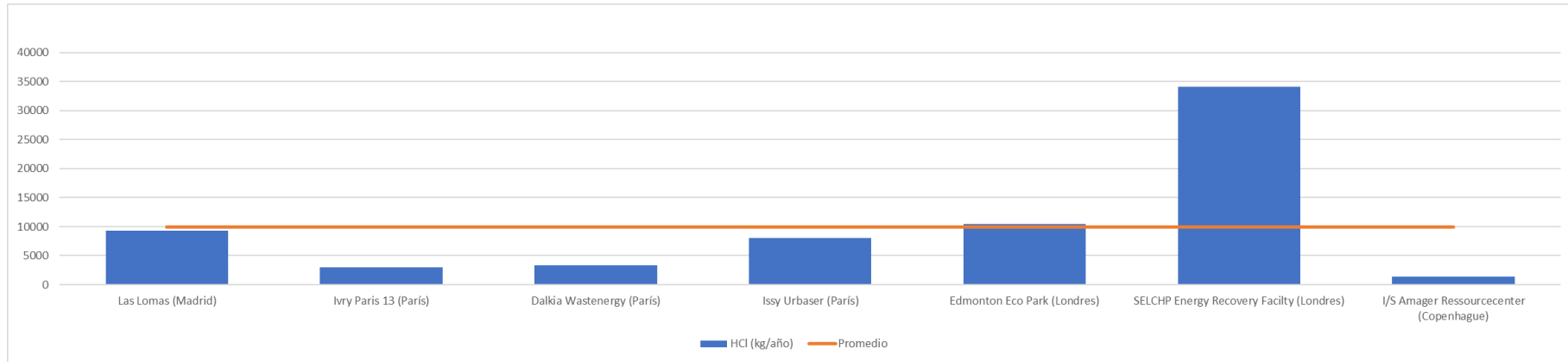


Figura 15.- Emisiones anuales de HCl para las instalaciones consideradas

Las emisiones anuales de Cl y compuestos como HCl de la planta de Las Lomas están moderadamente por encima de la mediana del conjunto de plantas de comparación y moderadamente por debajo de la media.

2.3.2. Factores de emisión en kg/t

Así como los datos de emisiones totales (kg/año) de las distintas instalaciones de valorización energética de RSUs permiten comparar directamente impactos globales sobre la calidad del aire, los factores de emisión permiten comparar la eficacia con que las distintas instalaciones consiguen reducir sus emisiones.

En el caso de las emisiones de dioxinas y furanos (PCDD + PCDF, como Teq) y de Hg y compuestos de Edmonton Eco Park, los valores no son estrictamente factores de emisión, sino cotas superiores de los factores de emisión, pero que son suficientemente bajas como para resultar significativas.

	Madrid	Paris	Paris	Paris	Paris	Londres	Londres	Copenhague	Amsterdam
	Las Lomas	Ivry Paris 13	Dalkia Wastenergy	Generis (Rungis Val de Marne)	Issy Urbaser	Edmonton Eco Park	SELCHP Energy Recovery Facility	I/S Amager Ressourcecenter	Afval Energie
	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada
CO ₂	308055	868	-	922	866	302,6	1671000	1023000	1008000
NOx	717	232,9	213	-	161	434	2051	158	532
SO ₂	22,6	91,3	44	-	15	<185	<271	10	-
CO	86,4	110,6	79	-	33	<185	<271	30	-
Partículas	5,2	15,4	13	-	2,31	<27,1	12,2	7	-
HCl	28,1	4,65	6	-	18	19,2	92,5	3	-
Hg y compuestos, como Hg	5,10E-03	4,70E-02	1,00E-02	-	2,40E-02	< 1.8E-4	8,90E-03	8,00E-03	-
PCDD + PCDF, como Teq	8,70E-08	1,35E-07	8,90E-08	2,76E-06	2,20E-08	<1.80E-08	5,40E-08	9,00E-09	1,50E-08
t valorizadas/año	330.290	636.738	552.350	114.964	442.401	541.976	369.228	440.000	810.938

Tabla 14.- Resumen de los factores de emisión (g/tonelada) de las instalaciones consideradas

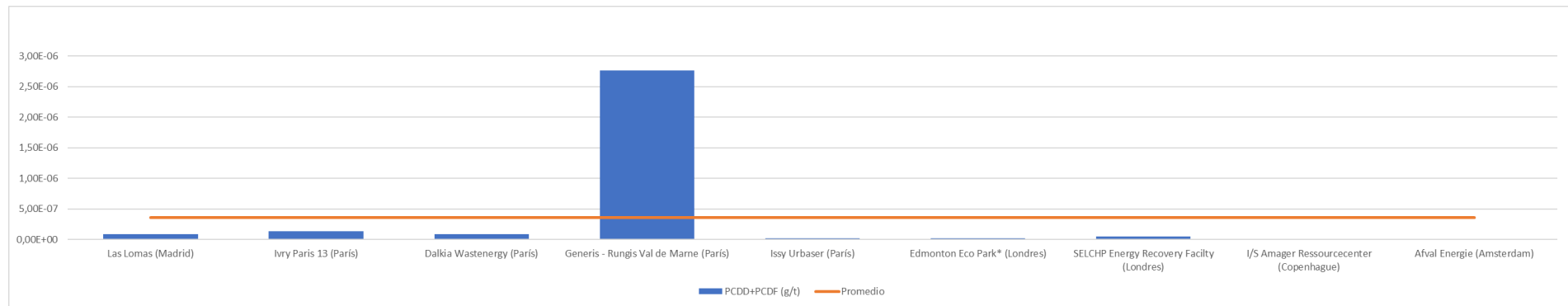


Figura 16.- Factor de emisión de PCDD/PCDF para las instalaciones consideradas

El factor de emisión de dioxinas y furanos de la planta de valorización de Las Lomas está por encima de la mediana del conjunto de las plantas de la comparativa, con cinco de ellas con factores por debajo de las de Las Lomas y tres con factores por encima. Por lo que se refiere a la media, el factor de emisión de Las Lomas está muy por debajo de la media, debido principalmente a la contribución a la media de la planta de Rugins Val de Marne, en París.

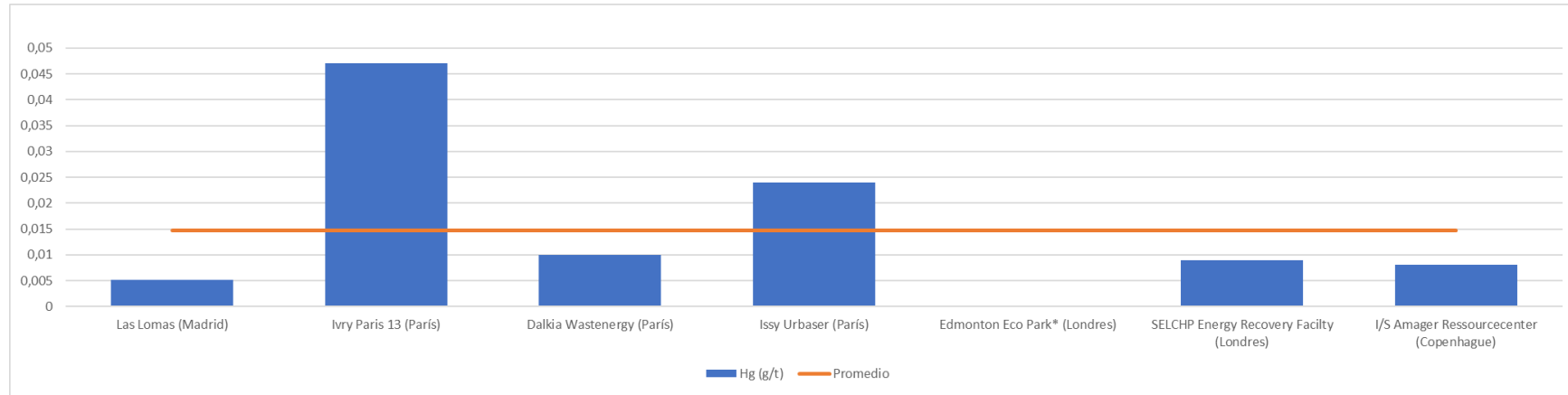


Figura 17.- Factor de emisión de mercurio (Hg) para las instalaciones consideradas

El factor de emisión de Hg y compuestos de Las Lomas es el segundo más bajo del conjunto de comparación, sólo por encima del de Edmonton Eco Park en Londres.

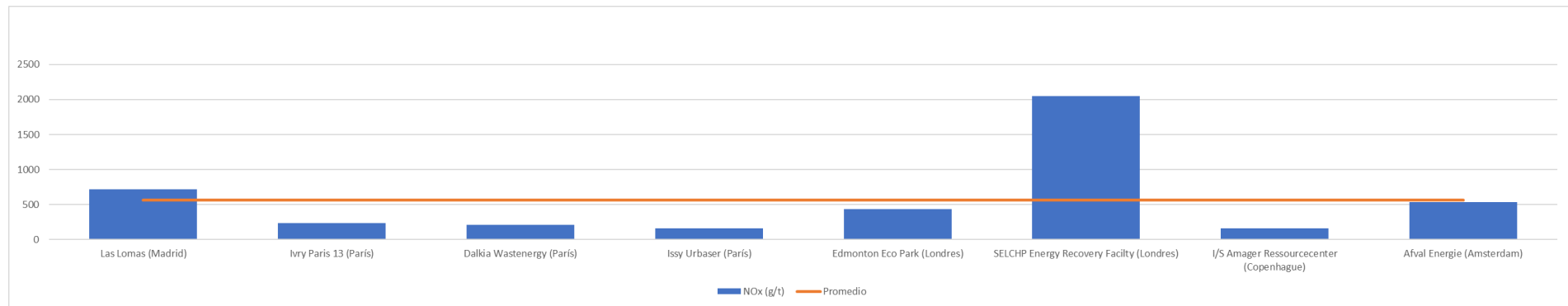


Figura 18.- Factor de emisión de NOx para las instalaciones consideradas

El factor de emisión de NOx de la planta de valorización de Las Lomas es el segundo más alto del conjunto de comparación, sólo por debajo del de SELCHP Energy Recovery en Londres.

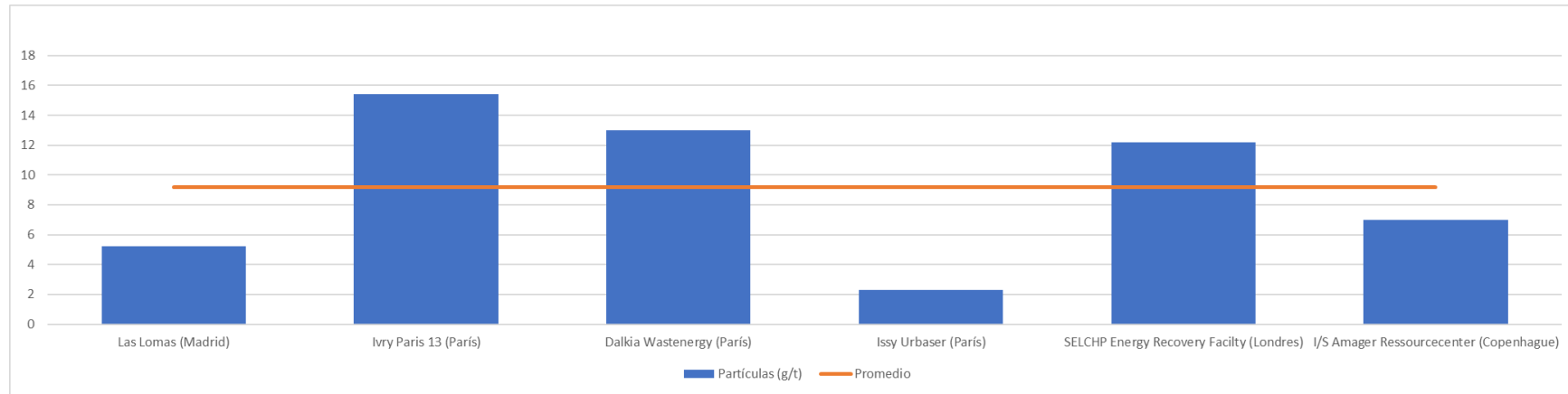


Figura 19.- Factor de emisión de partículas para las instalaciones consideradas

El factor de emisión de partículas de la planta de valorización de Las Lomas es el segundo más bajo del conjunto de comparación, sólo por encima del de Issy Urbaser en París.

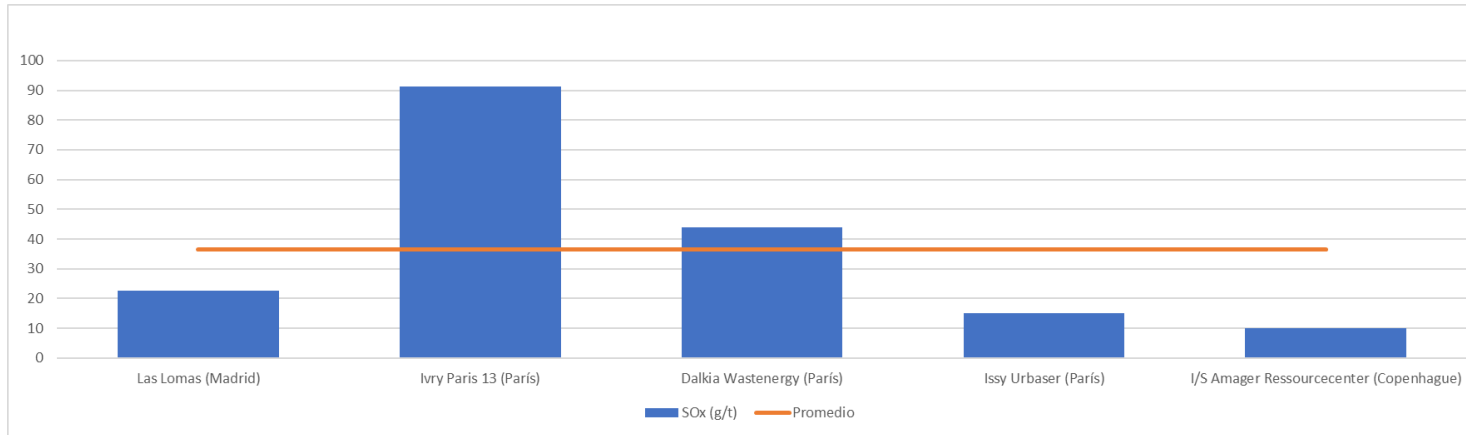


Figura 20.- Factor de emisión de SOx para las instalaciones consideradas

El factor de emisión de SOx de la planta de valorización de Las Lomas está en la mediana del conjunto de comparación, siendo mayor que el factor de dos plantas y menor que el factor de otras dos. Está por debajo de la media del conjunto de comparación, debido principalmente a la gran contribución de Ivry Paris 13.

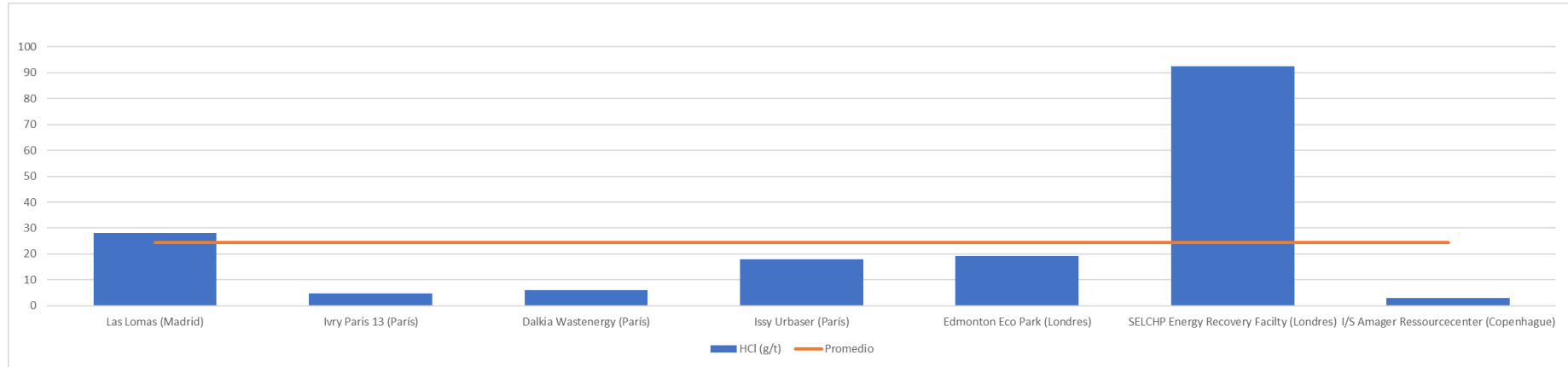


Figura 21.- Factor de emisión de HCl para las instalaciones consideradas

El factor de emisión de Cl y compuestos como HCl de la planta de valorización de Las Lomas es el segundo más alto del conjunto de comparación y está moderadamente por encima de la media del conjunto de plantas de comparación.

2.3.3. Resumen de las comparaciones

En la siguiente gráfica se comparan las emisiones de la planta de Las Lomas (kg emitidos al año) con las emisiones medias de las 9 plantas comparadas; la emisión media de cada sustancia corresponde al valor 100. Se observa que las emisiones anuales de la planta de Las Lomas están por debajo de la media para todas las sustancias.

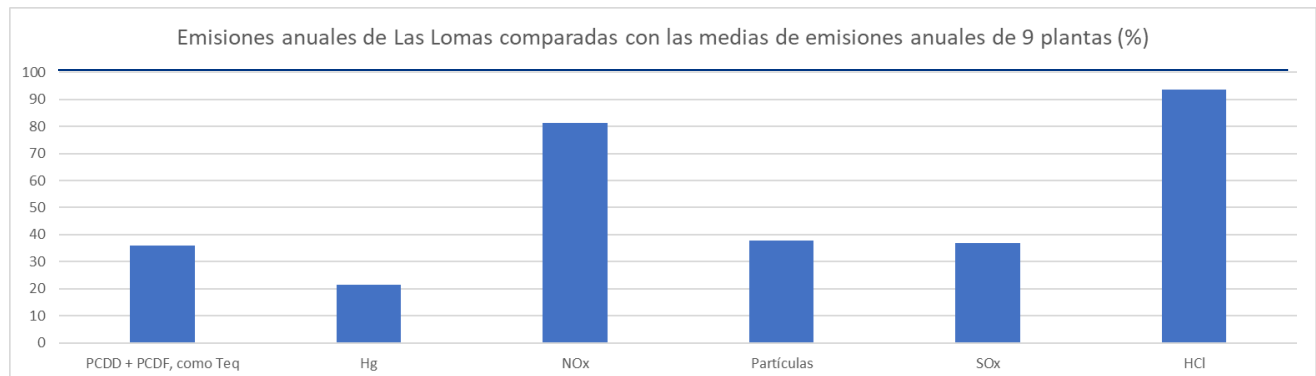


Figura 22.- Emisiones anuales (kg/año) de la planta de Las Lomas en comparación con las medias de emisiones anuales del conjunto de instalaciones consideradas (%)

Las emisiones totales son representativas del impacto global sobre la atmósfera, pero no aportan información sobre la eficacia con que las plantas minimizan sus emisiones, ya que no tienen en cuenta las cantidades totales valorizadas. La gráfica siguiente compara los factores de emisión (g emitidos por tonelada de residuos valorizada), a efectos de comparar dicha eficacia.

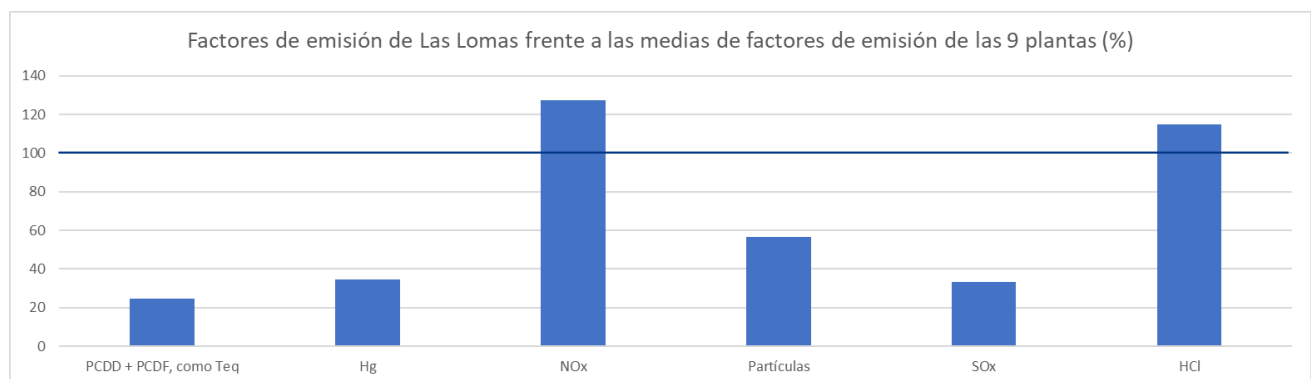


Figura 23.- Factores de emisión (g/tonelada) de la planta de Las Lomas en comparación con de factores de emisión del conjunto de instalaciones consideradas (%)

Los factores de emisión de Las Lomas están generalmente por debajo de las medias del conjunto de plantas comparadas, excepto para el cloro y compuestos expresados como HCl (115% de la media), y para los óxidos de nitrógeno NOx (127% de la media).

Dioxinas y furanos

En términos absolutos, las emisiones anuales de dioxinas y furanos de la planta de valorización de Las Lomas (kg/año), están justo en la mediana del conjunto de las plantas de la comparación (9 plantas), con cuatro de ellas con emisiones por debajo de las de Las Lomas y otras cuatro con emisiones por encima. Son claramente mayores que las de la instalación más moderna (I/S Amager Ressourcecenter, de Copenhague) y mucho más bajas que los de otras plantas como Rugins Val de Marne e Ivry Paris 13 en París y Alfval Energie en Ámsterdam.

En términos relativos la ratio de emisiones de dioxinas y furanos (g/t) de la planta de valorización de Las Lomas está por encima de la mediana del conjunto de comparación, con cinco plantas con una ratio más baja y otras tres plantas con una ratio más alta, pero está por debajo de la media. La ratio es claramente mayor que el de la instalación más moderna (I/S Amager Ressourcecenter, de Copenhague) y mucho más baja que la de la planta de Rugins Val de Marne en París.

Mercurio y compuestos de mercurio como Hg

En términos absolutos, las emisiones anuales de mercurio y compuestos de la planta de valorización de Las Lomas (kg/año) son las segundas más bajas del conjunto de plantas de comparación de las que hay datos para este parámetro (7 plantas). En términos relativos, la ratio de emisiones de mercurio y compuestos (g/t) de la planta de Las Lomas también es la segunda más baja del conjunto de plantas de comparación.

Óxidos de nitrógeno como NO₂

En términos absolutos, las emisiones anuales de óxidos de nitrógeno de la planta de valorización de Las Lomas (kg/año) están ligeramente por encima de la mediana del conjunto de plantas de comparación de las que hay datos para este parámetro (8 plantas), con cuatro plantas con emisiones anuales más bajas y otras tres con emisiones más altas.

En términos relativos, la ratio de emisiones de óxidos de nitrógeno (g/t) de la planta de valorización de Las Lomas (kg/año), es la segunda más alta del conjunto de plantas de comparación.

Partículas

En términos absolutos, las emisiones anuales de partículas de la planta de valorización de Las Lomas (kg/año) son las segundas más bajas del conjunto de plantas de comparación de las que hay datos para este parámetro (6 plantas).

En términos relativos, el factor de emisión de partículas (g/t) de la planta de valorización de Las Lomas (kg/año), también es el segundo más bajo del conjunto de plantas de comparación de las que hay datos para este parámetro (6 plantas).

Óxidos de azufre como SO₂

En términos absolutos, las emisiones anuales de óxidos de azufre de la planta de valorización de Las Lomas (kg/año), están en la mediana del conjunto de plantas de comparación de las que hay datos para este parámetro (5 plantas), con 2 plantas con emisiones muy por encima de la de Las Lomas y otras dos con emisiones moderadamente por debajo, y muy por debajo de la media.

En términos relativos, el factor de emisión de compuestos de azufre (g/t) de la planta de valorización de Las Lomas (kg/año) está en la mediana del conjunto de plantas de comparación con dos plantas con ratios menores que el de Las Lomas y otras dos plantas con ratios más altas.

Cloro y compuestos como HCl

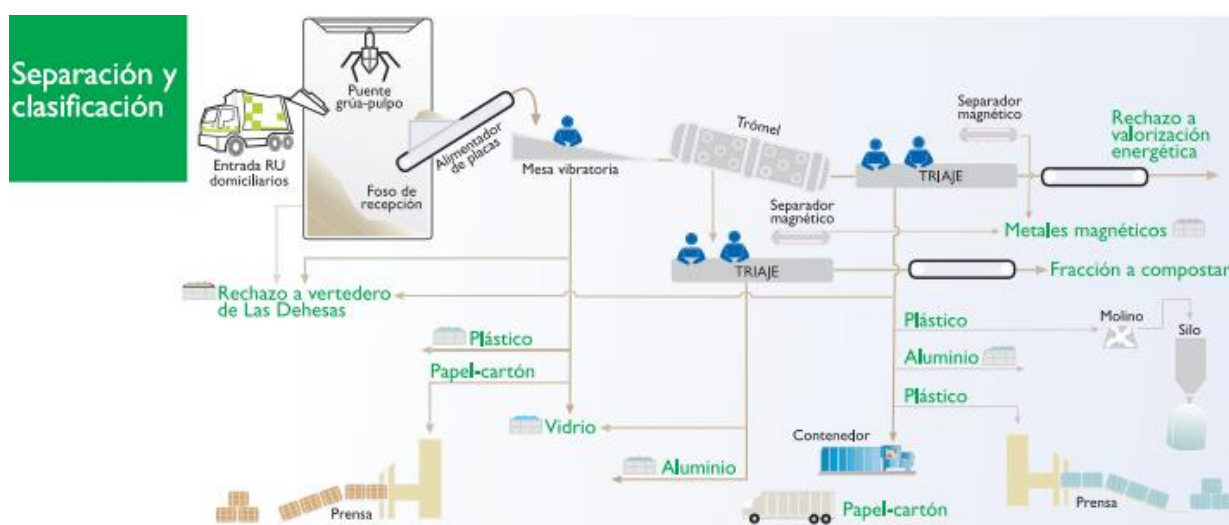
En términos absolutos las emisiones anuales de cloro y compuestos de la planta de valorización de Las Lomas (kg/año) están moderadamente por encima de la mediana del conjunto de plantas de comparación de las que hay datos para este parámetro (7 plantas) y ligeramente por debajo de la media.

En términos relativos, el factor de emisión de cloro y compuestos (g/t) de la planta de valorización de Las Lomas (kg/año) es el segundo más alto del conjunto de comparación.

2.4. ESTUDIO COMPARATIVO BREF

El Centro de Tratamiento Integral de Residuos Domésticos “Las Lomas” consta de las siguientes unidades englobadas en la Planta de Pretratamiento (con clasificación, recuperación de materiales y centro de transferencia) y en la Planta de Valorización Energética.

- ❖ Planta de Pretratamiento, con clasificación, recuperación de materiales y centro de transferencia:
 - Área de Recepción, Identificación y Pesaje
 - Fosos de Residuo Doméstico - RD (2 puentes grúa)
 - Área de Triaje y Clasificación (4 líneas)



- Nave de almacenaje de rechazos del pretratamiento
- Planta de Valorización Energética de Residuos:
 - Foso de Combustible Derivado de Residuos – CDR o RDF en inglés (2 puentes grúa)
 - Tres líneas de incineración, incluyendo cada una:
 - ◆ Horno de lecho fluidizado.
 - ◆ Caldera de Recuperación de Calor
 - ◆ Planta de Limpieza de Gases
 - Turbina de Vapor
 - Aerocondensador
 - Unidad de recepción y tratamiento de cenizas

La instalación de valorización energética cuenta con 3 líneas que pueden funcionar simultáneamente. Cada una de las tres líneas cuenta con un horno de lecho fluidizado, donde se valoriza el CDR; una cámara de postcombustión, que permite alcanzar el tiempo de residencia de los gases de más de 2 segundos a más de 850 °C para reducir la emisión de compuestos orgánicos derivados de una combustión incompleta; una caldera, donde se recupera el calor de los gases de combustión para la producción de energía eléctrica y, finalmente, un sistema de depuración de gases.

Parte de los gases de combustión son recirculados al horno de lecho fluidizado, esta recirculación permite reducir las emisiones de NO_x canalizadas a la atmósfera, al mismo tiempo que limita las posibles emisiones de CO, NH₃ y N₂O generadas por la incineración de residuos.

Así mismo, se inyecta cal al horno de lecho fluidizado lo que promueve la reducción de emisiones canalizadas de HCl, HF y SO₂.



En cuanto al sistema de depuración de gases, éste está formado por las siguientes etapas:

- ❖ Eliminación primaria de partículas gruesas mediante un sistema de ciclones.
- ❖ Absorción semihúmeda, para reducir los gases ácidos (principalmente HCl y SO₂) mediante una ducha de lechada de cal.
- ❖ Inyección y transporte neumático de carbón activo, para eliminar por adsorción, entre otros contaminantes, las dioxinas y los furanos.
- ❖ Filtro de mangas, donde se retienen las partículas más finas y el carbón activo utilizado previamente.
- ❖ Reducción catalítica de óxidos de nitrógeno o SCR.

Este sistema de depuración de gases permite cumplir con los valores límite de emisión y requisitos técnicos establecidos por la Directiva 2010/75/UE, sobre las emisiones industriales y con el Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales, así como los establecidos en el Anexo I de la Autorización Ambiental Integrada otorgada por la Dirección General de Medio Ambiente y Sostenibilidad de la Comunidad Autónoma de Madrid, con la última modificación no sustancial del 4 de marzo de 2019.

En definitiva, en la planta de valorización energética de Las Lomas están implantadas las siguientes MTDs de la Decisión de Ejecución (UE) 2019/2010 de la Comisión, de 12 de noviembre de 2019, *por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles, de conformidad con la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, para la incineración de residuos.*

Medida implantada	MTD	Objetivo
Filtro de mangas	25	Reducir las emisiones de partículas, metales y metaloides
Inyección de sorbente en la caldera (inyección de cal en el horno)	27	Reducir las emisiones de HCl, HF y SO ₂
Absorbente semihúmedo (adsorción semihúmeda mediante ducha de lechada de cal)	27	Reducir las emisiones de HCl, HF y SO ₂
Recirculación de gases de combustión	29	Reducir las emisiones de NO _x , N ₂ O, CO y NH ₃
Reducción catalítica selectiva (SCR)	29	Reducir las emisiones de NO _x , N ₂ O, CO y NH ₃
Inyección de sorbente seco (inyección de carbón activo combinado con un filtro de mangas)	30	Reducción de las emisiones de compuestos orgánicos, incluidos dioxinas, furanos y PCBs
Optimización proceso de incineración (existencia de una cámara de postcombustión que permite alcanzar un tiempo de residencia de los gases de más de 2 segundos a más de 850°C)	30	Reducción de las emisiones de compuestos orgánicos, incluidos dioxinas, furanos y PCBs
Inyección de sorbente seco (inyección de carbón activo combinado con un filtro de mangas)	31	Reducción de las emisiones de Hg

Tabla 15.- MTD implementadas en la planta de valoración energética de Las Lomas

Las Mejores Técnicas disponibles implantadas en la planta de valorización energética de Las Lomas abarcan todas las sustancias contaminantes características de las emisiones de las incineradoras de residuos urbanos: compuestos orgánicos, incluidos dioxinas, furanos y PCBs, partículas, metales y metaloides y específicamente Hg, HCl, HF, SO₂, NO_x, N₂O, CO y NH₃.

En la siguiente tabla se resumen los valores límite de emisión establecidos en la AAI (**VLE AAI**), en el pliego de prescripciones técnicas para el contrato de “Concesión de servicio público para el tratamiento de residuos domésticos, con recuperación de materiales y valorización energética de

combustible derivado de residuos, en la planta de Las Lomas del Parque Tecnológico de Valdemingómez” (VLE PT), los niveles de emisión asociados al empleo de las conclusiones MTD (NEA-MTD) y las concentraciones medias reportadas por la instalación para el año 2021 (https://www.madrid.es/UnidadWeb/Contenidos/RC_Valdemingomez/Emisiones/Emisiones.pdf).

COMPARATIVA VLE AA, VLE PT, NEA-MTD Y VALORES REPORTADOS EN 2021 (1/3)					
Parámetro	VLE AAI	VLE PT	NEA-MTD	Valores reportados 2021	Periodo de referencia
Partículas totales	10 mg/Nm ³	5 mg/Nm ³	<2-5 mg/Nm ³	0,7 mg/Nm ³	Valor medio diario
	30 mg/Nm ³	15 mg/Nm ³	No indicado	--	Valor medio semihorario
COV's como carbono orgánico total	10 mg/Nm ³	5 mg/Nm ³	<3-10 mg/Nm ³	1,2 mg/Nm ³	Valor medio diario
	20 mg/Nm ³	15 mg/Nm ³	No indicado	--	Valor medio semihorario
Dióxido de azufre (SO ₂)	50 mg/Nm ³	20 mg/Nm ³	5-40 mg/Nm ³	5,0 mg/Nm ³	Valor medio diario
	200 mg/Nm ³	100 mg/Nm ³	No indicado	--	Valor medio semihorario
Cloruro de hidrógeno (HCl)	10 mg/Nm ³	8 mg/Nm ³	< 2-8 mg/Nm ³⁽¹⁾	2,8 mg/Nm ³	Valor medio diario
	60 mg/Nm ³	30 mg/Nm ³	No indicado		Valor medio semihorario

(1) El límite inferior del intervalo de NEA-MTD puede alcanzarse cuando se utiliza un lavador húmedo; el límite superior del intervalo puede estar asociado con el uso de inyección de sorbente seco.

Tabla 16.- Comparativa de valores límite de emisión establecidos en la AAI, pliego de prescripciones técnicas, MTDs y valores reportados en 2021. Tabla 1 de 3

COMPARATIVA VLE AA, VLE PT, NEA-MTD Y VALORES REPORTADOS EN 2021 (2/3)					
Parámetro	VLE AAI	VLE PT	NEA-MTD	Valores reportados 2021	Periodo de referencia
Fluoruro de hidrógeno (HF)	1 mg/Nm ³	1 mg/Nm ³	--	<0,17 mg/Nm ³	Valor medio calculado a partir de valores medidos en periodos de muestreo de 30 minutos
	4 mg/Nm ³	4 mg/Nm ³	--	--	Valor medio en un periodo de muestreo de 30 minutos
	--	--	< 1 mg/Nm ³	--	Valor medio diario o durante el periodo de muestreo
Óxidos de nitrógeno (NOx) expresados como NO ₂	200 mg/Nm ³	80 mg/Nm ³	50-150 mg/Nm ³⁽²⁾⁽³⁾	85,6 mg/Nm ³	Valor medio diario
	400 mg/Nm ³	400 mg/Nm ³	No indicado	--	Valor medio semihorario

Monóxido de carbono (CO)	50 mg/Nm³	30 mg/Nm ³	10-50 mg/Nm ³	10,7 mg/Nm³	Valor medio diario
	100 mg/Nm³	100 mg/Nm ³	No indicado	--	Valor medio semihorario
Mercurio y sus compuestos (Hg)	0,05 mg/Nm³	0,01 mg/Nm ³	<5-20 µg/Nm ³⁽⁴⁾	0,0003 mg/Nm³	Valor medio en periodos de muestreo de un mínimo de 30 minutos y un máximo de 8 horas
	--	--	1-10 µg/Nm ³⁽⁵⁾	--	Periodo largo de muestreo
Cadmio y talio y sus compuestos (Cd + Tl)	Total 0,05 mg/Nm³	Total 0,01 mg/Nm ³	0,005-0,02 mg/Nm ³	0,0002 mg/Nm³	Valor medio en periodos de muestreo de un mínimo de 30 minutos y un máximo de 8 horas
Antimonio, arsénico, plomo, cromo, cobalto, cobre, manganeso, níquel, vanadio y compuestos.	Total 0,5 mg/Nm³	Total 0,1 mg/Nm ³	0,01-0,3 mg/Nm ³	0,015 mg/Nm³	Valor medio en periodos de muestreo de un mínimo de 30 minutos y un máximo de 8 horas

⁽²⁾ El valor inferior del rango puede ser alcanzado usando SCR. El valor inferior del rango puede no ser cumplido cuando los residuos incinerados contienen una gran cantidad de nitrógeno.

⁽³⁾ El valor superior del rango es 180 mg/Nm³ cuando no se usa SCR.

⁽⁴⁾ El valor inferior del rango puede ser alcanzado cuando se incineran residuos con un contenido estable y bajo de mercurio o cuando se emplean técnicas específicas para prevenir y reducir picos de emisión cuando se incineran residuos no peligrosos.

⁽⁵⁾ Aplicable en el caso de plantas que incineran residuos con un contenido de mercurio bajo y estable comprobado (por ejemplo, flujos únicos de desechos de composición controlada).

Tabla 17.- Comparativa de valores límite de emisión establecidos en la AAI, pliego de prescripciones técnicas, MTDs y valores reportados en 2021. Tabla 2 de 3

COMPARATIVA VLE AA, VLE PT, NEA-MTD Y VALORES REPORTADOS EN 2021 (3/3)					
Parámetro	VLE AAI	VLE PT	NEA-MTD	Valores reportados 2021	Periodo de referencia
Dioxinas y furanos	0,1 ng I-TEQ/Nm³	0,05 ng I-TEQ/Nm ³	< 0,01-0,06 ng I-TEQ/Nm ³	0,007ng I-TEQ/Nm³	Valor medio en periodos de muestreo de un mínimo de 30 minutos y un máximo de 6 horas
	--	--	< 0,01-0,08 ng I-TEQ/Nm ³⁽⁶⁾	--	Periodo largo de muestreo

⁽⁶⁾ No aplicable si se demuestra que los niveles de emisión son suficientemente estables

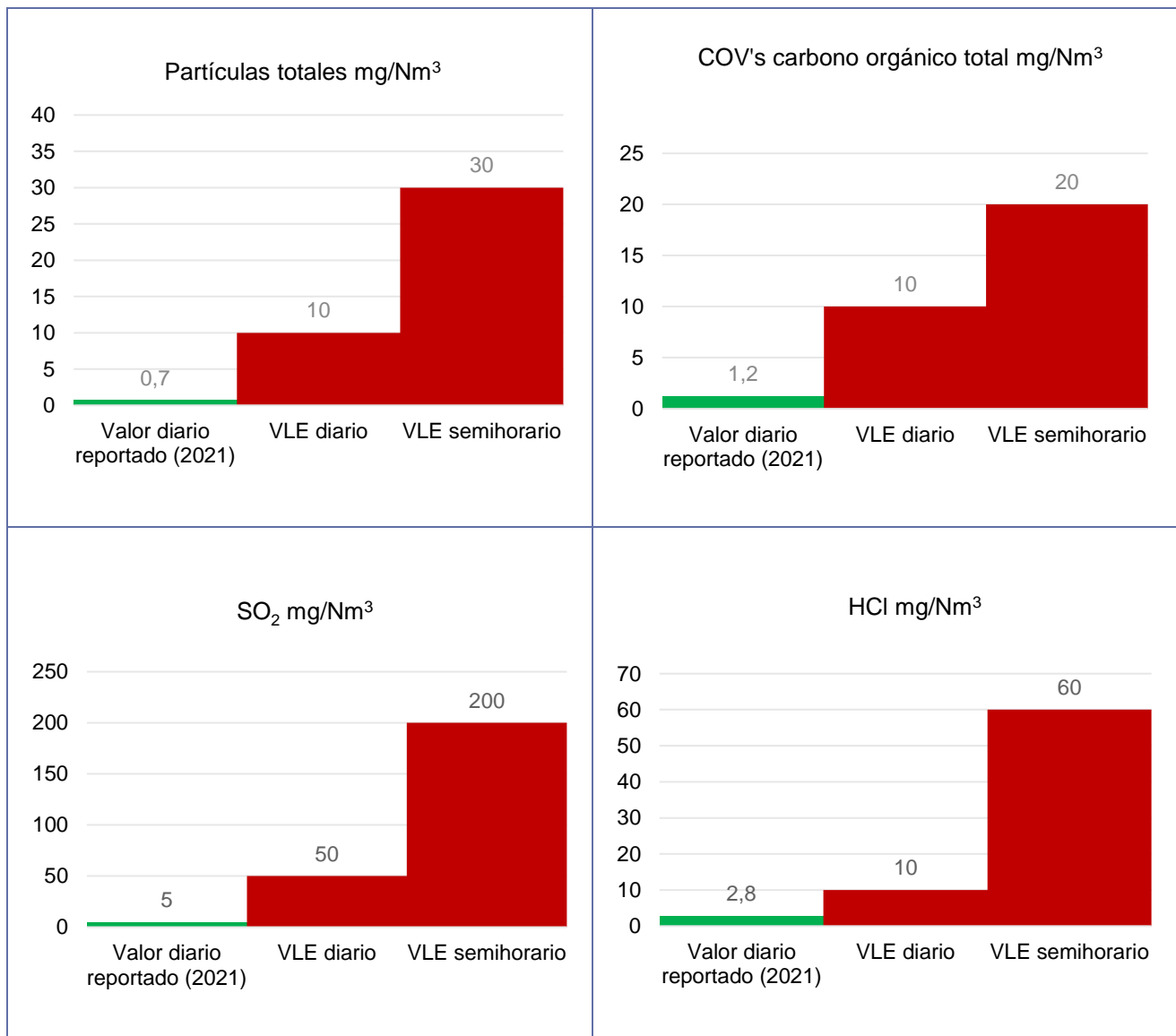
Tabla 18.- Comparativa de valores límite de emisión establecidos en la AAI, pliego de prescripciones técnicas, MTDs y valores reportados en 2021. Tabla 3 de 3

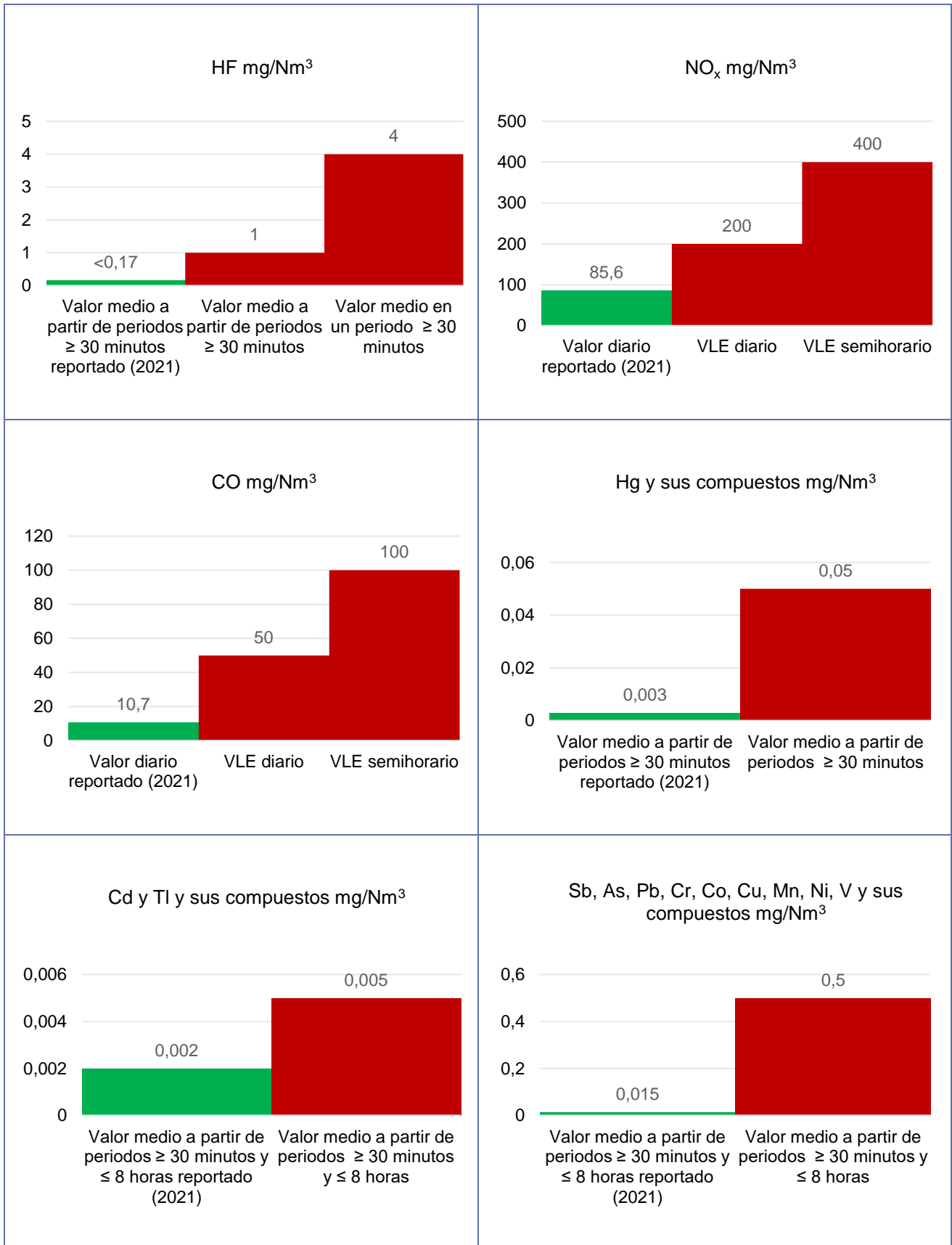
Como se puede observar en las tablas anteriores los VLE impuestos en el pliego de prescripciones técnicas, notablemente inferiores a los recogidos en la AAI vigente, se encuentran claramente orientados al cumplimiento de los VLE recogidos en las conclusiones MTD.

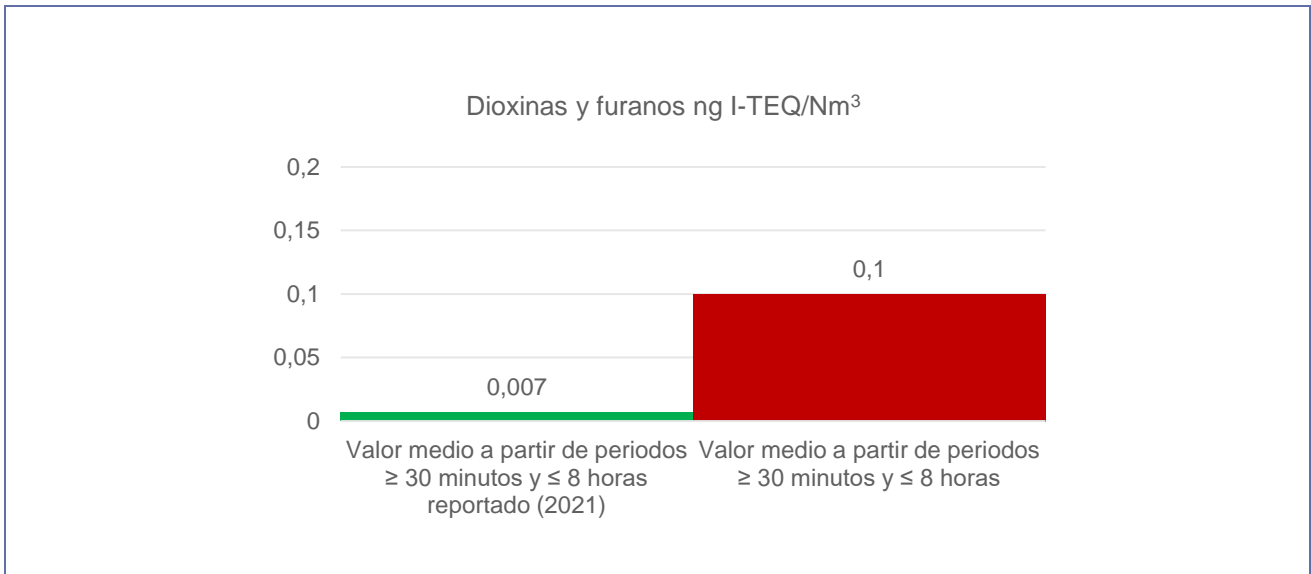
A fin de cumplir el VLE PT impuesto para el NO_x el pliego técnico incluyó la obligatoriedad, por parte del adjudicatario, de aumentar el rendimiento de la etapa catalítica de eliminación de NO_x. Según el informe de valoración de criterios no valorables en cifras o porcentajes de las ofertas presentadas al procedimiento abierto del contrato de “Concesión de servicio para el tratamiento de residuos domésticos, con recuperación de materiales y valorización energética de combustible derivado de residuos, en la planta de las Lomas del Parque Tecnológico de Valdemingómez” (expediente nº 133/2020/00281), la empresa finalmente adjudicataria se compromete a obtener un nivel de emisión inferior a 50 mg/Nm³ como NO₂.

2.5. Comparativa de las emisiones de la planta de valorización de Las Lomas con los límites de emisión

En las siguientes gráficas se representan los valores medios obtenidos en 2021 y reportados al órgano ambiental competente de la Comunidad Autónoma de Madrid, como le exige la Autorización Ambiental Integrada (AAI). Estos valores se presentan en comparación con los valores límite de emisión establecidos en dicha AAI.







En la gráfica siguiente se comparan las concentraciones medias diarias en el año 2021 con los respectivos valores límite. Cada barra representa la concentración emitida de un contaminante como el porcentaje (%) de su valor límite legalmente exigible.

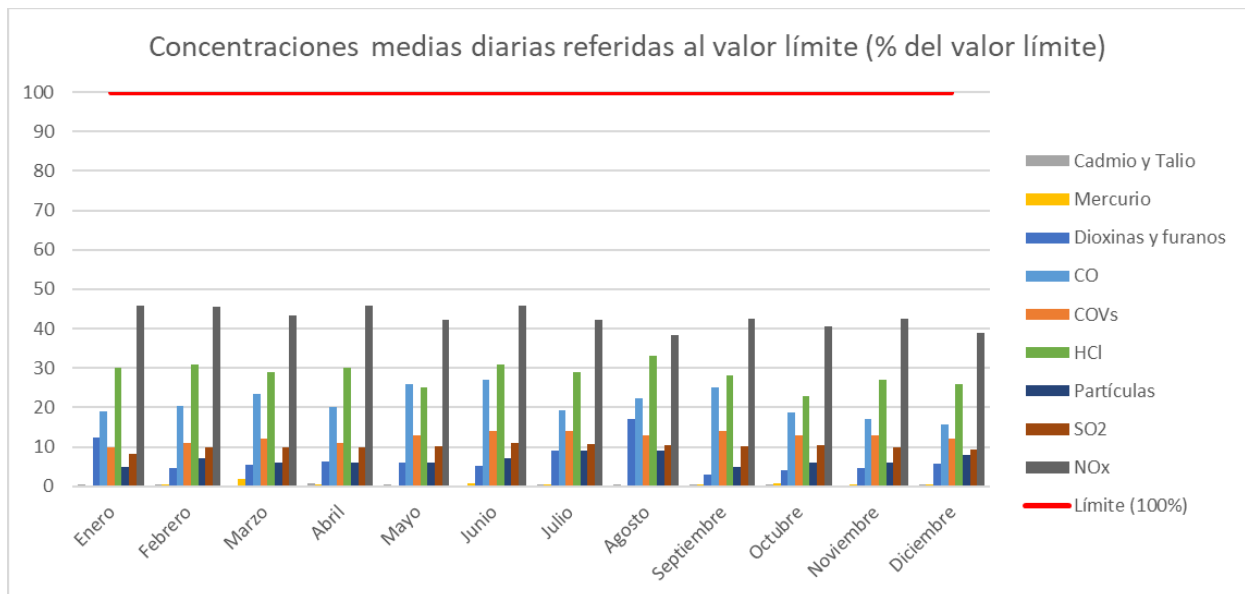


Figura 24.- Concentraciones medias emitidas por la planta de valorización durante el año 2021, representadas como % del valor límite de emisión. Fuente de los datos: Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez

Se observa que las concentraciones medias diarias de contaminantes emitidos por la planta de valorización de Las Lomas están muy por debajo de los valores límite para las medias diarias, especialmente en el caso de las sustancias más tóxicas como son cadmio, talio, mercurio, las partículas y las dioxinas y furanos, cuyas concentraciones están por debajo del 10% del valor límite de emisión.

Las concentraciones máximas diarias son, lógicamente, mayores que las concentraciones medias diarias, pero siguen estando lejos de los respectivos límites. En la gráfica siguiente se muestran las concentraciones máximas diarias registradas por los equipos de medida en continuo.

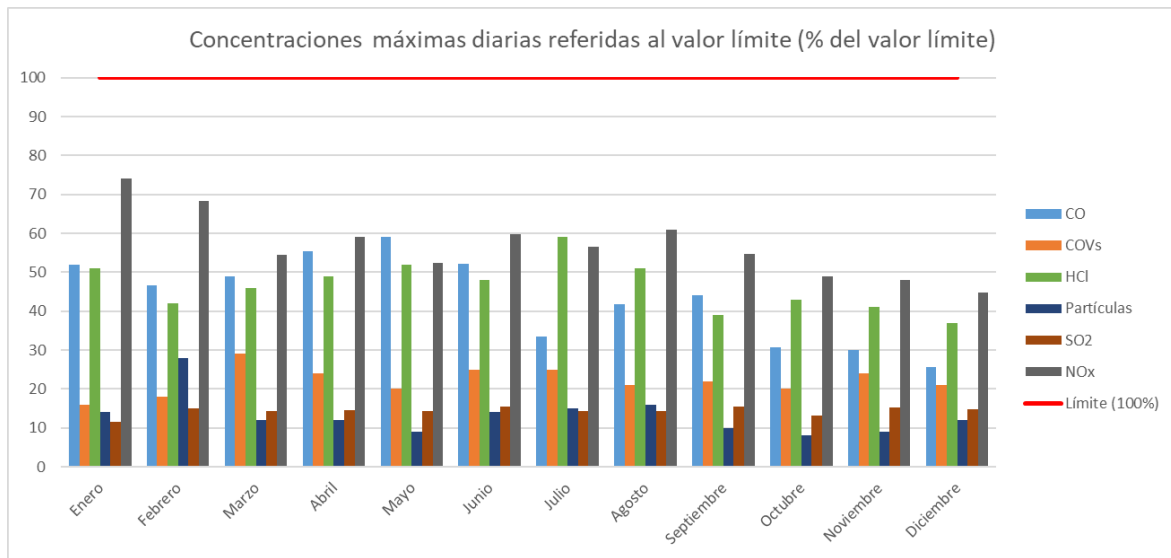


Figura 25.- Concentraciones máximas diarias emitidas por la planta de valorización durante el año 2021, representadas como % del valor límite de emisión. Fuente de los datos: Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez

2.6. Comparativa de las emisiones de la planta de valorización de Las Lomas con otras plantas representativas de Europa.

En las siguientes gráficas se presentan los niveles de emisión de los principales contaminantes atmosféricos reportados por los participantes, entre los que se encontraba la planta de valorización energética de Las Lomas, en la recolección de datos de 2016 para la elaboración del documento Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration de 2019.

Entre barras azules se marcan los valores reportados de cada una de las 3 líneas de la instalación de Las Lomas para la recolección de datos 2016 y en el eje de ordenada, con línea naranja, el valor medio diario o medio durante los periodos de muestreo con métodos de referencia patrón en el año 2021.

https://www.madrid.es/UnidadWeb/Contenidos/RC_Valdemingomez/Emisiones/Emisiones.pdf

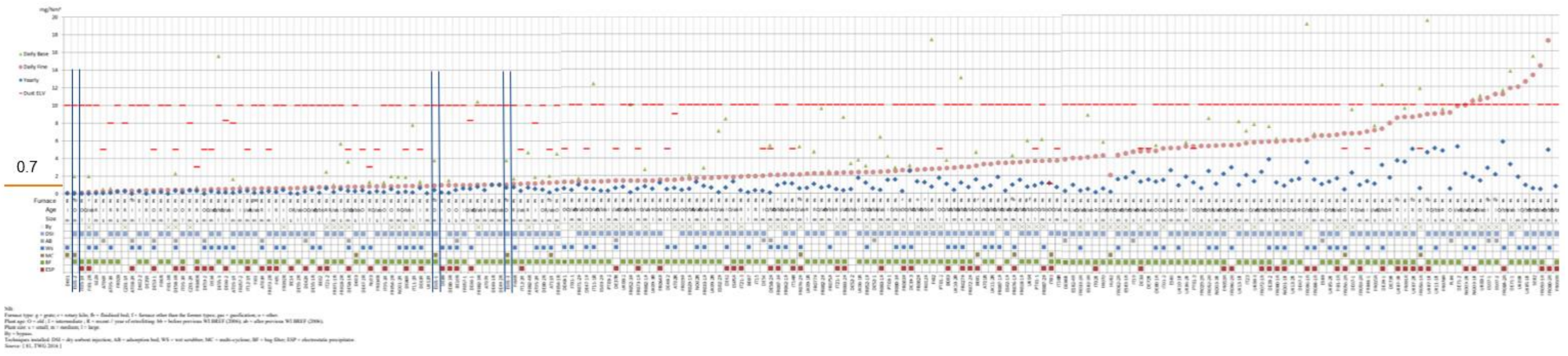


Tabla19.- Niveles de emisión promedio diarios y anuales para las emisiones de partículas al aire monitoreadas continuamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU

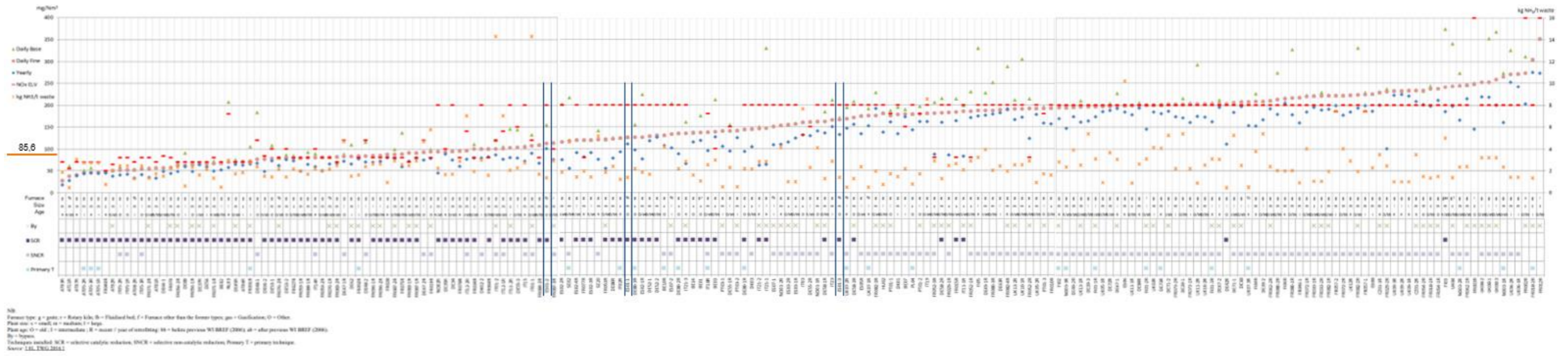


Tabla 20.- Niveles de emisión promedio diarios y anuales para las emisiones de NO_x al aire monitoreadas continuamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU

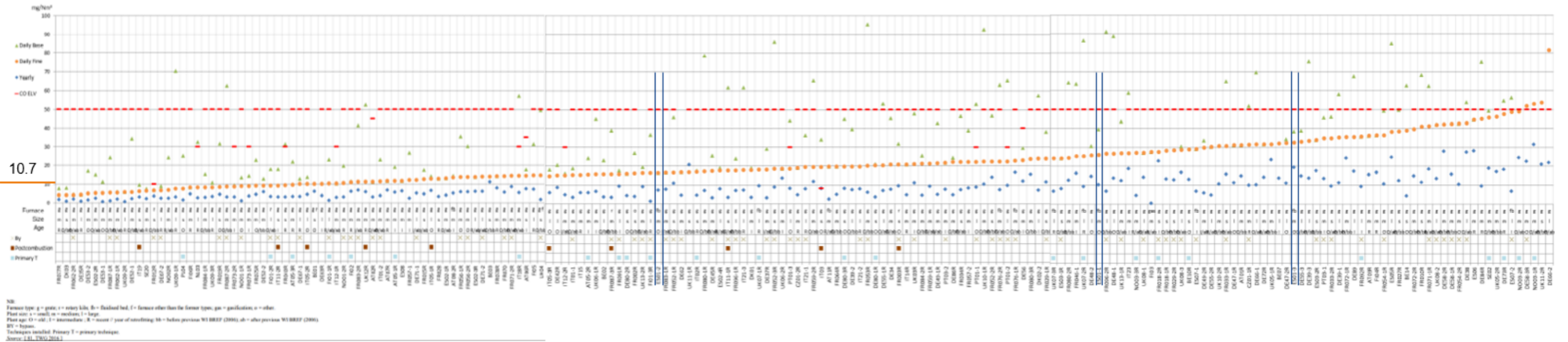


Tabla 21.- Niveles de emisión promedio diarios y anuales para las emisiones de CO al aire monitoreadas continuamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU

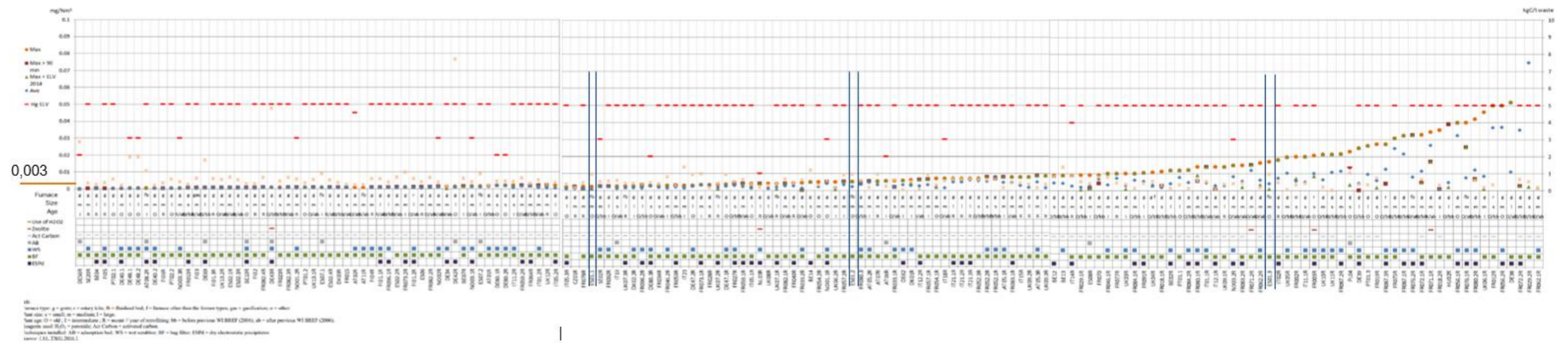


Tabla 22.-Niveles de emisión para Hg al aire monitoreadas periódicamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU

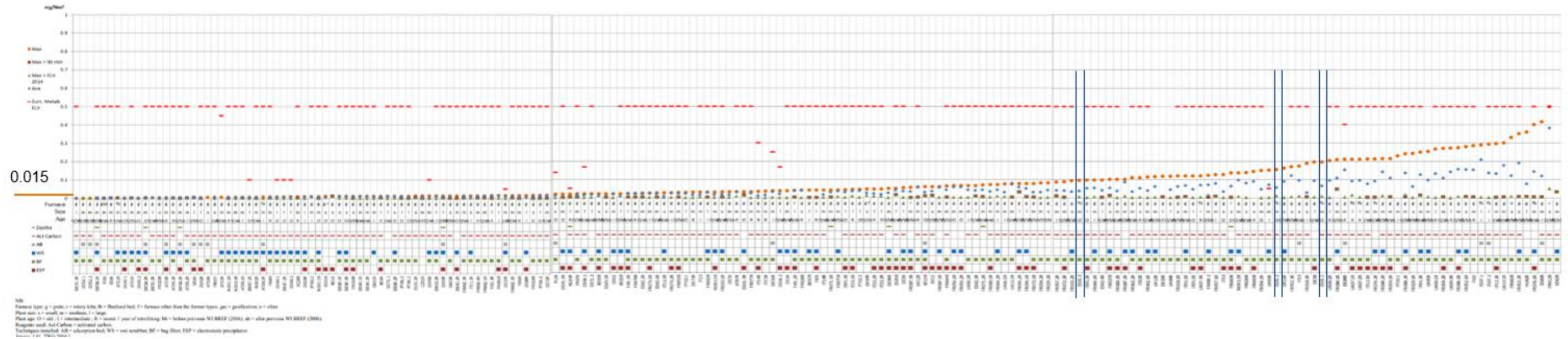


Tabla 23.- Niveles de emisión para Sb+As+Cr+Co+Cu+Pb+Mn+Ni+V al aire monitoreadas periódicamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU.

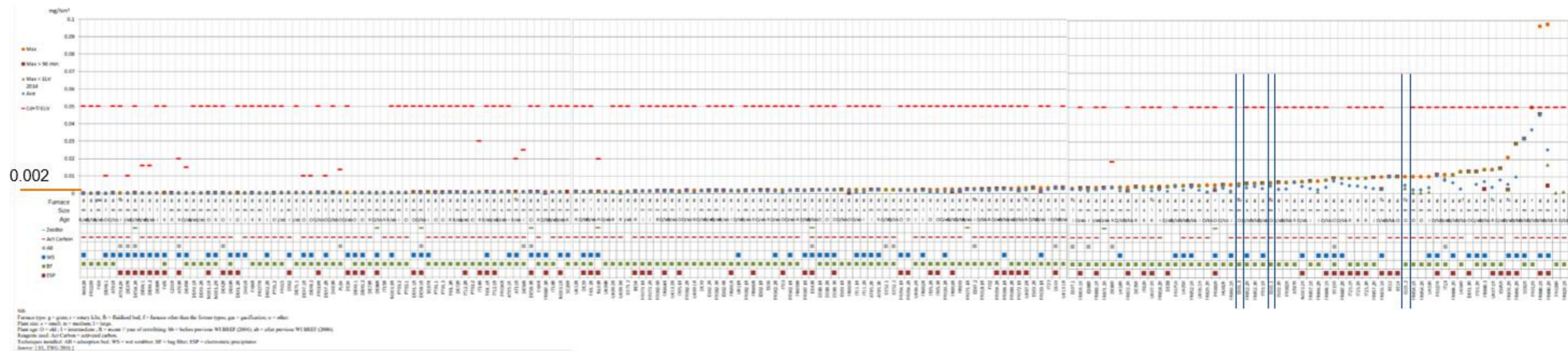


Tabla 24.- Niveles de emisión para Cd+TI al aire monitorizadas periódicamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU

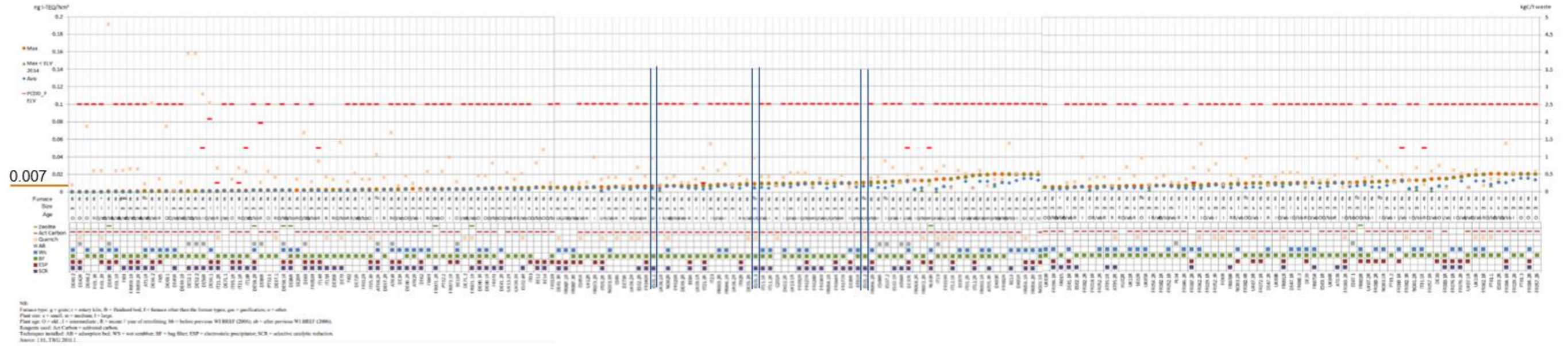


Tabla 25.- Niveles de emisión para PCDD/F al aire monitoreadas periódicamente de instalaciones que emplean técnicas de referencia e incineran predominantemente RSU.

En base a las tablas y gráficos anteriores se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Partículas

En 2016, un 79,5% de las concentraciones notificadas por los participantes en la recolección de datos eran superiores al valor superior notificado por las Lomas. Así mismo, los valores reportados en 2016 y en 2021 cumplen con el VLE-AAI y NE-MTD.

NOx

En 2016, un 47,1% de las concentraciones notificadas por las instalaciones participantes en la recolección de datos del parámetro fueron superiores a la mayor concentración notificada por las Lomas (correspondiente a la línea 3). Los valores reportados en 2016 y en 2021 por las Lomas cumplen el VLE y el NE-MTD. Cabe señalar que en el nuevo pliego para la gestión de la planta exigía acciones a fin de mejorar el rendimiento del SCR para reducir la concentración emitida de NO_x a niveles inferiores a 80 mg/Nm³; la empresa finalmente adjudicataria espera reducir la concentración a un nivel de 50 mg/Nm³.

CO

En base a los valores de concentraciones reportados en 2016 por instalaciones participantes en la recolección de datos 2016, la concentración de las líneas 1, 2 y 3 han sido inferiores, respectivamente, a un 30,3, 59,1 y 17,2% de los datos. Los valores reportados por Las Lomas en 2016 y 2021 cumplen el NE-MTD y VLE-AAI.

Hg y sus compuestos

En base a los valores de concentraciones de Hg reportados en 2016, la concentración de las líneas 1, 2 y 3 han sido inferiores, respectivamente, a un 63,7, 45,6 y 17,5% de los datos. Los valores reportados por Las Lomas en 2016 y 2021 cumple el NE-MTD y VLE-AAI.

Sb+As+Cr+Co+Cu+Pb+Mn+Ni+V

En base a los valores de concentraciones de Sb+As+Cr+Co+Cu+Pb+Mn+Ni+V reportados en 2016 por las instalaciones participantes en la recolección de datos 2016, la concentración de las líneas 1, 2 y 3 han sido inferiores, respectivamente, a un 15,1, 18 y 30,7% de los datos. Los valores reportados por Las Lomas en 2016 y 2021 cumplen el NE-MTD y VLE-AAI.

Cd+Tl y sus compuestos

En base a los valores de concentraciones de Cd+Tl reportados en 2016 por las instalaciones participantes en la recolección de datos 2016, la concentración de las líneas 1, 2 y 3 han sido inferiores, respectivamente, a un 29,7, 9,7 y 31,8% de los datos. Los promedios anuales reportados

Cd+TI en 2016 y 2021 cumplen el VLE establecido y se encuentran dentro de los niveles de emisión asociados al empleo de las MTD.

Dioxinas y furanos


Cabe destacar que como se puede apreciar claramente en la representación gráfica, el documento BREF contiene una errata dado que para las 64 instalaciones participantes en la recolección de datos 2016 con mayor valor notificado se han imputado los valores de las instalaciones inmediatamente anteriores.

En base a los valores de concentraciones de dioxinas y furanos reportados en 2016 por las instalaciones participantes en la recolección de datos 2016, la concentración de las líneas 1, 2 y 3 han sido inferiores, respectivamente, a un 59,1, 44,9 y 52,9% de los datos. Los promedios anuales de dioxinas y furanos reportados en 2016 y 2021 cumplen el VLE establecido y se encuentran dentro de los niveles de emisión asociados al empleo de las MTD.

2.7. ESTUDIOS SOBRE EL IMPACTO DE LAS EMISIONES EN LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ENTORNO DE LAS LOMAS Y EN LA SALUD DE LAS PERSONAS

Desde el Ayuntamiento de Madrid se han promovido diferentes estudios para evaluar la posible incidencia de las emisiones del PTV en la calidad del aire del entorno del PTV, así como en la salud de las personas que viven cerca de las instalaciones. También se ha realizado un estudio de la contribución de otras fuentes de emisión de contaminantes en el Ensanche de Vallecas. Por otro lado, se analiza un informe externo al Ayuntamiento relativo a los posibles impactos toxicológicos de las Lomas mediante el análisis de diferentes matrices ambientales.

2.7.1. Resumen ejecutivo estudio epidemiológico de Madrid-Salud

<p>DATOS IDENTIFICATIVOS</p> 	<p>TÍTULO: ESTUDIO DE EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA EN LA SALUD DE LAS EMISIONES PROCEDENTES DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ</p> <p>FECHA: Enero de 2019</p> <p>ENTIDAD EMISORA: Madrid Salud</p> <p>DIRECCIÓN/COORDINACIÓN Antonio Prieto (Gerente) / José Jover</p>
<p>MARCO REFERENCIA Y NATURALEZA DEL PROYECTO</p>	<p>Se trata de un estudio epidemiológico motivado por la demanda de las distintas asociaciones de vecinos que evalúa la incidencia de las emisiones a la atmósfera del Parque Tecnológico de Valdemingómez (PTV), y especialmente, su proceso de incineración sobre la salud de las personas.</p> <p>Como marco de referencia se han utilizado otros estudios previos realizados por la empresa concesionaria de las instalaciones, si bien, el contenido de estos estudios sobre el efecto a la exposición de dioxinas y compuestos tóxicos en las proximidades de incineradoras sobre la salud resultan limitados y no concluyentes. En la práctica totalidad de estos estudios se indica la necesidad de generar un mayor conocimiento para establecer conclusiones.</p> <p>Igualmente, se han tomado como referencia estudios de biomonitorización (se midieron compuestos tóxicos o sus metabolitos en sangre, orina, leche materna o tejido adiposo en poblaciones ubicadas en las cercanías de</p>

plantas) realizados en entornos de instalaciones similares al Parque Tecnológico de Valdemingómez.

La incineración es uno de los sistemas más comunes para el tratamiento y manejo de los residuos, tanto de los residuos sólidos urbanos como de otro tipo. Este sistema tiene ventajas en cuanto a reducción del volumen y la revalorización energética que ello supone. Frente a éstas tiene el inconveniente que se emiten a la atmósfera Compuestos Tóxicos Persistentes (CTP) que, en ciertas concentraciones, pueden ser nocivos para la salud.

Entre los CTP que se emiten por las plantas de incineración se encuentran los compuestos orgánicos volátiles (COV), los metales pesados como el plomo, cadmio, arsénico, cromo y mercurio, fluoruro de hidrógeno, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), otros productos que contienen cloro (compuestos organoclorados) como son las dioxinas (policloro-dibenzo dioxinas, PCDD), furanos (policloro-dibenzo furanos, PCDF) y policlorobifenilos (PCB).

Las dioxinas y furanos están clasificados como agentes cancerígenos por la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer (IARC), se emiten en los procesos de combustión tanto naturales como industriales, en fabricación de productos químicos que contienen cloro, en la incineración de residuos, en la industria metalúrgica, en el blanqueo de pasta de papel con cloro, en ciertos combustibles usados en la fabricación de cemento y otros. Están ampliamente documentados sus efectos tóxicos para los humanos. Su impacto en la salud puede ser agudo en el que destaca el cloracné y los efectos crónicos son neurotóxicos, endocrinos, reproductores, vasculares y carcinogénicos.

Aunque la incineración puede que sea actualmente la principal fuente de liberación de PCDD al ambiente, las cantidades producidas de estas sustancias son extremadamente pequeñas.

Numerosas aportaciones científicas van en la línea de que, desde el 2000, año de entrada en vigor de la normativa europea CE/2000/76, junto con los avances tecnológicos de las plantas incineradoras, han disminuido de manera importante el nivel de emisiones de estas instalaciones.

Es conocido, que la contaminación por Compuestos Orgánicos Persistentes en la población general se debe en más de un 90-95% a la ingesta alimentaria. El ser humano está al final de la cadena trófica y recoge a través del consumo de carne o leche los contaminantes de los vegetales que los animales han ingerido. Los alimentos que vehiculizan más específicamente estos compuestos organoclorados son el pescado y el marisco, aceites y grasas, huevos y productos lácteos

En las investigaciones realizadas con marcadores biológicos a grupos poblacionales, se evidencia presencia de estos compuestos en el organismo, más en las mujeres y cifras más altas en grupos de mayor edad, por efecto de la bioacumulación y el mayor tiempo de exposición.

ANTECEDENTES

De estos estudios también se deduce que en los últimos 20 años se ha producido una reducción significativa de la presencia de estos compuestos en las poblaciones expuestas a instalaciones de incineración, debido en gran parte por el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías en el proceso que permiten reducir al mínimo los compuestos emitidos. No obstante, diversos autores recomiendan que, para evidenciar los posibles riesgos para la salud en la población generados por las plantas de incineración de residuos, es necesaria la valoración específica de cada instalación tanto en sus emisiones como en sus características tecnológicas, longevidad y procedimientos de trabajo. En definitiva, que los estudios extraídos del análisis de unas instalaciones difícilmente resultan extrapolables a otras y, por tanto, es necesario estudiar cada caso en particular.

OBJETIVO/S

Estudiar los efectos que generan, en la salud de las personas de las poblaciones próximas al PTV, las emisiones procedentes de la Incineradora. Por ello, se plantea el abordaje del estudio teniendo en cuenta la distancia existente entre las poblaciones y la PTV acometiéndolo desde dos enfoques diferentes:

1. Llevar a cabo una **valoración de la morbimortalidad** de la población residente más cercana al PTV comparándola con otra ubicada más lejos de la instalación (análisis de la mortalidad), completándolo con un estudio de mortalidad de casos y controles de base poblacional para dar mayor robustez a la inferencia causal.
2. Realizar un **estudio de evaluación ambiental de las inmisiones** de los compuestos que pueda emitir la incineradora del PTV, entre ellos Partículas en Suspensión (PM_{2,5}), Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, Carbono elemental y orgánico, metales pesados (Pb, Cd, As, Ni, Cu y Mn) y dioxinas y furanos.

Además, como estudios complementarios, se propuso realizar:

1. Un **“Estudio de Dispersión de Contaminantes Atmosféricos de la Planta de Valorización Energética de Residuos “Las Lomas”**. En el estudio se analizan la dispersión de las emisiones de la Planta en función de la orografía, acción del viento y otras variables meteorológicas como la temperatura, radiación y precipitaciones. Ha sido realizado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid.
2. **Campaña de medición de contaminantes en el PTV y en el Ensanche de Vallecas**, realizada entre octubre y noviembre de 2017. Se midieron los siguientes contaminantes: CO, NO_x, SO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, Benceno, O₃ y Amoniaco.
3. Un **Estudio de Contribución de otras Fuentes** de emisión, que pudieran emitir a la atmósfera otros contaminantes en los

alrededores del PTV, pendiente de iniciarse a la finalización de estos trabajos.¹²

RESULTADOS/ CONCLUSIONES

PRIMERA

No se encuentran suficientes evidencias que demuestren que la Planta de Tratamiento de Valdemingómez (PTV) incide sobre la salud de la población.

SEGUNDA

No existe mayor riesgo a morir por ninguna causa en la población que se encuentra a menos de 5 km de la PTV.

TERCERA

Existe un mayor riesgo de morir en el anillo situado a 5-8 km del PTV dentro del municipio de Madrid, por enfermedades respiratorias en hombres (también para el conjunto de la población), cáncer de pulmón en hombres y mieloma múltiple en mujeres, tras eliminar el efecto del bajo nivel socioeconómico en la génesis de esos fallecimientos. Esta circunstancia no se aprecia a menos de 5 km.

CUARTA

Los excesos del riesgo de morir hallados en la zona próxima al PTV por enfermedades respiratorias y cáncer de pulmón en hombres parece que el efecto de la precariedad juega un papel relevante. De hecho, en este estudio, la circunstancia de vivir en una zona con alto nivel de privación material es el factor más determinante de mortalidad de todos los estudiados, tanto en toda la ciudad como en la zona más próxima a la instalación industrial.

QUINTA

Del estudio de Evaluación Toxicológica Ambiental se concluye que, comparando las inmisiones, es decir presencia en el aire ambiente de PM_{2,5}, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH), Carbono elemental y orgánico y metales pesados (Pb, Cd, As, Ni, Cu y Mn), no existen diferencias significativas entre los encontrados en zonas cercanas a la Incineradora y alejada de la misma. Por lo tanto, no hay evidencia de que la Planta contribuya a aumentar los niveles de estos contaminantes en su entorno más próximo.

SEXTA

En el estudio se han encontrado diferencias en la presencia de dioxinas/furanos, más elevadas en la zona cercana a la Instalación,

¹² Este estudio se desarrolló en 2021 por el Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC): *Estudio de contribución de las emisiones atmosféricas de la planta de valorización energética de Las Lomas a la contaminación detectada en las proximidades del Parque Tecnológico de Valdemingómez.*

aunque de muy baja magnitud. Se recomienda ampliar el estudio para confirmar estos hallazgos.

Dado que valores de concentración en aire ambiente obtenidos en dioxinas y furanos no cuentan con límites legales de referencia, en el estudio se ha planteado la realización de una aproximación a la Evaluación de Riesgos, como modelo teórico establecido en las guías metodológicas de la Agencia de Protección Ambiental Americana (EPA). No obstante, esta evaluación debe ser considerada como una aproximación orientativa del riesgo potencial sobre la salud de la población expuesta a estos contaminantes en las concentraciones obtenidas. El valor resultante del estudio establece valores muy cercanos a 10^{-6} , límite que la EPA considera aceptable, recomendando análisis adicionales para una mejor caracterización del riesgo.

SÉPTIMA

Del estudio de Dispersión de Contaminantes (partículas $PM_{2.5}$, HAP, dioxinas y metales pesados), se concluye que los órdenes de magnitud de estos compuestos apuntan a un impacto mínimo sobre la calidad del aire y la población cercana.

OCTAVA

En la campaña de medición de contaminantes en el PTV y en el Ensanche de Vallecas, realizada entre octubre y noviembre de 2017, con captadores pasivos y unidades móviles no se encontraron diferencias significativas entre ambos puntos de muestreo.

NOVENA

Se recomienda realizar un estudio de contribución de fuentes para que se pueda valorar la aportación de contaminantes a la atmósfera de otras industrias ubicadas en las cercanías de la PTV según los datos notificados por las industrias en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR), así como, otras posibles emisiones procedentes de combustiones no controladas de residuos que pudieran realizarse en este entorno.

Tampoco se ha valorado la presencia de tráfico intenso en vías rápidas en las inmediaciones de la Instalación como fuente añadida de contaminantes ambientales.

ANÁLISIS FORTALEZAS/ DEBILIDADES

Analizando las posibles fortalezas y debilidades desde el punto de vista de la evaluación toxicológica ambiental llevada a cabo por Madrid Salud en este estudio se deduce que:


FORTALEZAS

1. Se han abordado correctamente todas las etapas de un estudio de evaluación toxicológica ambiental a pesar de las limitaciones de tiempo para llevarlo a cabo (escala temporal inferior a un año).
2. Establece las líneas a llevar a cabo en las siguientes etapas del estudio, sentando las bases de futuros análisis. Se plantean sistemas de monitorización en continuo de los parámetros contaminantes sobre una amplia red de puntos situados en el entorno de la instalación.

DEBILIDADES

- 1.** El tiempo de duración del estudio ha sido muy limitado. Para este tipo de análisis se necesitan periodos de tiempo mucho mayores donde se monitoricen las emisiones y se puedan observar las repercusiones sobre la salud de las poblaciones. Cabe mencionar que Salud Madrid ha abordado el estudio en un periodo inferior a un año.
- 2.** Los análisis realizados en el estudio sobre (partículas en suspensión y su composición en compuestos carbonados, metales pesados e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), así como dioxinas y furanos en fase gaseosa y fase particulada) han sido muy escasos y únicamente se han considerado dos puntos de muestreo, por lo que las inferencias espacio - temporales de la toxicidad de los agentes ambientales y la caracterización del riesgo potencial para la salud tienen una consistencia limitada.
- 3.** El estudio se centra en las empresas potencialmente emisoras de Dioxinas y HAP próximas a la incineradora y que se encuentran inscritas en el registro EPRTR. Habría que extender el estudio de contribución de fuentes emisoras a otro tipo de industrias, así como valorar la afección por tráfico en las vías próximas a la instalación.
- 4.** Los valores de concentración en aire ambiente obtenidos en dioxinas y furanos no cuentan con límites legales de referencia. El estudio se ha planteado desde la aproximación a la metodología de una Evaluación de Riesgos. Se ha utilizado como modelo teórico el recogido en las guías metodológicas de la Agencia de Protección Ambiental Americana (EPA). Se debe considerar como aproximación orientativa del riesgo potencial sobre la salud de la población expuesta a estos contaminantes. Los valores obtenidos se encuentran muy cercanos a 10^{-6} límite que considera la EPA como valor aceptable por ello se recomiendan análisis adicionales para una mejor caracterización.
- 5.** Las conclusiones de estos estudios para una planta incineradora son difícilmente extrapolables a otras de similares características. Los procesos, las mejores tecnologías disponibles implantadas en cada instalación, la distribución de las poblaciones en el entorno de la planta, la capacidad de dispersión de los contaminantes, son factores a tener en cuenta y difícilmente se repiten de unas plantas a otras.

2.7.2. Resumen ejecutivo estudio CSIC

<p>DATOS IDENTIFICATIVOS</p> 	<p>TÍTULO ESTUDIO DE CONTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE LA PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS LOMAS A LA CONTAMINACIÓN DETECTADA EN LAS PROXIMIDADES DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ</p> <p>FECHA Marzo de 2021</p> <p>ENTIDAD EMISORA Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA) en colaboración con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).</p> <p>INVESTIGADOR RESPONSABLE DEL PROYECTO J. Andrés Alastuey Uros (Profesor Investigación OPIS)</p>
<p>MARCO REFERENCIA Y NATURALEZA DEL PROYECTO</p>	<p>El presente informe se enmarca en el contrato del Ayuntamiento de Madrid al CSIC para estudiar la contribución de las emisiones atmosféricas de la planta de Las Lomas a la concentración de material particulado atmosférico en suspensión inferior a 10 µm (PM₁₀) en una zona del municipio de Madrid próxima al Parque Tecnológico de Valdemingómez (PTV), y determinar cuál es la contribución relativa de la planta teniendo en cuenta otras fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos.</p>
<p>ANTECEDENTES</p>	<p>Durante el año 2017 se realizó un estudio de dispersión de la contaminación emitida por la planta de valorización energética de Las Lomas, en el cual se concluye que los resultados muestran que gradientes espaciales de concentración están muy condicionados por los patrones de vientos (ETSII–UPM, 2017). Las simulaciones realizadas muestran que las emisiones de la chimenea se desplazan mayoritariamente hacia el sudoeste, es decir, en dirección opuesta a la ciudad de Madrid.</p> <p>Teniendo en cuenta estas direcciones predominantes, en base a los estudios de dispersión se observa que los núcleos donde la planta tiene mayor incidencia son Puente de Vallecas y Villa de Vallecas, dentro del municipio de Madrid, y las localidades de Pinto y Rivas Vaciamadrid fuera del mismo. Por esta razón, se utilizan las estaciones de control de la red de vigilancia de la calidad del aire de Rivas y del Ensanche de Vallecas, ambas pertenecientes a la red de calidad del aire de la Comunidad de Madrid y del Ayuntamiento para hacer el seguimiento de los niveles de concentración generados en el proceso de valorización energética de residuos en la planta de Las Lomas (ETSII–UPM, 2017).</p>

El estudio concluye que, para estimar el impacto real de la planta de Las Lomas en la calidad del aire y, por ende, en la salud de las personas, es fundamental estimar la contribución de esta planta en relación con otras fuentes de emisión de contaminantes. Los contaminantes cuya contribución conviene analizar son aquellos que se emiten en procesos de combustión de residuos y que son más perjudiciales para la salud, como las partículas, los metales pesados, los hidrocarburos aromáticos policíclicos y las dioxinas y furanos.

Los principales productos de reacción producidos durante la combustión en una planta de incineración de residuos son el CO₂, el vapor de agua y las cenizas. No obstante, si la combustión es incompleta se pueden producir otras sustancias, algunas de las cuales son potencialmente nocivas. Los contaminantes emitidos por los procesos de incineración dependen del tipo de proceso, el combustible utilizado, es decir, los desechos que se queman, y las condiciones de combustión (National Research Council, 2000). Según este organismo los compuestos emitidos por las plantas de incineración de residuos de mayor interés, de acuerdo a su potencial efecto en la salud son el material particulado, algunos metales y metaloides, como el plomo, cadmio o mercurio, algunos hidrocarburos policíclicos aromáticos y las dioxinas y furanos.

MATERIAL PARTICULADO

Estudios previos no han encontrado indicios de que las plantas incineradoras puedan tener un impacto importante en las concentraciones de material particulado (PM). No obstante, se considera necesario identificar la contribución de esta fuente en las emisiones de componentes del PM que pueden ser potencialmente tóxicos.

METALES

Las emisiones de metales pesados dependerán fundamentalmente de la composición de los residuos. Los metales pesados presentes en los desechos no se destruyen por incineración, pudiendo ser acumulados en las cenizas o emitidos a la atmósfera en partículas finas.

Algunos metales o metaloides que pueden estar en compuestos con alta presión de vapor pueden emitirse en fase vapor y pueden condensar después a medida que se enfría el gas de combustión, o adsorberse en la superficie de partículas finas. Este puede ser el caso del mercurio (Hg) o del arsénico (As), y algunos compuestos de plomo (Pb) y de cadmio (Cd) entre otros.

Diferentes estudios han aplicado diferentes estrategias para discriminar el origen de los metales y han encontrado que instalaciones antiguas de plantas incineradoras pueden ser una fuente de metales en la atmósfera y resultar en concentraciones elevadas en vegetación y suelos en las proximidades de la planta.

COMPUESTOS ORGÁNICOS: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS

Las plantas de incineración de residuos pueden emitir una gran variedad de compuestos orgánicos, incluidos clorobenzenos, bifenilos policlorados

(PCB), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y dioxinas y furanos (PCDDs/PCDFs), que pueden estar presentes en los residuos o generarse durante los procesos de combustión y post-combustión. Los compuestos orgánicos en el gas de combustión pueden existir en la fase de vapor o pueden condensarse o absorberse en partículas finas.

La presencia de estas sustancias en la atmósfera no depende únicamente de las emisiones, sino de las condiciones meteorológicas. La temperatura y otras variables determinarán la fase (gaseosa o particulada) en la que estarán presentes estos compuestos en la atmósfera.

Algunos estudios previos han identificado a los HAPs de bajo peso molecular, como fluoranteno, fenantreno, y pireno, como trazadores potenciales de las emisiones de plantas incineradoras, si bien, dependen de los residuos incinerados. No obstante, estos estudios también determinan que la contribución de las incineradoras a las emisiones de HAPs son muy bajas comparadas con las contribuciones de otras fuentes industriales y de emisiones de tráfico.

POLICLORODIBENZO-P-DIOXINAS (PCDDs) Y POLICLORODIBENZOFURANOS (PCDFs)

Las principales fuentes estacionarias de policlorodibenzo-p-dioxinas (PCDDs) y policlorodibenzofuranos (PCDFs), generalmente conocidos como dioxinas y furanos o simplemente dioxinas, son los procesos de producción de metales, la incineración de residuos, las centrales térmicas y eléctricas y las plantas de tratamiento de cenizas volantes. Los crematorios, vehículos, calderas y estufas residenciales son una preocupación clave debido a su proximidad a las áreas residenciales y sus chimeneas y gases de escape relativamente más bajos, que pueden resultar en un gran impacto en el entorno circundante.

Diferentes estudios llevados a cabo en numerosas ciudades europeas a partir de los años 90 han evidenciado una disminución de los niveles ambientales de PCDDs/PCDFs superiores al 50%. En el caso de España, estudios realizados a partir del año 2009 discurren en el mismo sentido.

Se ha llegado a la conclusión que estas reducciones son el resultado directo de la aplicación de mejoras técnicas disponibles (MTD) de las incineradoras, las plantas de hornos de cemento y fundiciones, tales como la combustión a alta temperatura (> 850 °C), el enfriamiento rápido de gas y limpieza de los gases emitidos. Otros factores que han contribuido a la disminución los niveles atmosféricos de PCDDs/PCDFs son la progresiva sustitución del combustible utilizado en calefacción doméstica (carbón por gasoil y por gas natural) y las modificaciones de los vehículos de motor y el control de emisiones.

OBJETIVO/S

Es estudiar la contribución de las emisiones atmosféricas de la planta de valoración energética de Las Lomas, a la concentración de material particulado atmosférico en suspensión de diámetro inferior a 10 µm (PM₁₀) en una zona del municipio de Madrid próxima al Parque Tecnológico de Valdemingómez (PTV), y cuál es la contribución relativa

de la planta, teniendo en cuenta otras fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos.

PRIMERA

Realizada la interpretación de la variación de los niveles de contaminantes registrados en la estación de Fondo Urbano de Ensanche de Vallecas en 2019 y 2020 y comparando los resultados con los niveles registrados en la estación de vigilancia de la calidad del aire de Escuelas Aguirre (Urbana de Tráfico), estaciones de Casa de Campo (Sub-Urbana), y Farolillo (Fondo Urbano) se observa que las concentraciones de NO₂ en Ensanche de Vallecas están en el rango alto del Fondo Urbano de Madrid.

SEGUNDA

En el periodo de vigencia del estado de alarma por la crisis sanitaria de la COVID-19 se produce un descenso de todos los contaminantes en todas las estaciones. No obstante, el descenso de NO₂ en la estación del Ensanche de Vallecas parece menos pronunciado que en otras estaciones, siendo las concentraciones superiores a las registradas en la estación de tráfico de Escuelas Aguirre. Con la entrada en funcionamiento de las medidas de relajación a partir de mayo, comienzan a subir las concentraciones de NO₂ en todas las estaciones Urbanas de Trafico.

TERCERA

Tras el muestreo de filtros y las determinaciones de PM₁₀, metales y orgánicos en términos generales se observa que las concentraciones medias de PM₁₀ en Ensanche de Vallecas (34 µg m⁻³), obtenidas a partir de determinaciones gravimétricas, son superiores a las registradas en el mismo periodo en otras estaciones seleccionadas de la red del Ayuntamiento de Madrid consideradas para el estudio (medidas realizadas con analizadores automáticas).

Se identifican días con concentraciones muy elevadas de PM₁₀ en Ensanche de Vallecas, excediendo en la concentración diaria de 50 µg m⁻³ en 27 días de los 121 muestreados, lo que equivale a un valor del percentil 90,4 de 60 µg m⁻³, que excede el VLD 50 µg m⁻³ establecido por la Directiva 2008/50/CE. No obstante, de los 27 días de superación, la mitad se pueden atribuir parcialmente a aportes naturales procedentes del norte de África (intrusión Sahariana).

Se ha realizado la correlación entre los valores medios diarios de concentración de PM₁₀, en µg m⁻³, con los valores de dirección y velocidad del viento registrados en la misma estación. Se descarta que estos incrementos sean principalmente atribuibles a la resuspensión de materia mineral del parque próximo a la estación. No se observa un patrón claro para la dirección del viento, que permita identificar un área fuente, aunque las concentraciones más elevadas se identifican para direcciones 45° a 90°.

CUARTA

RESULTADOS/ CONCLUSIONES

El componente mayoritario en PM_{10} es la materia mineral que supone el 42% de la masa en PM_{10} ($14 \mu\text{g m}^{-3}$). Las concentraciones de materia mineral, y su contribución a los niveles de PM_{10} , son muy elevadas si se comparan con las obtenidas normalmente en otras zonas urbanas. Teniendo en cuenta la elevada contribución de materia mineral y la alta correlación de sus concentraciones diarias con los niveles de PM_{10} se concluye que los valores elevados de PM_{10} registrados en Ensanche de Vallecas se deben a la contribución de una fuente local de material mineral.

QUINTA

Las concentraciones de otros componentes de PM_{10} están en el rango de las obtenidas en otras estaciones de fondo urbano, como es el caso de la materia orgánica, el carbono elemental, el nitrato. En el caso del sulfato, las concentraciones obtenidas son muy bajas respecto a las de otras zonas urbanas.

SEXTA

Las concentraciones de los metales son muy inferiores a los valores guía establecidos por las diferentes directivas que son de aplicación.

La determinación de los niveles de metales es de interés ya que algunos de estos metales pueden ser trazadores de fuentes específicas, aunque en muchas ocasiones son emitidos por más de una fuente. Se han evaluado las concentraciones de los metales considerados como trazadores de las emisiones de plantas de incineración de residuos, como son, Cu, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, y Zn, y no se observan valores anómalamente altos de estos elementos en Ensanche de Vallecas.

SEPTIMA

Respecto a los HAPs, resaltar que los valores obtenidos hasta el momento de Benzo(a)pireno (B(a)P), (valor medio de $0,1 \text{ ng/m}^3$ y máximo diario de $0,8 \text{ ng/m}^3$) son inferiores al valor objetivo anual establecido en 1 ng/m^3 por la Directiva 2004/107/CE (EU 2004). Se ha evaluado la relación isomérica IP/(IP+ BgP), que sugiere un aporte mayoritario del tráfico en verano y la aportación de otras fuentes como puede ser la quema de biomasa.

OCTAVA

Aunque no existe ningún valor límite ni valor objetivo referente las concentraciones de dioxinas y furanos en aire ambiente, la comparación de las concentraciones detectadas con las medidas en aire ambiente en entornos urbanos y en zonas próximas a plantas de incineración de residuos indican que las concentraciones medias determinadas en el Ensanche de Vallecas están en el rango inferior de las concentraciones medidas en otras zonas.

Las concentraciones de I-TEQ m^{-3} incrementan claramente en invierno. Se registran máximos esporádicos en noviembre-diciembre de 2019 y enero-febrero de 2020, simultáneos con un incremento de las concentraciones de HAPs, ftalatos y de los hopanos.

**ANÁLISIS
FORTALEZAS/
DEBILIDADES**

En la mayoría de los episodios con altas concentraciones de I-TEQ la dirección del viento es de E- NE. En ninguno de los casos coincide con un aporte claro desde el sur donde se encuentra la planta de Las Lomas.

NOVENA

No se ha identificado ninguna fuente con contribución al PM₁₀ en Ensanche de Vallecas que se pueda atribuir inequívocamente a las emisiones de la planta de valorización de residuos de Las Lomas.

Analizando las posibles fortalezas y debilidades de este estudio se deduce que:

FORTALEZAS

La estrategia de muestreo y análisis empleado ha permitido disponer de una serie analítica muy completa, incluyendo los potenciales trazadores de las emisiones de una planta de incineración de residuos, representativa de un periodo anual, incluyendo diferentes escenarios meteorológicos. Si bien, únicamente se ha utilizado un punto de control para la campaña.

El estudio de contribución de fuentes emplea las metodologías de muestreo y análisis de referencia más utilizadas para este tipo de trabajos.

DEBILIDADES

El tiempo de duración del estudio comprende el periodo octubre de 2019 a septiembre de 2020. A partir de marzo de 2020 y debido a la declaración del estado de alarma por la crisis sanitaria de la COVID-19 se paralizaron la mayor parte de las actividades consideradas no esenciales y se produjo una restricción casi total del movimiento de vehículos. Los resultados obtenidos en este periodo no resultan significativos para determinar los niveles de contaminantes existentes en la atmósfera.

Este hecho que a priori podría haber representado una fortaleza a la hora de determinar los niveles de fondo de los contaminantes, no se ha aprovechado para analizar los efectos generados por la Planta de las Lomas cuando la actividad industrial y de los vehículos en la zona era prácticamente nula debido a la declaración del estado de alarma.

Tal y como se recoge en este estudio, se paralizaron los controles de dioxinas, recuperándose los muestreos a partir de mayo. Por tanto, en un periodo anual de tan solo un año, existe un mes y medio en los que no se han realizado los controles. Concentrando en el resto del periodo hasta finales de septiembre los muestreos inicialmente previstos en el estudio.

Teniendo en cuenta la dinámica del viento en la zona durante el periodo en el que se llevó a cabo el estudio en los días en los que se obtuvo mayores concentraciones de D&F (vientos predominantes E-NE), no parece que la estación del Ensanche de Vallecas sea la más conveniente para evaluar las emisiones de la planta de las Lomas. Para el estudio se debería haber utilizado una ubicación en municipios próximos a las instalaciones ubicados al SW y NE de la planta.

Dadas las altas concentraciones de PM₁₀ registradas en la campaña llevada a cabo por en este estudio, se considera muy conveniente monitorizar de forma continua los niveles de PM₁₀ en la Estación de Ensanche de Vallecas y la contribución de las fuentes antropogénicas de materia mineral.

La ubicación de los equipos de alto volumen utilizados en la campaña de muestreo del estudio podría estar influenciada por la presencia de la cabina de control de la calidad del aire del Ayuntamiento de Madrid, al situarse los equipos a nivel del suelo y pegados a pared trasera de la cabina.

La ubicación correcta de los equipos debería haber sido en el techo de la cabina y si por limitaciones técnicas, no hubiese sido posible, en una superficie anexa al vallado de la cabina, instalando un cierre perimetral que protegiese a los equipos de posibles actos vandálicos.

No se aportan en el estudio los certificados de calibración de los equipos utilizados a fin de determinar el óptimo estado de funcionamiento de los mismos.

Las empresas intervinientes en el trabajo IPROMA y el INSTITUTO DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y ESTUDIOS DEL AGUA únicamente están acreditadas ENAC como laboratorio de ensayo (UNE-EN ISO/IEC 17025:2017) para la realización de análisis de muestras. El alcance de la acreditación no abarca en ninguno de los casos a la toma de muestra.

2.7.3. Resumen ejecutivo estudio ToxicoWatch

<p>DATOS IDENTIFICATIVOS</p>  	<p>TÍTULO ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN TOXICOLÓGICA SOBRE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (COPS) EN EL ENTORNO DE MADRID, ESPAÑA</p> <p>FECHA Año 2021</p> <p>ENTIDAD EMISORA Fundación ToxicoWatch por encargo de Zero Waste Europe.</p> <p>INVESTIGADOR RESPONSABLE DEL PROYECTO A. ARKENBOUT, Director de investigación (Fundación ToxicoWatch) K. BOUMAN, Ayudante de investigación (Fundación ToxicoWatch)</p>
<p>MARCO REFERENCIA Y NATURALEZA DEL PROYECTO</p>	<p>El presente estudio forma parte de un proyecto de investigación europeo de biomonitorio de emisiones de COP en posible relación con la incineración de residuos (WtE). El proyecto se lleva a cabo simultáneamente en 2021 y 2022 en tres países: Lituania, España y la República Checa.</p> <p>El estudio de investigación ha sido efectuado por la Fundación ToxicoWatch en colaboración con la organización Ecologistas en Acción por encargo de Zero Waste Europe. Este estudio emplea como marco de referencia investigaciones similares realizados por la Fundación para otros países de Europa.</p>
<p>ANTECEDENTES</p>	<p>La complejidad del contenido químico de los residuos domésticos e industriales actuales representa un reto para la recuperación energética de los residuos (WtE) en las plantas incineradoras.</p> <p>Incluso con la aplicación de los más desarrollados dispositivos de control de la contaminación del aire (aplicación de las MTD), sigue siendo un reto enorme eliminar la multitud de contaminantes orgánicos persistentes (COP) en los residuos y gases de combustión generados en la incineración de residuos.</p> <p>Según los reglamentos de la UE, las mediciones obligatorias de la incineración de residuos relativas a contaminantes tóxicos como las dioxinas se efectúa en un marco temporal muy reducido de 6-12 horas al año en óptimas condiciones y con preaviso. Dichos reglamentos se basan en análisis químicos de unas pocas dioxinas cloradas y furanos, dejando fuera muchos otros COP como las dioxinas bromadas y las PFAS.</p> <p>Las limitaciones de los análisis químicos Cromatografía de gases – Espectrometría de Masas podría superarse mediante la aplicación de bioensayos para medir los COP incluso en los gases de combustión de una incineradora.</p> <p>El monitoreo continuo de dioxinas y otras sustancias contaminantes en la chimenea da una idea mucho más precisa de las emisiones de la</p>

combustión, especialmente cuando se miden en casos de combustión incompleta, como en las condiciones de operación excepcionales de un cierre, una parada o una puesta en marcha de la planta.

OBJETIVO/S

Analizar las posibles repercusiones que tienen sobre la salud de las personas y el medio ambiente las emisiones de COP (Compuestos Orgánicos Persistentes) procedentes de las plantas incineradoras. En este estudio se ha analizado la incidencia de la Planta de Incineración de Valdemingómez (Madrid).

Para la realización de estos estudios se han monitorizado tres tipos de bioindicadores (huevos de gallina, agujas de pino y musgo).

Los huevos son indicadores sensibles de contaminación por COPs en suelo y polvo y son una vía de exposición significativa de la contaminación del suelo a los humanos. Los huevos de zonas contaminadas pueden fácilmente alcanzar niveles de exposición que superan el umbral de protección de la salud humana. Por tanto, las gallinas y sus huevos pueden ser unas "muestras activas" ideales: un organismo para la evaluación de los niveles de contaminación por COPs, particularmente dioxinas (PCDD/Fs) y PCBs similares a las dioxinas (dl-PCBs).

El valor limite actual de dioxinas en huevos está en 2,5 pg TEQ PCDD/g de grasa y 5,0 pg TEQ/grasacPCDD/F/dl-PCB.

Los pinos son una de las especies de hoja perenne más extendidas y se caracterizan por un alto contenido en grasa. Las agujas de pino llevan usándose muchas décadas para monitorizar contaminantes orgánicos persistentes (COPs) como la contaminación por dioxinas a escala regional y mundial.

Los pinos son capaces de sobrevivir largos periodos de sequía extrema por la especial morfología de las agujas de pino, especialmente las ceras epicuticulares y la distribución de ceras tubulares que son específicas de la especie -es decir, la capa epicuticular de cera, que ayuda a proteger las hojas de la forma más tóxica de la radiación ultravioleta UV-B, así como a impedir la pérdida de agua del sistema y los riesgos de patógenos y ataques de insectos. La absorción de las dioxinas (PCDD/F/dl-PCB) en esta cera grasienta se debe a sus propiedades lipofílicas.

Se piensa que las ceras de la cutícula absorben los contaminantes orgánicos persistentes y se difunden por los compartimentos internos de la hoja (aguja de pino). Por lo tanto, pueden usarse hojas de las plantas/agujas de pino como muestra natural de contaminantes orgánicos permanentes (COPs) en el medio ambiente.

La tercera de las matrices estudiadas son los musgos. En septiembre de 2021 se hizo un muestreo en ocho ubicaciones de musgo por las inmediaciones de la incineradora. Tras la recogida, transporte y envío de las muestras a los Países Bajos fueron secados al aire durante 24 horas. Se tomó una muestra de musgo de referencia 20 km al norte de Madrid, en Castillo de Viñuelas, un entorno natural y se realizó el mismo tratamiento para determinar los niveles en un blanco.

**RESULTADOS/
CONCLUSIONES****PRIMERA**

Los huevos fueron analizados inicialmente con el método DR CALUX (Chemical Activated Luciferase Expression) y mostraron niveles elevados de dioxinas (PCDD/F) y PCBs similares a las dioxinas (dl-PCBs), por encima del nivel máximo de dioxinas en alimentos establecido en el reglamento de la UE. El análisis GC-MS sobrepasó también los límites de la UE, ratificando los resultados del DR CALUX.

La regulación de la UE solo abarca las dioxinas cloradas (GC-MS: PCDD/F en TEQ y DR CALUX: PCDD/F en BEQ) y por ahora el método de detección utilizado (el bioensayo DR CALUX) es capaz de medir el efecto toxico total.

SEGUNDA

Los valores más altos de dioxinas se detectaron en los pinos situados a 500 metros al suroeste de la planta incineradora. El valor medido obtenido es 75 veces más alto que en la zona de muestreo situada a 4.710 metros de la incineradora. El resto de pinos muestreados situados a diferentes distancias y direcciones arrojaron valores medios de dioxinas muy bajos.

El origen de los altos valores de los resultados en las muestras situadas a 500 metros no se conoce. Hace falta investigar más para averiguar si estos valores altos están relacionados con emisiones de la incineradora o con escapes de residuos de ceniza almacenados a la intemperie en grandes bolsas (Big-bag) que se acumulan en una zona próxima a este punto de muestreo.

TERCERA

Este estudio revela que la presencia de PAH en la vegetación de esta zona es 170 veces superior a los PAH de la vegetación estudiada en el entorno de Kalugina (Rusia), una zona intensamente contaminada por la emisión de benzo[a]pireno de una fundición de aluminio.

El informe de "Madrid Salud" concluye que el impacto de la incineradora de Valdemingómez en los niveles de HAP puede considerarse inexistente. Esta conclusión es diametralmente opuesta a los hallazgos de este estudio de monitoreo. Los 220 ng y 380 ng de PAH equivalente a benzo[a]pireno que resultan de los análisis cerca de la incineradora de Valdemingómez en esta investigación son una clara indicación de que el medio ambiente está bajo la amenaza de estas sustancias carcinogénicas de muy alta preocupación. Incluso en el punto de referencia a 4 km de distancia el resultado de 8 ng de benzo[a]pireno es más alto que la deposición de HAP cerca de una fundición de aluminio en Rusia (Kalugina et al. 2018).

CUARTA

Los resultados de los análisis de dioxinas en los musgos muestran valores muy elevados. Son los niveles más altos en la escala indicativa de ToxicWatch (TW) basada en investigaciones de biomonitorización TW en Europa en 2019- 2021.

En el estudio realizado por "Madrid Salud" se estudió el impacto en la salud de las emisiones del Parque tecnológico de Valdemingómez,

usando tres recogidas activas de muestras de aire para analizar dioxinas y PAHs. El punto de recogida más cercano se ubicó en la estación del Ensanche de Vallecas, a unos 5 km del Parque Tecnológico. Sobre la base de esa investigación se construyó un mapa de distribución de PCDD/F/dl-PCBs. El perfil resultante parece el mismo que el obtenido para este estudio, solo que en este estudio se encuentran elevados niveles de dioxinas en musgos recogidos al suroeste de la incineradora a una distancia de 400-2610 metros y en el estudio de "Madrid Salud" con muestras de aire no se pudieron detectar dioxinas por encima del límite de detección.

Analizando las posibles fortalezas y debilidades de este estudio se deduce que:

FORTALEZAS

1. Los estudios de biomonitorización permiten obtener información de contaminantes acumulados en los tejidos de los seres vivos durante un tiempo prolongado, y por tanto pueden aportar una información complementaria a las mediciones de calidad del aire en la detección de la contaminación de una zona. Por tanto, reflejan una realidad biológica.

DEBILIDADES

1. Los estudios de biomonitoreo en ocasiones destacan un problema y sus síntomas, pero no permiten discriminar cuál es el origen de la contaminación.

2. En este estudio en concreto, la trazabilidad de las muestras resulta insuficiente. El muestreo se realizó en el poblado más cercano a la Planta de Valdemingómez, concretamente en la zona de la Cañada Real Galiana. Se resalta en el estudio la dificultad de acceder a esta zona para efectuar una investigación de biomonitoreo y contactar con el vecindario.

No se puede asegurar en el estudio que la procedencia de los huevos de gallina utilizados para el análisis, tengan su origen en esta zona. De hecho, no hubo contacto directo con los propietarios de la cooperativa de huevos, la comunicación se hizo a través de intermediarios. No se pudo aportar fotos ni más información para acreditar la trazabilidad.

Por lo tanto, esta investigación de biomonitoreo en Madrid se basa principalmente en musgos, aguja de pino carrasco (*Pinus halepensis*), hojas de árboles de hoja ancha (negrillo, *Ulmus minor*, y arizonica, *Cupressus arizonica*), concentrados en radio interior de <2 km.

3. Para el muestreo de huevos de gallina se aportaron únicamente 6 unidades. Un número muy escaso para extraer conclusiones en el estudio. Además, no se puede asegurar la procedencia de estos huevos.

4. El estudio de monitoreo realizado en el 2021 deberá tener continuidad en el año 2022, es decir, los resultados obtenidos únicamente hacen referencia a una de las campañas anuales.

5. Los valores más altos de dioxinas se detectaron en los pinos situados a 500 metros al suroeste de la planta incineradora, siendo el valor medido

ANÁLISIS FORTALEZAS/ DEBILIDADES

obtenido es 75 veces más alto que en la zona de muestreo situada a 4.710 metros de la incineradora.

3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA FRENTE A DEPÓSITO EN VERTEDERO

Aunque el reciclado es la forma más adecuada de tratar los residuos en general y los residuos sólidos urbanos en particular, siempre queda una fracción de residuos que no es posible reciclar. Para esa fracción las alternativas de gestión actuales son el depósito en vertedero, la incineración sin recuperación de energía y la valorización energética. La valorización energética es obviamente preferible a la incineración sin recuperación de energía. Por su parte, en el caso de depósito en vertedero también se puede recuperar biogás que, a su vez, permite generar energía eléctrica. El depósito en vertedero y la valorización energética implican diversos impactos sobre el medio ambiente y la salud de las personas. Estos impactos deberían ser comparados en conjunto, con la perspectiva al menos de un Análisis de Ciclo de Vida.

Las figuras siguientes muestran las entradas desde la naturaleza y la tecnosfera¹³ y las salidas a la naturaleza y a la tecnosfera del depósito de 1 kg de RSUs en vertedero y de su valorización energética, en Canadá (Fuente: U. Arena, M. Mastellone & F. Perugini, 2013 The environmental performance of alternative solid waste management options: A Life Cycle Assessment Study):

¹³ La tecnosfera es el conjunto de los medios artificiales que dan soporte a la sociedad. Entradas desde la tecnosfera son materiales o productos empleados, energía, combustibles... y salidas a la tecnosfera son productos elaborados, residuos que se entregan a gestor, vertidos a sistemas de tratamiento, etc.

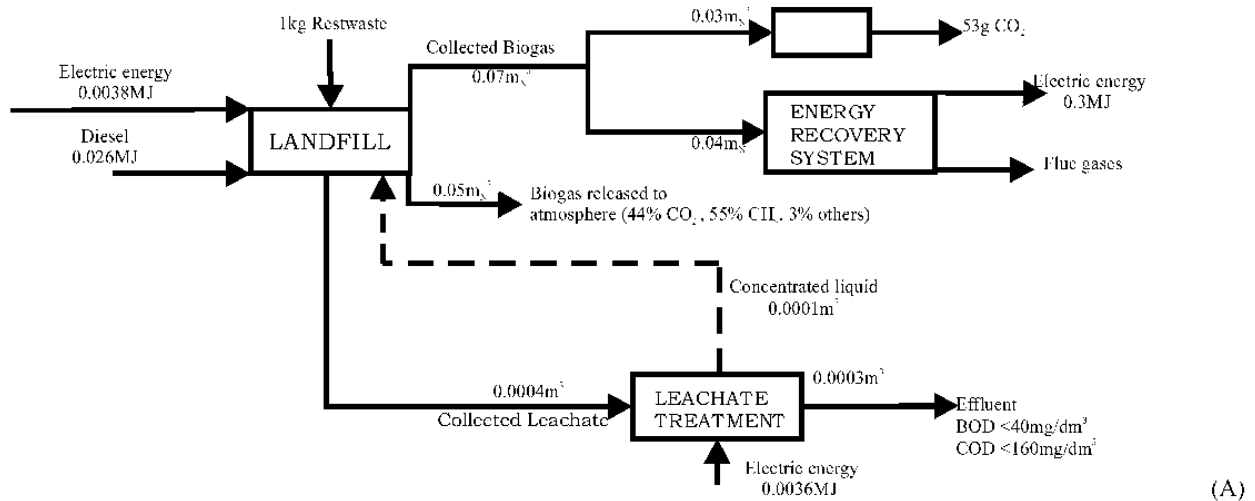


Figura 26.- Entradas y salidas para la gestión de 1 kg de RSU en vertedero.

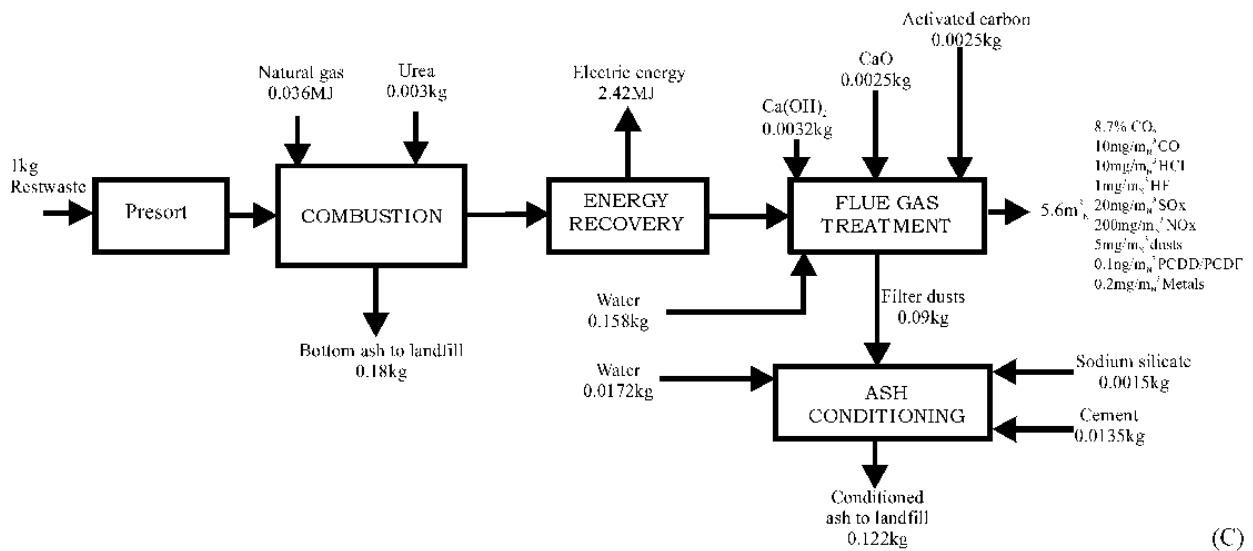


Figura 27.- Entradas y salidas para la valorización energética de 1 kg de RSU.

Las figuras anteriores se refieren a la gestión de 1 kg de RSU bruto, cuando hay un reciclado previo de fracciones recuperables, como es lo más aconsejable y como se hace en las instalaciones de Valdemingómez, los flujos son más complejos. La figura siguiente representa los flujos de la valorización energética con recuperación previa de metales y materia orgánica y estabilización de esta (U. Arena, M. Mastellone & F. Perugini, 2013).

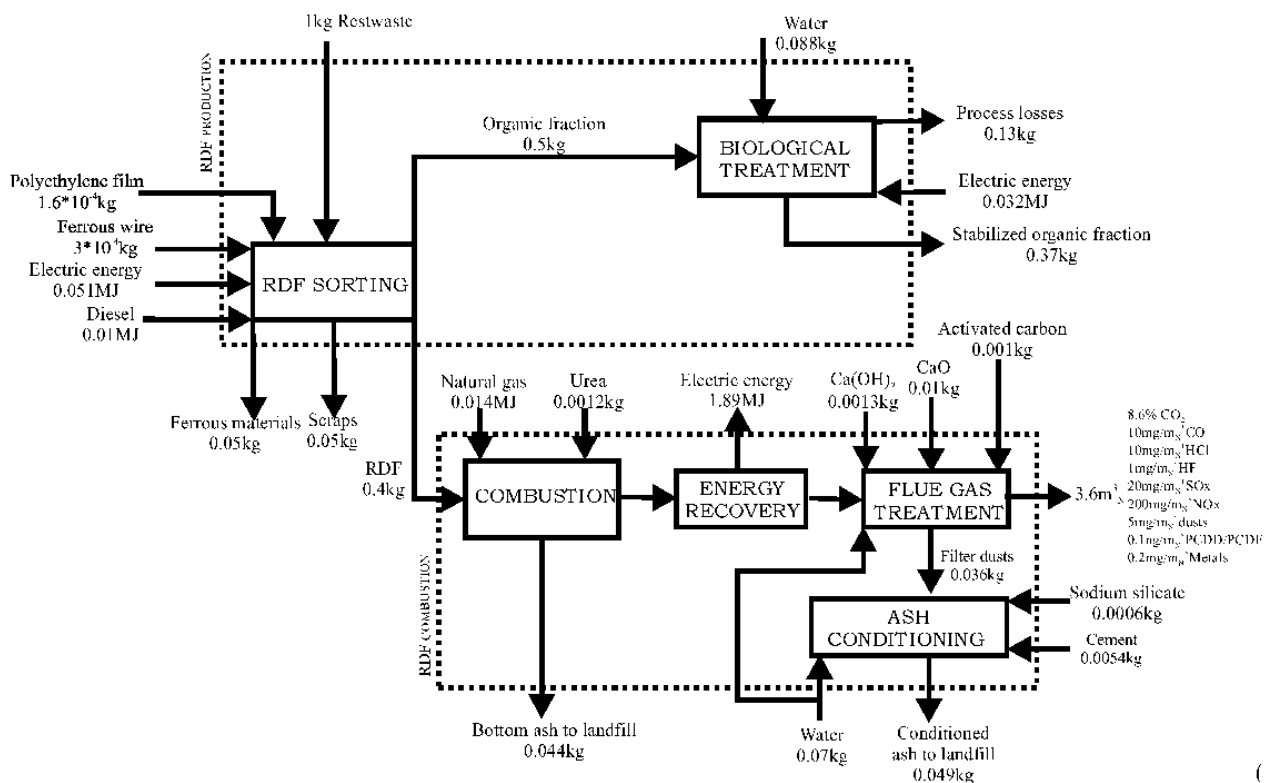


Figura 28.- Entradas y salidas para el reciclado y valorización energética de 1 kg de RSU.

Pasando a una perspectiva del análisis de ciclo de vida, las emisiones evitadas por la energía eléctrica producida por la valorización energética hacen que, en varios indicadores, los impactos de la valorización energética tienen un balance positivo o favorable (generando un efecto sumidero). Esto supone que el impacto sobre el medio ambiente queda por debajo de cero, como se muestra en este ejemplo extraído de un análisis de ciclo de vida comparativo de valorización energética frente a depósito en vertedero en Canadá (B. Assamoi & Y. Lawryshyn. The environmental comparison of landfilling vs. incineration of MSW accounting for waste diversion). En el ejemplo de las figuras siguientes los impactos perjudiciales para el medioambiente quedan por encima del cero y los favorables por debajo.

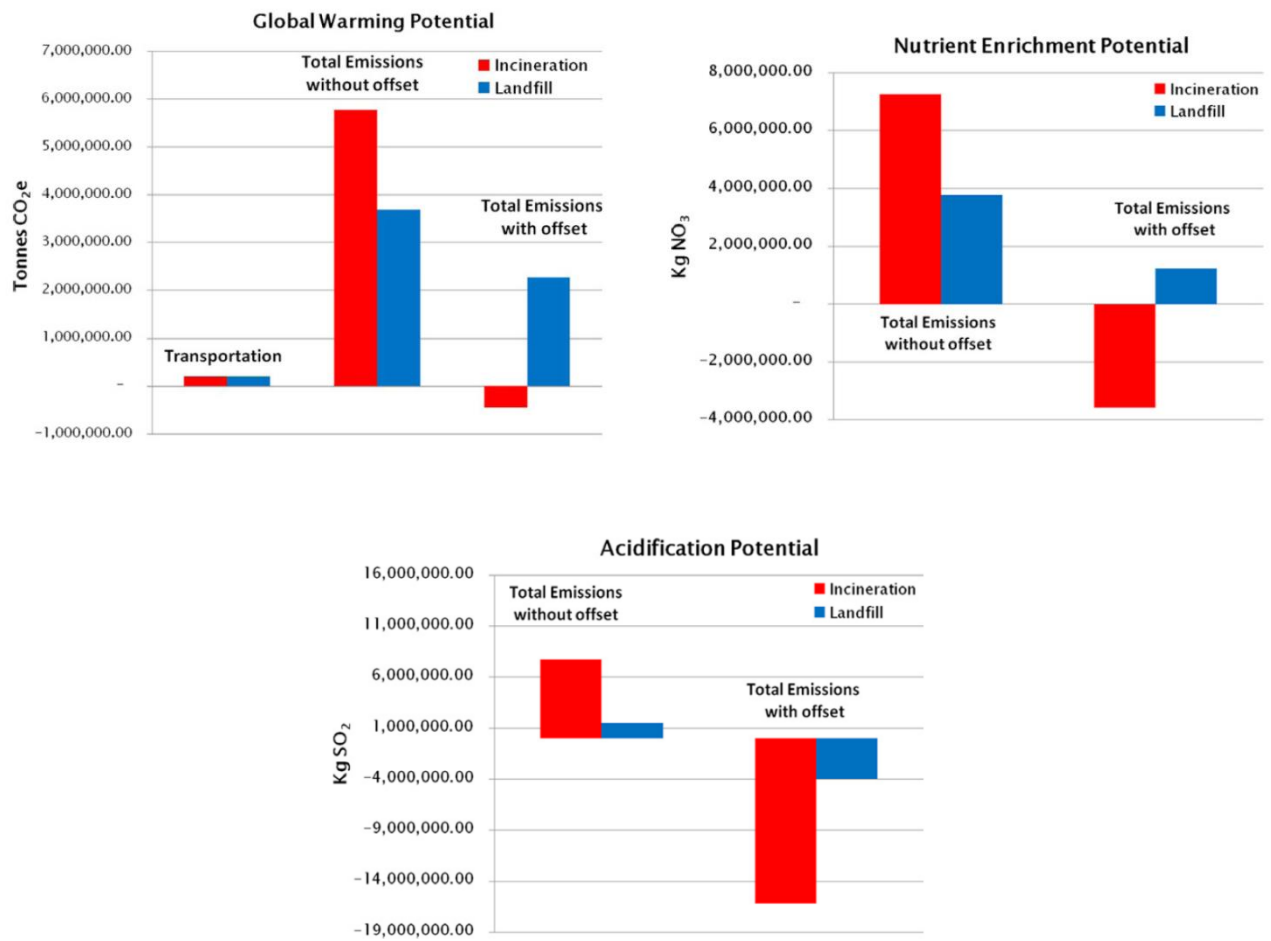


Figura 29.- Impactos de la valorización energética y del depósito en vertedero de RSUs. Fuente: B. Assamoi & Y. Lawryshyn. The environmental comparison of landfilling vs. incineration of MSW accounting for waste diversion

Por lo que atañe en particular a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), la Agencia de Medio Ambiente de los EEUU (US EPA) ha calculado que las emisiones netas de GEI de la valorización energética de residuos municipales mezclados (descontando las emisiones evitadas por recuperación de energía eléctrica y de metales ferrosos) son ligeramente por debajo de cero (con un balance favorable), a diferencia de las emisiones netas de GEI del depósito en vertedero (descontando las emisiones evitadas por generación de energía eléctrica con biogás captado), que son claramente por encima de cero (con un balance desfavorable) (US EPA Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors Used in the Waste Reduction Model, 2015), como se refleja en la figura siguiente:

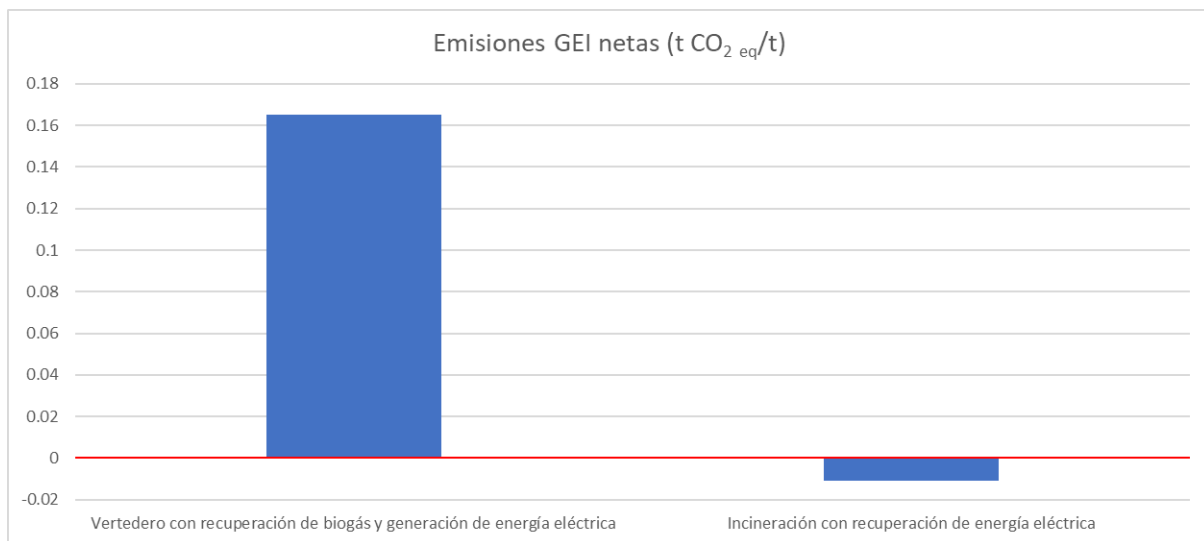


Figura 30.- Emisiones netas de GEI por tonelada de residuos municipales mezclados. Fuente US EPA Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors in the Waste Reduction Model

Los beneficios de la valorización energética para la reducción de las emisiones de GEI están avalados por numerosos Análisis de Ciclo de Vida publicados. Los resultados numéricos presentan una notable variabilidad, ya que dependen en gran medida de los factores de emisión para producción de electricidad, y abarcan desde emisiones netas de GEI claramente por debajo de cero y medioambientalmente favorables (generación evitada de energía eléctrica con carbón), como en el ejemplo anterior de Canadá, a emisiones netas moderadamente por encima de cero (generación evitada con energías renovables), pero más favorables en todo caso que las emisiones de GEI de la gestión alternativa en vertedero. En este sentido, el artículo “Climate Change Impacts of Electricity Generated at a Waste-to-Energy Facility”, de 2021, resulta bastante coherente en su metodología ya que relaciona las emisiones de GEI con la energía eléctrica producida, de forma que se puede comparar la energía eléctrica procedente de la valorización energética con cualquier otra forma de producción de energía eléctrica. En dicho trabajo se obtuvo que la producción de electricidad por valorización energética es casi neutra desde el punto de vista de las emisiones de GEI si se tienen en cuenta las emisiones evitadas por la recuperación de metales de las escorias y por la gestión

alternativa en vertedero (con lo que esta conlleva de emisiones difusas de GEI incluyendo la compensación con las emisiones evitadas por la producción de electricidad a partir de biogás).

La figura siguiente resume las conclusiones de dicho artículo: sin tener en cuenta las emisiones evitadas por la recuperación de metales de las escorias y por la gestión alternativa en vertedero (electricity scenario) se obtuvieron unas emisiones de 0,775 kg CO_{2eq}/kWh; en cambio, teniendo en cuenta las emisiones evitadas por la recuperación de metales de las escorias y por la gestión alternativa en vertedero (coproduct scenario), las emisiones de GEI bajan hasta sólo 0,0824 kg CO_{2eq}/kWh. Esta comparación se refleja en el siguiente gráfico.

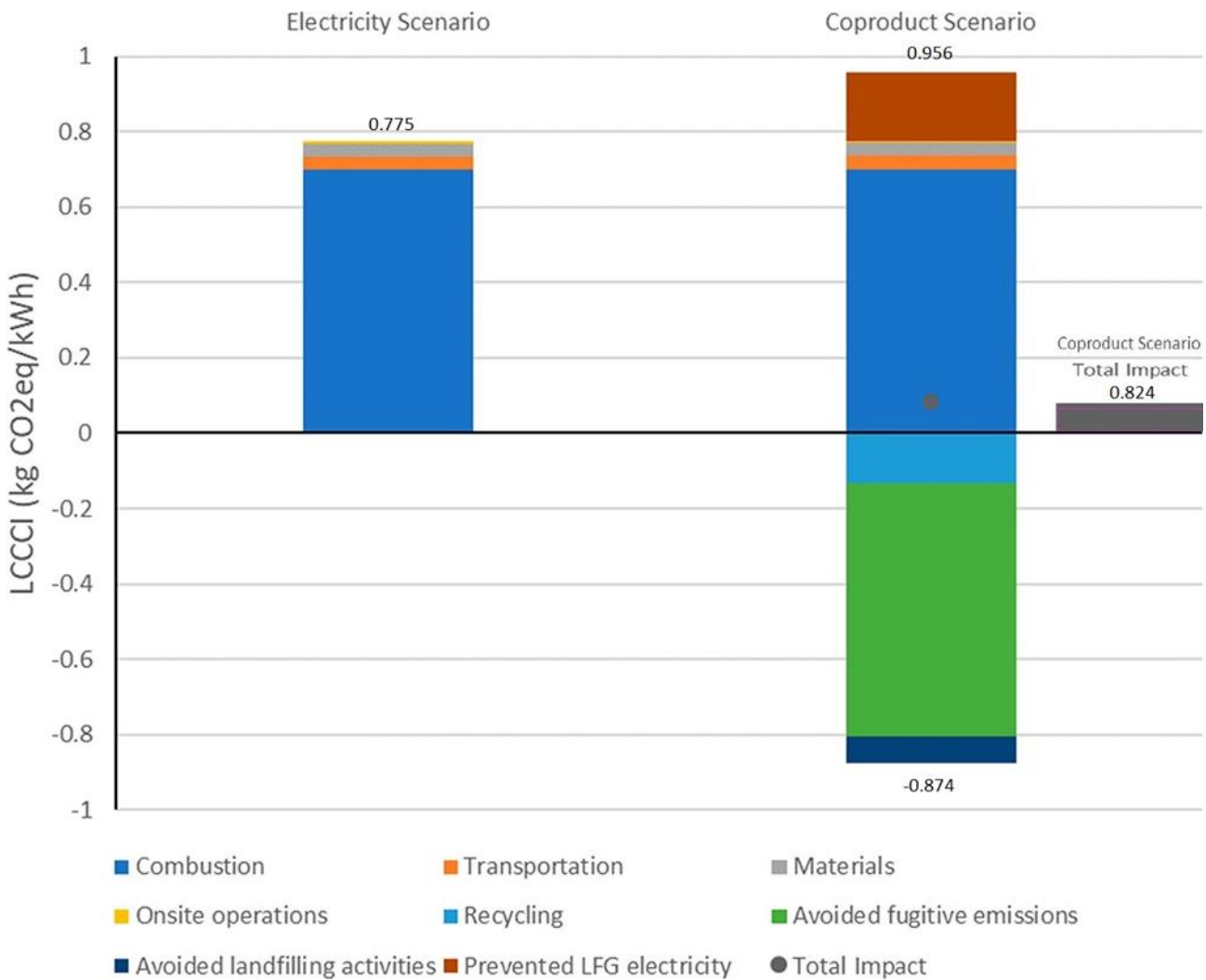


Figura 31.- Emisiones de GEI de la valorización energética de RSU, escenario base y escenario con emisiones evitadas. Fuente: Climate Change Impacts of Electricity Generated at a Waste-to-Energy Facility

Como comparación, el mix eléctrico español correspondiente al año 2020 supuso 0,250 kg CO_{2eq}/kWh, por lo que en la actualidad la valorización energética de residuos sólidos municipales en España resulta muy conveniente desde el punto de vista de las emisiones de GEI. La comparación sería distinta si toda la electricidad se produjera a partir de fuentes renovables, aunque en este caso las emisiones de GEI de la valorización energética de residuos municipales seguirían siendo inferiores a las de la alternativa de depósito en vertedero.

Con una perspectiva similar, pero incluyendo algunos impactos que no se tienen en cuenta en los análisis de ciclo de vida (molestias, olores, impacto visual), la D. G. Environment de la Comisión Europea ha publicado un documento (“A study on Economic Evaluation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste”, Final Main Report October 2000) que valora, en euros por tonelada gestionada, las externalidades medioambientales de la valorización energética y del depósito en vertedero, considerando las categorías calentamiento global, daños por la contaminación del aire, daños al agua por lixiviados y “disamenities” (molestias, olores, impacto visual), así como los impactos evitados (lo que denomina “desplazamiento de la contaminación”). Además, se incluyen los costes de las externalidades totales y la externalidad neta descontando la contaminación evitada, monetizando el impacto ambiental. En dicho documento compara varios casos:

Caso L1 para depósito en vertedero. El vertedero es moderno y cumple con la directiva de vertederos. El gas de vertedero es recuperado para producir gas y electricidad (el más favorable).

- **Caso L2** para depósito en vertedero. El vertedero es antiguo y no cuenta con impermeabilización ni captación de biogás.
- **Caso I1** para incineración. La planta cumple la directiva de incineración de residuos y se recupera energía eléctrica y calor.
- **Caso I2** para incineración. La planta cumple la anterior directiva de incineración de residuos y se recupera solo energía eléctrica.
- **Caso I3** para incineración. La planta no cumple la anterior directiva de incineración de residuos y no se recupera energía.

Table 9.3 Summary of external costs for landfill disposal of waste in examples L1 and L2 (EURO/tonne waste disposed at landfill)

Example no.	L1	L2
Impact		
Global warming ¹⁾	5 (1 – 14)	8 (2 – 23)
Damage from air pollution	0.1 (0.02 – 0.2)	0 (-)
Damage from leachate	0 (0 – 1)	1.5 (1 – 2)
Disamenity	10 (6 – 19)	10 (6 – 19)
Total external costs	15 (7 – 34)	20 (9 – 44)
Pollution displacement ²⁾	-4 (-10 – -1)	0 (-)
Net external costs	11 (6 – 24)	20 (9 – 44)

Note: Low, high and best estimate values for both emissions and valuations were used. The low end of the interval is obtained by using low values of each estimate and the high values are obtained by using high values of each estimate. This will overestimate the size of the interval.

1) The main part of these costs is related to CH₄.

2) The main part of these benefits is related to NQ and SO₂.

Table 9.1 Summary of externality costs for incineration of waste in examples I1, I2 and I3 (EURO/tonne waste incinerated)

Example no.	I1	I2	I3
Impact			
Global warming	0.8 (0.5 – 1.0)	0.8 (0.5 – 1.0)	0.8 (0.5 – 1.0)
Damage from air pollution ¹⁾	20 (5 – 27)	50 (15 – 72)	69 (20 – 108)
Damage from leachate	0 (0 – 0.3)	0 (0 – 0.3)	0 (0 – 0.3)
Disamenity	8 (4 – 14)	8 (4 – 14)	8 (4 – 14)
Total external costs	28 (10 – 43)	58 (20 – 88)	77 (25 – 124)
Pollution displacement ¹⁾	-71 (-115 – -19)	-21 (-29 – -4)	0 (-)
Net external costs	-43 (-72 – -9)	37 (16 – 84)	77 (25 – 124)

Note: Low, high and best estimate values for both emissions and prices were used. The low end of the interval is obtained by using low values of each estimate and the high values are obtained by using high values of each estimate. This will overestimate the size of the interval. This approach is also used for pollution displacement, which has the adverse effect.

1) The main part of these costs/benefits is related to NQ and SO₂.

Se observa que la forma de gestión para la fracción no reciclable de los RSUs más adecuada medioambientalmente es la del caso I1: valorización energética cumpliendo los límites de la directiva de incineración con producción de electricidad y recuperación de calor. Esta forma de valorización (con producción de electricidad y recuperación de calor) sólo es posible si existe en las proximidades de la planta demanda de calor para climatización de viviendas o edificios.

La siguiente tabla, adaptada de las anteriores, resume la comparación entre vertedero óptimo (L1) e incineración con solo producción de energía eléctrica cumpliendo la nueva directiva de incineración de residuos (I2, excepto para los daños por contaminación del aire, que son los de I1).

	Vertedero moderno con recuperación de biogás y producción de electricidad	Incineradora que cumple la directiva de incineración, con recuperación de energía eléctrica, pero sin recuperación de calor
Calentamiento global	5	0.8
Daño por contaminación del aire	0.1	20
Daño por vertidos	0	0
Molestias (olores, impacto visual...)	10	8
Costes externos totales	15.1	28.8
Desplazamiento de contaminación	-4	-21
Costes externos netos	11.1	7.8

Tabla 26.- Comparativa de externalidades medioambientales

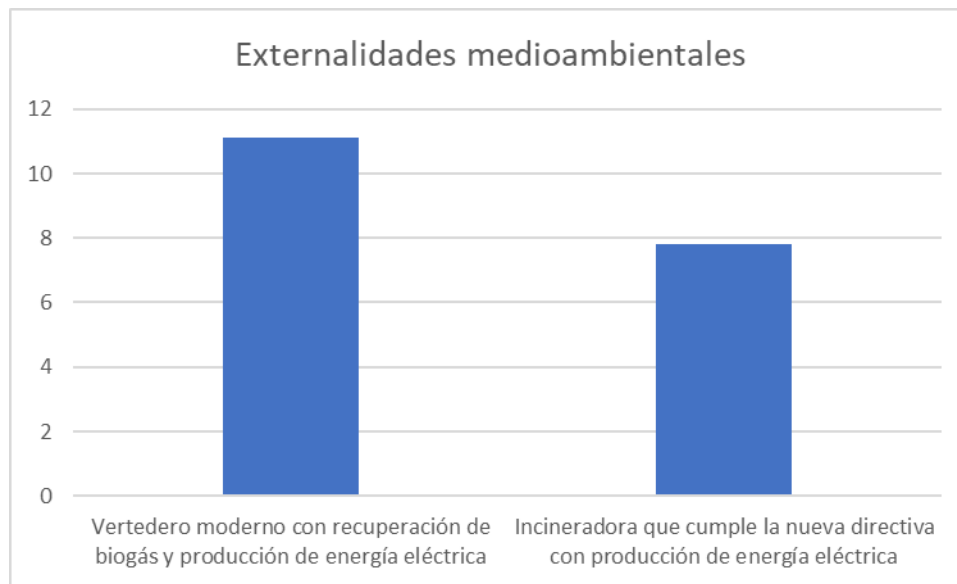


Figura 32.- Externalidades medioambientales de la gestión en vertedero y la incineración con producción de energía eléctrica. Fuente de los datos: "A study on Economic Evaluation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste", Final Main Report October 2000. Comisión Europea D. G. Environment

Se observa que, de acuerdo con esta valoración de los impactos medioambientales, una valorización energética que cumple los límites de la nueva directiva de incineración, con producción de energía eléctrica, pero sin recuperación de calor, también es más adecuada medioambientalmente que el depósito en vertedero.

Adicionalmente hay que tener en cuenta las diferencias en cuanto al aprovechamiento urbanístico de la zona por la diferencia de la superficie ocupada entre una instalación de valorización energética y un vertedero. La falta de suelo en las grandes ciudades para el depósito en vertedero de la fracción no reciclable de los residuos municipales es otro poderoso motivo para la instalación de plantas de valorización energética al servicio de los grandes núcleos urbanos. Como ejemplo para el caso del Parque Tecnológico de Valdemingómez, las toneladas de residuos valorizadas energéticamente en Las Lomas entre 1999 y 2021 equivalen a un volumen de vertedero de 7,9 millones de m³ y una superficie de 30 Ha; es decir, más de un tercio del tamaño del vertedero de las Dehesas (87Ha) que está actualmente en explotación. Por lo tanto, sin la planta de Las Lomas el vertedero actualmente en explotación habría concluido ya su vida útil.

4. MARCO DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA Y LEGISLATIVA DE LA COMUNIDAD DE MADRID. COMPARACIÓN CON OTRAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS

En los siguientes apartados se recoge la normativa existente en relación a la gestión de residuos en la Comunidad de Madrid, así como en otras comunidades que también son uniprovinciales. En estos apartados también se incluye brevemente la tramitación administrativa que debe realizarse para la gestión de residuos.

4.1. Comunidad de Madrid

A continuación, se recoge la legislación en materia de residuos domésticos de la Comunidad de Madrid:

LEGISLACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Ley 5/2003 de 20 de marzo, de Residuos de la Comunidad de Madrid

Tabla 27.- Legislación en materia de residuos de la CAM

La Ley 5/2003 incorpora los principios contemplados en los Programas Comunitarios de Acción en materia de medio ambiente y en la Ley 10/1998, entre cuyos objetivos figuran la prevención de la producción de residuos y el fomento, por este orden de su reducción, reutilización, reciclado y otras formas de valorización. La incineración, en sintonía con la jerarquía europea en materia de gestión de residuos, será la última de las opciones de valorización contempladas en los planes autonómicos de residuos. Se incluyen asimismo los principios de “quien contamina paga” y de “responsabilidad del productor”, el cual habrá de asumir los costes de la adecuada gestión de los residuos que genera en cada caso.

Destaca asimismo la introducción en los instrumentos de planificación urbanística de elementos de planificación en materia de residuos, como herramienta fundamental para el desarrollo sostenible.

El objetivo general de esta Ley es obtener un alto nivel de protección del medio ambiente y dotar a los entes públicos competentes de los mecanismos de intervención y control necesarios para garantizar que la gestión de los residuos se lleve a cabo sin poner en peligro la salud de las personas y sin perjudicar el medio ambiente.

Esta ley es de aplicación territorial de la Comunidad de Madrid, a todo tipo de residuos exceptuando: las emisiones a la atmósfera, los residuos radiactivos, los vertidos de efluentes líquidos a aguas continentales y las aguas residuales vertidas al sistema integral de saneamiento.

La Ley recoge que las Entidades Locales serán las competentes para la gestión de residuos urbanos o municipales según las leyes 10/1998, de 21 de abril y 7/1985, de 2 de abril.

A los municipios les corresponde:

- La prestación de los servicios públicos de recogida, transporte y, al menos, eliminación de los residuos urbanos o municipales en la forma que se establezca en sus respectivas ordenanzas y planes.
- La gestión de la recogida y transporte. Lo gestionarán por sí mismos, o mediante las agrupaciones o las formas de colaboración previstas en la normativa sobre régimen local. La eliminación se prestará, preferentemente, mediante la constitución de consorcios entre los municipios y la Comunidad de Madrid.
- Concordancia de los planes municipales de residuos con los de la Comunidad de Madrid.
- La recogida y gestión de los residuos, ya sean peligrosos o no, abandonados en vías o espacios públicos de titularidad municipal.
- La vigilancia, inspección y sanción en el ámbito de sus competencias.

Algunas de las competencias que corresponden a la Comunidad de Madrid son:

- Autorizar las actividades de producción y gestión de residuos, así como los sistemas organizados de gestión y los acuerdos voluntarios suscritos por los agentes implicados en la producción y gestión de residuos.
- Autorizar los traslados transfronterizos de residuos en el interior de la UE.
- Autorizar la eliminación de residuos procedentes de otras partes del territorio nacional.
- Vigilancia, inspección y sanción de las actividades de producción y gestión de residuos en el ámbito de su competencia.
- Establecer colaboraciones.
- Planificar y coordinar actuaciones en materia de gestión de residuos en la Comunidad de Madrid.
- Declarar como servicio público, de titularidad autonómica o municipal, todas o algunas de las operaciones de gestión de determinados residuos.
- Gestionar los servicios públicos de titularidad autonómica.
- Dispensar o sustituir a los municipios en la prestación de los servicios públicos de competencia municipal de conformidad con lo previsto en el artículo 6: *Los municipios podrán solicitar a la Comunidad de Madrid la dispensa de la obligación de prestar todos o alguno de los servicios relativos a la gestión de los residuos de su competencia cuando les resulte imposible o de muy difícil cumplimiento.*
- Promover la participación de los agentes económicos en la gestión de residuos.

- Obligar a los responsables de la puesta en el mercado de productos de cuyo uso se derive la generación de residuos, a integrarse o a constituir un sistema organizado de gestión o a adoptar las medidas oportunas para garantizar su correcta gestión.
- Adoptar las medidas excepcionales necesarias para garantizar la gestión de los residuos en caso de cese de actividad de un Sistema Organizado de Gestión.

La Comunidad de Madrid no cuenta con legislación específica relativa a las instalaciones de valorización energética de residuos no peligrosos.

Las operaciones de gestión de residuos no peligrosos requieren autorización administrativa, previa visita de comprobación expedida por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, sin perjuicio de las demás licencias o autorizaciones. A través de la sede electrónica¹⁴ se lleva a cabo la tramitación.

¹⁴ <https://tramita.comunidad.madrid/autorizaciones-licencias-permisos-carnes/actividades-residuos-no-peligrosos>

La legislación de aplicación para las gestiones administrativas es:

LEGISLACIÓN GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE GESTIÓN DE RESIDUOS
Ley 7/2022, de 8 de abril , de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
Real Decreto 952/1997, de 20 de junio , por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio.
Resolución de 5 de abril de 2010 , del Director General de Medio Ambiente, por la que se rectifican los errores materiales advertidos en la Resolución de 10 de diciembre de 2009, del Director General del Medio Ambiente, por la que se habilita al Registro Telemático de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio para la realización de trámites telemáticos durante la tramitación de los expedientes correspondientes a diversos procedimientos.

Tabla 28.- Legislación de gestión administrativa de gestión de residuos

4.2. Otras comunidades uniprovinciales

4.2.1. Principado de Asturias

En el Principado de Asturias no existe legislación específica en materia de residuos no peligrosos. Sin embargo, existe un Plan Estratégico de Residuos aprobado a partir de la *Resolución de 26 de abril de 2018, de la Consejería de Infraestructuras, Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, por la que se publica acuerdo del Consejo de Gobierno, de 25 de abril de 2018, por el que se aprueba el Plan Estratégico de Residuos del Principado de Asturias 2017-2024 (Revisión del Plan Estratégico de Residuos del Principado de Asturias 2014-2024)*.

La estructura del Plan responde a lo dispuesto por la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (derogada por la Ley 7/2022, de 8 de abril), así como las directrices establecidas por la Guía Metodológica para la redacción de planes de residuos, publicada por la Comisión Europea en 2012.

Dicho Plan contempla un Programa de Prevención, programas de gestión de residuos domésticos y comerciales, industriales, de lodos de depuradora, biorresiduos y un programa de mejora de la gestión de otros flujos y programas horizontales de sensibilización e impulso, de información y control y de investigación, desarrollo e innovación.

4.2.2. Islas Baleares

En la siguiente tabla se recoge la legislación a nivel autonómico y municipal de las Islas Baleares en materia de residuos:

LEGISLACIÓN AUTONÓMICA DE LAS ISLAS BALEARES
Ley 8/2019, de 19 de febrero , de residuos y suelos contaminados de las Illes Balears
LEGISLACIÓN MUNICIPAL DE MENORCA
Reglamento de servicio público de gestión de la red de puntos limpios de Menorca
Aprobación definitiva del Plan director sectorial para la gestión de residuos no peligrosos de Menorca

Tabla 29.- Legislación autonómica en materia de residuos de las Islas Baleares y municipal de Menorca

La Ley 8/2019, de 19 de febrero, es una ley para la gestión sostenible de residuos, así como una herramienta para dar un giro hacia el paradigma europeo, y mundial, de la economía circular. Se trata de una norma en línea con la Directiva europea marco de residuos (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018.

El objeto de la ley es la ordenación del régimen de prevención en la producción y la gestión de los residuos y la regulación de los suelos contaminados en el ámbito territorial de las Islas Baleares.

A estos efectos, se establecen objetivos en materia de prevención, reutilización, preparación para la reutilización y reciclaje.

Se indica como obligatoriedad para los entes locales de las Islas Baleares la recogida diferenciada de materia orgánica compostable (fracción orgánica de los residuos domésticos) y poda, del aceite vegetal usado, de los residuos textiles y de los residuos peligrosos, todos de origen domiciliario, además de las fracciones previstas por la normativa europea y estatal.

Está prohibida la eliminación y la valorización energética de los residuos recogidos separadamente y selectivamente, a excepción de los casos en que el contenido de impropios haga imposible la valorización material, incluyendo aquellos residuos que hayan pasado por planta o proceso de tratamiento previamente y a los que les corresponda un código diferente de la Lista europea de residuos.

Las administraciones, en el marco de sus competencias, tienen que llevar a cabo acciones de educación, formación y concienciación.

Algunas de las competencias del Gobierno y de la Administración son:

- La autorización, la vigilancia, la inspección y la sanción de las actividades de producción y gestión de residuos.
- La fijación, en su caso, de principios generales a que se deberán sujetar los instrumentos de planificación en materia de residuos de ámbito insular y municipal.
- El registro de la información en materia de producción y gestión de residuos.
- El ejercicio de las competencias en materia de traslado de residuos entre comunidades autónomas que tengan por origen o destinación las Islas Baleares, y en materia de movimiento de residuos en el interior del territorio de las Islas Baleares.

Los consejos insulares, como instituciones autonómicas, también ejercen competencias en materia de gestión de residuos en sus ámbitos territoriales:

- Elaboración, tramitación y aprobación de los planes de directores sectoriales de prevención y gestión de residuos no peligrosos, así como su seguimiento, revisión y modificación.
- Autorización por parte del consejo insular receptor del traslado o movimiento de residuos que tenga como destino las instalaciones públicas del consejo insular.

Además, los consejos insulares ejercen como entes locales, cuyas funciones son:

- La elaboración, la tramitación y la aprobación, en su caso, de los programas insulares de prevención y gestión de residuos, así como su seguimiento, revisión y modificación en el marco de los planes directores sectoriales de prevención y gestión de residuos.
- El tratamiento insularizado de la fracción orgánica de los residuos domésticos.
- La coordinación de la recogida de los residuos domésticos en los municipios de menos de 20.000 habitantes, en los términos especificados en la legislación de régimen local.
- El tratamiento, si procede, del resto de residuos no peligrosos en la forma que establezcan los planes directores sectoriales de prevención y gestión de residuos no peligrosos.

Finalmente, las competencias de los municipios son:

- Como servicio obligatorio, la recogida y el transporte de los residuos domésticos no peligrosos y peligrosos generados en los domicilios de la ciudadanía, los comercios y los servicios, en los términos establecidos en los planes de prevención y gestión de residuos y en sus ordenanzas y reglamentos.

- La recogida y el transporte de los residuos comerciales no peligrosos y de los residuos domésticos no peligrosos procedentes de industrias, sin perjuicio de la previsión del artículo 12.5.c).2.º de la Ley 22/2011, mientras los municipios puedan gestionarlos por sí mismos. Los productores quedan obligados a la separación en las fracciones establecidas por ley y a justificar su gestión correcta.
- Como servicio no obligatorio, el tratamiento, preferentemente por compostaje, y la preparación para la reutilización, de la fracción orgánica de los residuos municipales ajustada a sus características, siempre que el municipio, solo o asociado, disponga de los medios técnicos y humanos que garanticen su mejor tratamiento y se eviten, con el fin de dar respuesta a los principios básicos de la economía circular, los desplazamientos por transporte de materiales y los consumos y las emisiones que se derivan.
- La elaboración, la tramitación, la aprobación de los programas municipales de prevención y gestión de los residuos domésticos y de los residuos comerciales no domésticos, en su caso, y su seguimiento, si el municipio así lo determina.

Los productores de residuos no peligrosos que superen las 1.000 toneladas al año tendrán que presentar comunicación previa al inicio de las actividades por cada uno de los centros productores a través de la sede electrónica¹⁵ del Gobierno de las Islas Baleares.

4.2.3. La Rioja

La legislación autonómica en materia de residuos en La Rioja se regula a través del *Decreto 44/2014, de 16 de octubre, por el que se regulan las actividades de producción y gestión de residuos y su registro*.

Estas competencias se desarrollan a través de la Dirección General de Calidad Ambiental, que tiene entre sus objetivos el correcto funcionamiento ambiental de las instalaciones, y el cumplimiento de los objetivos ambientales, para lo que se sirve de los registros, inspecciones, tratamiento estadístico de datos y otros mecanismos de vigilancia y control. A dicha Dirección, le corresponden las siguientes funciones (en virtud del Decreto 44/2012, de 20 de julio):

- Autorización, vigilancia, inspección y sanción de las actividades de producción y gestión de residuos, así como de sistemas integrados de gestión de residuos.
- Impulsar los sistemas de gestión y recogida selectiva de residuos y subproductos con objeto de incrementar el reciclado y valorización de los mismos.

¹⁵<https://www.caib.es/seucaib/es/tramites/tramite/468748/>

- La autorización de traslado de residuos de países de la UE, así como los traslados entre Comunidades Autónomas que tengan su origen o destino en la Comunidad Autónoma de La Rioja.

Las entidades o empresas de gestión de residuos que deberán presentar una comunicación previa al inicio de su actividad ante el órgano ambiental autonómico son:

- a) Los transportistas de residuos con carácter profesional.
- b) Los negociantes y agentes de residuos.
- c) Los sistemas individuales de responsabilidad ampliada del productor.

Además, quedan sometidas a autorización administrativa por el órgano ambiental autonómico:

- a) Las instalaciones de gestión de residuos en las que se desarrollen operaciones de tratamiento, incluida la recogida y almacenamiento y el tratamiento previo a la valorización y eliminación final de residuos.
- b) Las personas físicas o jurídicas que realicen una o varias operaciones de tratamiento de residuos.
- c) Los sistemas colectivos de responsabilidad ampliada del productor.

Concretamente, la concesión de la autorización para las instalaciones de incineración o co-incineración con valorización energética, tendrá como requisito que esta valorización de energía se produzca con un alto nivel de eficiencia energética.

En cuanto a las entidades, empresas o titulares que desarrollan actividades de producción de residuos, también deberán presentar una comunicación previa al inicio de sus actividades, así como para su ampliación, modificación sustancial o traslado ante el órgano ambiental de la Comunidad Autónoma, cuando se encuentren en alguno de los siguientes supuestos:

- a) Produzcan sistemáticamente en sus procesos y servicios, residuos peligrosos de acuerdo con la Lista Europea de Residuos distintos a los asimilables a domésticos en cuanto a cantidad y tipología.
- b) Los productores o generadores de residuos en cantidades superiores a 1.000 t/año.
- c) Las plantas de tratamiento de aguas residuales con capacidad de generación de más de 1.000 t/año de lodos, en materia húmeda.

- d) Los productores en cuyas instalaciones se generen más de 80 t/mes de residuos agroalimentarios, substrato postcultivo y residuo bioestabilizado adecuado para su aplicación como enmienda orgánica a la agricultura. Se exceptúan de esta comunicación a los productores que entreguen sus residuos en una planta de compostaje o de tratamiento. Igualmente se exceptúan los subproductos animales cubiertos por el Reglamento (CE) nº1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por el que establecen normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados.
- e) Otros productores de residuos que por su normativa específica o dificultad de gestión sean determinados mediante Orden del titular de la Consejería de Medio Ambiente.

Quedan exentas de presentar esta comunicación aquellas instalaciones que hayan obtenido autorización para el tratamiento de residuos y que como consecuencia de su actividad produzcan residuos.

La Comunidad Autónoma de La Rioja, cuenta con un registro de producción y gestión de residuos como instrumento de planificación, control y publicidad de las actividades de producción y gestión de residuos, cuya información será incorporada al Registro de producción y gestión de residuos de ámbito nacional.

Dicho registro cuenta con un capítulo específico para las instalaciones de valorización y eliminación final de residuos.

Todas estas comunicaciones y solicitudes se realizarán presentando los modelos que se adjuntan en los anexos del presente Decreto. Además, los trámites se realizarán prioritariamente por los medios telemáticos que provea la Comunidad Autónoma¹⁶.

4.2.4. Comunidad Foral de Navarra

La *Ley Foral 14/2018, de 18 de junio, de Residuos y su Fiscalidad* se ha elaborado partiendo de las premisas establecidas en el Plan de Residuos de Navarra 2017-2027 y de las sugerencias y aportaciones recibidas durante las distintas fases de participación e información pública con el objeto de prevenir la generación de residuos y la mejora en su gestión y con la finalidad de cumplir con la jerarquía de residuos y alcanzar los objetivos de la economía circular y cambio climático.

¹⁶<https://www.larioja.org/larioja-client/cm/oficina-electronica?web=&proc=21047>

Las competencias de las Administraciones Públicas serán las establecidas en la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados¹⁷, y se atribuyen dos nuevas competencias:

- a) El cobro y gestión del impuesto a la eliminación en vertedero y a la incineración de residuos.
- b) La gestión del Fondo de residuos de Navarra.

La coordinación de la gestión de servicios en materia de residuos, en los términos establecidos en la normativa vigente, se llevará a cabo mediante una entidad de naturaleza pública que adoptará la denominación de Ente Público de Residuos de Navarra y que permitirá a todas las entidades locales involucradas en la materia una gestión más coordinada, eficiente y cohesionada.

Las funciones del Ente Público de Residuos de Navarra son:

1. Disponer de una cartera de servicios adecuada a las necesidades y a la naturaleza del mismo. Concretamente asesorará y coordinará a las Administraciones Públicas en: programas de prevención, sensibilización, comunicación y formación; recopilación de datos y seguimiento de indicadores relacionados con empleo verde, economía circular y cambio climático; transporte y tratamiento de residuos en la Comunidad Autónoma a través de convenios y acuerdos de colaboración; obtención de subvenciones y el acceso a fuentes de financiación; caracterizaciones y auditorías internas; elaboración de informes técnicos vinculantes sobre la adecuación e idoneidad de las infraestructuras a los principios del Plan de Residuos; central de compras; redacción de ordenanzas, pliegos de contratación, etc. y cualesquiera otras tareas de acompañamiento, asesoramiento y apoyo técnico y jurídico en materia de residuos.
2. Podrá prestar a las Administraciones Públicas que así lo demanden voluntariamente los servicios de: implantación de modelos de recogida de residuos, implantación o gestión de puntos limpios, tratamiento de residuos domésticos, recogida y gestión de residuos que plantean muchas dificultades de gestión por su tipología o su procedencia (por ejemplo, residuos agropecuarios) y otros servicios que, en su caso, prevean los estatutos.
3. Autoliquidación e ingreso del impuesto sobre la eliminación de residuos en vertedero que corresponda a las entidades locales, así como la distribución de su importe entre estas en función de la calidad y cantidad de los residuos entregados por cada una de ellas.
4. Gestión de servicios relacionados con los residuos en parques naturales.
5. El Ente Público de Residuos de Navarra deberá ser consultado preceptivamente para la fijación de los criterios que sirvan para el reparto y distribución anual del Fondo de Residuos.

¹⁷Derogada por la Ley 7/2022, de 8 de abril

El cumplimiento de los objetivos de prevención e impulso de la economía circular establecido en el Plan de Residuos de Navarra, se realiza a través de la creación de la Oficina de prevención de residuos, dependiente de la Administración. En ella se establecen medidas respecto a la compra pública verde, tales como la aprobación por la Administración de la Comunidad Foral de un plan de contratación pública verde y de innovación; se incluyen objetivos de recogida selectiva de la materia orgánica de residuos domésticos y comerciales, especialmente la obligatoriedad de la recogida selectiva de la fracción de materia orgánica a partir del 1 de enero de 2022, así como de recogida selectiva para la preparación para la reutilización y el reciclado, y objetivos de eliminación en vertedero.

Además, se fijan limitaciones respecto a la utilización de bolsas de plástico, en consonancia con la *Directiva (UE) 2015/70 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2015* y con el *Real Decreto 293/2018, de 18 de mayo*. Por último, se fija la fecha de 1 de enero de 2020 para la prohibición de bolsas excepto compostables para acompañarla al cronograma en el Plan de Residuos de Navarra 2017-2027 de obligatoriedad de recogida selectiva de materia orgánica.

También se fijan limitaciones respecto a la venta de vajilla de un solo uso y de productos envasados en monodosis o cápsulas de un solo uso.

A través de la presente Ley se crea el Registro de producción y gestión de residuos de Navarra. En él se inscribirán las comunicaciones y autorizaciones que deriven de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, y sus normas de desarrollo, cuando el competente sea el órgano ambiental de la Comunidad Foral de Navarra, además de: los poseedores de residuos de construcción y demolición y las instalaciones o actividades registradas hasta la fecha de entrada en vigor de esta ley foral, como productores o gestores, de acuerdo con la disposición transitoria octava de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

En cuanto a los traslados de residuos, se aplicará con carácter general lo establecido en el *Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo*, para los traslados que se realicen exclusivamente dentro de su territorio.

Para garantizar la correcta trazabilidad y control de los residuos, los vertederos e instalaciones donde se lleve a cabo la incineración deberán:

- a) Enviar copia trimestral del archivo cronológico, con el contenido mínimo establecido en el artículo 40 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, y expresando la cantidad recibida/tratada en toneladas, mediante su envío al órgano ambiental en un plazo no superior a 30 días naturales tras la finalización del trimestre natural anterior, en tanto en cuanto no se haya desarrollado el archivo cronológico de manera telemática dentro del portal

web del Gobierno de Navarra¹⁸. Esta copia trimestral se completará, cuando proceda, con otros documentos que permitan verificar la cantidad de residuos recibidos en estas instalaciones.

- b) Disponer de una báscula a la entrada de las instalaciones, de modo que permita el control de entradas y salidas de los procesos de tratamiento. La Administración de la Comunidad Foral de Navarra tendrá acceso telemático directo a la báscula. En caso de instalaciones de vertido que realicen operaciones previas de tratamiento será obligatorio el pesaje de los residuos antes y después de dicho pretratamiento.

4.2.5. Cantabria

La Comunidad Autónoma de Cantabria no cuenta con legislación comunitaria específica en materia de residuos no peligrosos.

4.2.6. Murcia

Los municipios de la Región de Murcia adaptarán sus ordenanzas municipales y elaborarán los planes de gestión de residuos urbanos de la forma y en los plazos establecidos en el *Decreto nº 48/2003, de 23 de mayo de 2003, por el que se aprueba el Plan de Residuos Urbanos y de Residuos No Peligrosos de la Región de Murcia*.

La fecha de publicación del mencionado Decreto es anterior tanto al Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020 como al Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022, por tanto, entendemos que el Decreto no sería de aplicación.

¹⁸<https://www.navarra.es/es/inicio>

4.3. Características específicas de la Comunidad de Madrid

La Comunidad de Madrid es una sociedad urbana, de servicios, densamente poblada y organizada alrededor del municipio de Madrid.

Con tan solo 8.022 km², el 1,6% del territorio nacional, comprende una población de derecho superior a los 6,5 millones (datos del año 2022), lo que se traduce en el 14,2% de la población total nacional. De esta forma, es la comunidad autónoma con una mayor densidad de población (839 habitantes por km²) acercándose a las regiones europeas más densamente pobladas.

La mayor parte de la población se concentra en el municipio de Madrid y por los municipios de su corona metropolitana, teniendo la ciudad, definida con los criterios de Eurostat, una población de 4.904.241 de habitantes. El resto de la población se dispersa por el resto de la superficie, aunque con una densidad inversamente proporcional a la distancia con la capital.

En la siguiente tabla se muestran los datos de superficie y densidad poblacional de todas las comunidades autónomas uniprovinciales de España:

Comunidad autónoma	Superficie (km ²)	Densidad de población (hab/km ²)
Comunidad de Madrid	8.022	839
Principado de Asturias	10.604	95,4
Cantabria	5.253	110
Comunidad Foral de Navarra	9.801	63
Región de Murcia	11.313	134
Islas Baleares	4.992	244
La Rioja	5.028	63

Tabla 30.- Comparativa de la Comunidad de Madrid frente al resto de comunidades uniprovinciales de España

Atendiendo a la tabla, la comunidad autónoma uniprovincial que más se asemeja a la Comunidad de Madrid es la comunidad autónoma de las Islas Baleares, es decir, una comunidad con una superficie pequeña en comparación con su densidad poblacional.

Teniendo en cuenta el carácter uniprovincial, la densidad de población y la concentración de la mayoría de la población en un núcleo urbano, hace que tenga sentido considerar Madrid, a efectos de la gestión de residuos, como una comunidad isla.

Desde este punto de vista, estas características hacen que sea difícil el gestionar los residuos en vertedero, y que resulte más apropiada la valorización energética de las fracciones no reciclables.

4.4. Condiciones técnicas en la contratación de servicio público de gestión de residuos en la instalación de las Lomas

El pliego de prescripciones técnicas (PPT) publicado por la Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez en mayo de 2021 establecía las condiciones técnicas del contrato de concesión de servicios públicos para la explotación y mantenimiento del Centro de Tratamiento Integral de Residuos Domésticos “Las Lomas” del Parque Tecnológico de Valdemingómez (PTV).

La ejecución de este contrato implica llevar a cabo la clasificación y recuperación de materiales del residuo que entre en la planta de Las Lomas y la valorización energética del rechazo de este residuo y de otros rechazos provenientes de otras plantas de clasificación, con la producción de la energía eléctrica correspondiente.

Es obligación contractual esencial el tratamiento, conforme a los requerimientos del PPT, de todas las toneladas de residuos domésticos (RD) o combustibles derivados de residuos (CDR) que entregue el Ayuntamiento, hasta las cantidades siguientes:

- 360.000 toneladas/año de RD y 1.200 t/día en la instalación de pretratamiento.
- 300.000 toneladas/año de CDR en la instalación de valorización energética. En estas 300.000 toneladas se incluye el CDR producido por la instalación de pretratamiento (CDR interno) y el CDR procedente de otras plantas (CDR externo), debiendo admitir de este último la cantidad necesaria para completar la máxima capacidad de valorización de la instalación.
- 100 toneladas/día de residuos biosanitarios (RBS) clase II en bolsas.

Por otro lado, y excepcionalmente, durante los días que se produzca una situación de emergencia, la planta deberá dar tratamiento a los siguientes residuos y hasta las siguientes cantidades:

- 50 toneladas/día de residuos biosanitarios (RBS) clase III en bolsas.

Todos los equipos de la planta de Las Lomas deberán estar preparados para poder tratar dichas cantidades.

Será responsabilidad del adjudicatario ejecutar a su cargo las actuaciones reflejadas en el proyecto de explotación ofertado, previa aceptación por parte del Ayuntamiento, y que deberá contemplar al menos:

- Plan de Explotación.

- Plan de Mantenimiento y Conservación de Equipos e Instalaciones.
- Plan de Gestión Medioambiental.

Todo lo aplicable al CDR también será de aplicación a las toneladas de RBS que excepcionalmente se necesiten eliminar.

El plan de explotación estará basado en los siguientes documentos:

- 1) Descripción de las actuaciones necesarias para optimizar la operación de la planta.
- 2) Cronograma de los trabajos.
- 3) Características de los nuevos equipos a instalar.

En cuanto al punto 1 del plan de explotación, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Soluciones para la minimización del envío de residuos a vertedero reduciendo los rechazos que se generan en la etapa de pretratamiento hasta el mínimo no valorizable.
- Mejora de la recuperación de materiales reciclables.
- Aprovechamiento al máximo de la capacidad de incineración mediante la valorización energética del CDR interno, así como del CDR externo.
- Optimización de la explotación del sistema de depuración de gases de la instalación.

Dentro del plan de explotación serán valoradas las actuaciones no preceptivas. Los licitantes podrán proponer mejoras técnicas en la instalación, siempre que aumenten el rendimiento de alguno de estos aspectos: recuperación de materiales, el rendimiento energético de la valorización de los residuos, la reducción del envío de residuos a vertedero, las condiciones de seguridad para el caso de tratamiento de residuos sanitarios o la mejora del proceso en general.

Finalmente, la oferta presentada incluirá un Plan de Gestión Medioambiental que prevea la adopción de todas las medidas de gestión medioambiental que se requieran en las labores que se realicen en las instalaciones durante la duración del contrato. En particular, las medidas exigidas en la Autorización Ambiental Integrada, otorgada por la Comunidad Autónoma de Madrid; las medidas para cumplir los valores límite de emisión de contaminantes atmosféricos más exigentes del PPT y medidas para evitar la producción incontrolada de olores o proliferación de insectos o roedores en cualquier punto de la planta, así como polvos y ruidos.

Este Plan deberá contener las medidas o actuaciones que el adjudicatario pretender llevar a cabo, tal como se establece en el PPT, para el control de olores y el control analítico de los procesos y cumplimiento de la AAI y del Manual de Operaciones.

Entre estas medidas o actuaciones, hay que mencionar las propuestas por la empresa adjudicataria respecto a la depuración de gases:

- Mejora de los valores límites de emisión de NOx hasta garantizar valores inferiores a 50 mg/Nm³, muy por debajo del límite establecido por Pliego de 80 mg/Nm³.
- Para aumentar el rendimiento de la etapa catalítica, la UTE ha previsto dos acciones complementarias:
 - 1) Incremento de una tercera capa de catalizador para cada una de las líneas del SCR. Se ejecutará con Integral, fabricante original del equipo.
 - 2) Ajuste de dosificación de reactivo de 7,5 kg/h a 12 kg/h para garantizar valores < 50 mg/Nm³.
- Mediciones en continuo de Hg y a largo plazo de dioxinas:
 - 3 analizadores de mercurio DURAG, modelo HM1400TRX 2
 - 3 equipos de medición a largo plazo de dioxinas y furanos, modelo TECORA DECS.
- Gestión avanzada de la calidad del aire: mejora de la plataforma informática de gestión de emisiones, calidad aire retrotrayectorias en un sistema integrado con módulos específicos para:
 - Control de emisiones en continuo
 - Módulos de cálculo de retrotrayectorias y forecasting de dispersión atmosférica basada en modelos predictivos de emisiones y meteorología;
- Gestión interna de la información, aplicación de umbrales de aviso y alarma para la gestión de planta;
- Monitorización en tiempo real de la calidad del aire y reevaluación de los modelos predictivos en continuo;
- Accesibilidad a los datos, en panel dashboard interno y en un frontend web de información al público.

5. RESUMEN EJECUTIVO DEL ANÁLISIS COMPARATIVO

5.1. Ratios de tratamiento de Residuos Sólidos Municipales

5.1.1. EU-28

En la figura 33 se muestra la evolución entre 2010 y 2018 de los porcentajes de residuos sólidos municipales que han sido reciclados-compostados, valorizados y depositados en vertedero en los diferentes países que conformaban la EU-28. En el conjunto de estos países el porcentaje de residuos destinados a vertedero disminuyó un 15%, mientras que los porcentajes de residuos reciclados y valorizados energéticamente aumentaron un 9% y un 6% respectivamente. Si tenemos en cuenta aquellos países que cumplían el criterio del 50% de preparación para la reutilización y reciclado de residuos sólidos municipales en el año 2018 se observa que el porcentaje de incineración es aproximadamente igual (Eslovenia y Lituania) o superior (Alemania, Austria, Bélgica, Holanda, Italia y Luxemburgo) al de España. Así mismo, países con cuyo porcentaje de residuos reciclados era superior al 40% en ese mismo año presentan tasas de incineración superiores a la española, estos países son Dinamarca, Suecia, Reino Unido, Francia, Irlanda y Finlandia.

Cabe señalar que países que en el año 2010 no incineraban residuos (Malta, Lituania, Croacia, Letonia, Estonia, Chipre, Grecia y Bulgaria) han comenzado a emplear este tipo de gestión de residuos. Son especialmente llamativos los casos de Lituania y Estonia, cuyas ratios de depósito en vertedero se han visto severamente reducidas en favor del reciclado y la incineración.

En vista de la evolución de estos datos, la conclusión lógica parece ser la disminución de depósito en vertedero en favor del reciclado y la incineración. En este contexto la incineración se antoja imprescindible hasta que sea viable el reciclado del 100% de los residuos.

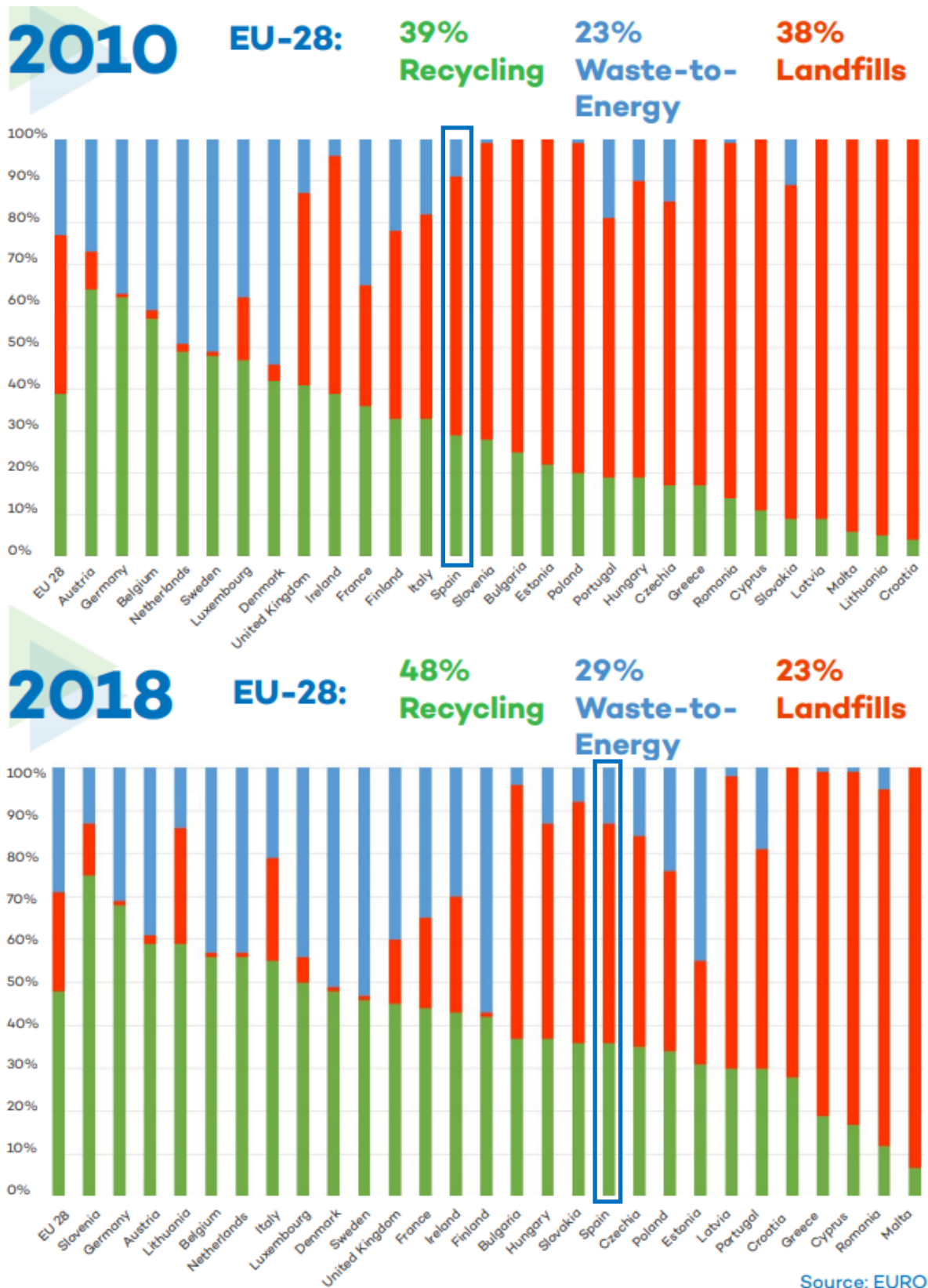


Figura 33.- Evolución de los porcentajes reciclaje, valorización energética y depósito en vertedero EU-28. Fuente: SWET - European Suppliers of Waste-to-Energy Technology (basado en EUROSTAT)

5.1.2. Comunidades autónomas

En la siguiente figura se presentan la situación en 2019 de las diferentes Comunidades Autónomas respecto al porcentaje de las operaciones de tratamiento computables para la consecución del objetivo del 50% de preparación para la reutilización y reciclado de los residuos domésticos y similares.

Como se puede observar el % incinerado en la actualidad por la Comunidad de Madrid es inferior al de cualquier otra Comunidad que emplee la incineración como tratamiento.

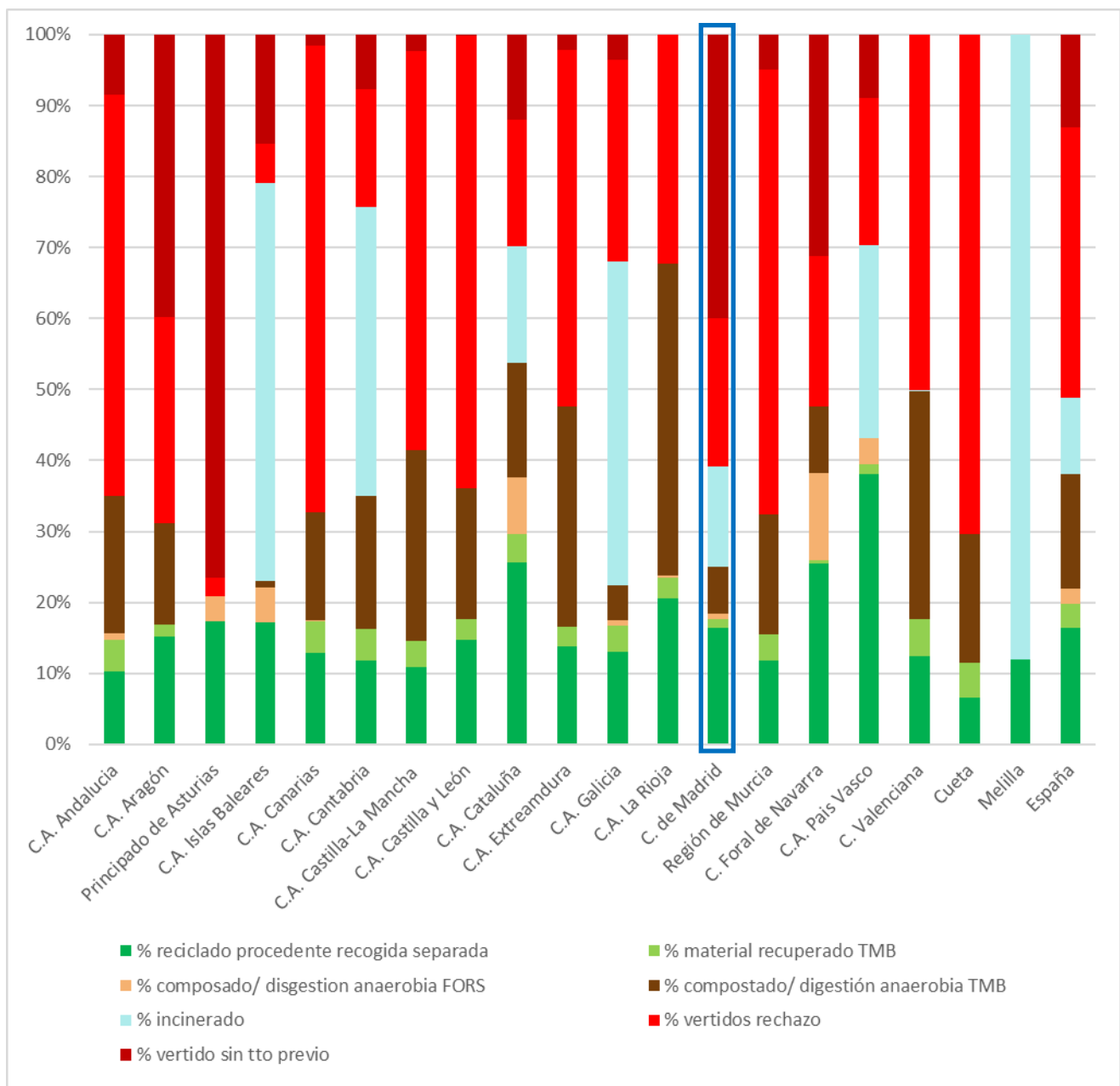


Figura 34.- . Porcentajes de los distintos tipos de tratamiento de residuos municipales por comunidades autónomas. Fuente: MITECO “Memoria anual de generación y gestión de residuos de competencia municipal. 2019”

5.2. Número de plantas de valorización energética de residuos no peligrosos en países de referencia y ubicación en grandes núcleos urbanos

5.2.1. Incineradoras de residuos no peligrosos en Europa.

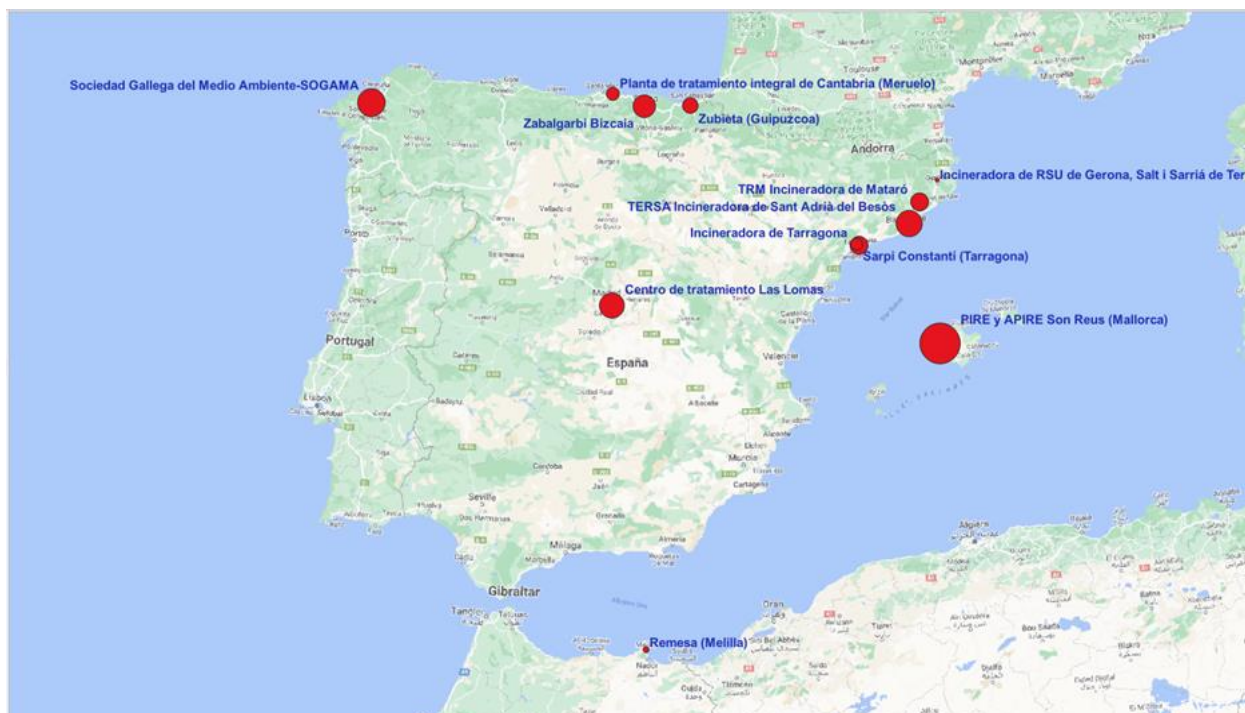
Instalaciones de valorización energética en España

España cuenta con 11 instalaciones de valorización de residuos no peligrosos:

- 2 incineradoras en el País Vasco: Zabalgardi y Zubieta
- 4 en Cataluña: Sirusa (Tarragona), TERSA (Barcelona), Mataró (Barcelona), TRARGISA (Gerona)
- 1 en Madrid: LAS LOMAS en la ciudad de Madrid
- 1 en Baleares: TIRME en Mallorca
- 1 en Galicia: SOGAMA en La Coruña
- 1 en Melilla: Remesa
- 1 en Cantabria: TIRCANTABRIA en Meruelo

Además, hay otra incineradora de residuos peligrosos en Tarragona: SARPI CONSTANTI

Su ubicación se muestra a continuación, con círculos de distinto tamaño según su capacidad de tratamiento.



En 2020¹⁹ había 631 instalaciones de incineración de residuos no peligrosos en los 33 países europeos que abarca la base de datos *Industrial Reporting Database* de la Agencia Europea de Medio Ambiente:

País	nº instalaciones
Alemania	108
Austria	12
Bélgica	30
Bulgaria	2
Chequia	5
Chipre	1
Croacia	0
Dinamarca	43
Eslovaquia	1
Eslovenia	1
España	12
Estonia	0
Finlandia	8
Francia	131
Grecia	0
Hungría	3
Irlanda	2
Islandia	0
Italia	43
Letonia	0
Liechtenstein	0
Lituania	3
Luxemburgo	1
Malta	0
Noruega	12
Países Bajos	15
Polonia	9
Portugal	4
Reino Unido	129
Rumanía	0
Serbia	0
Suecia	26
Suiza	30

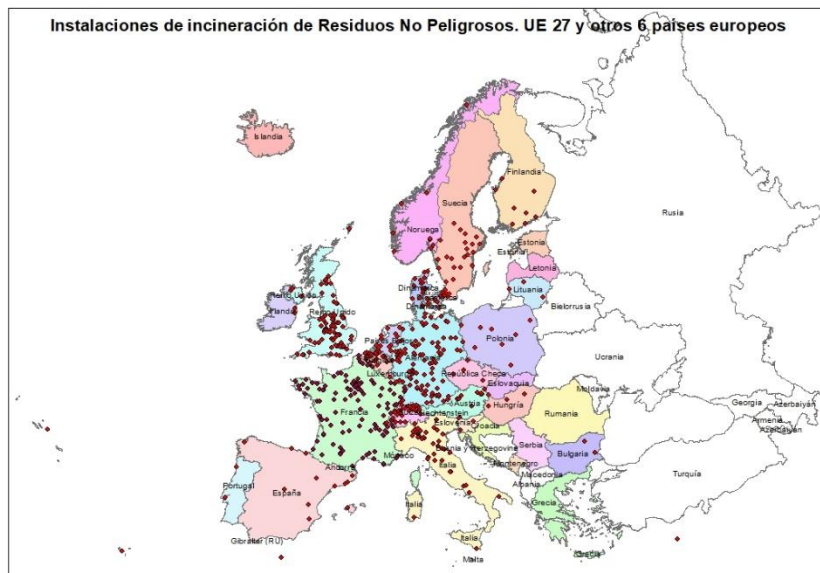
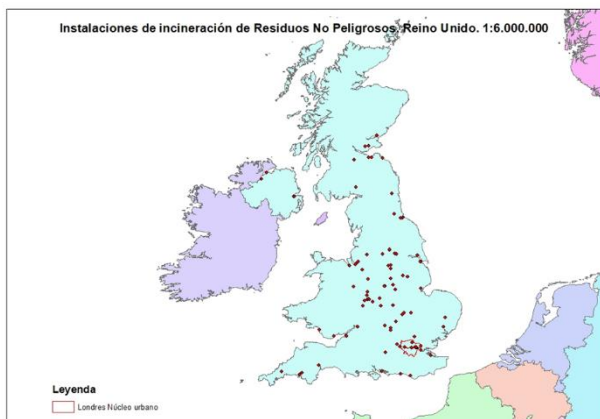
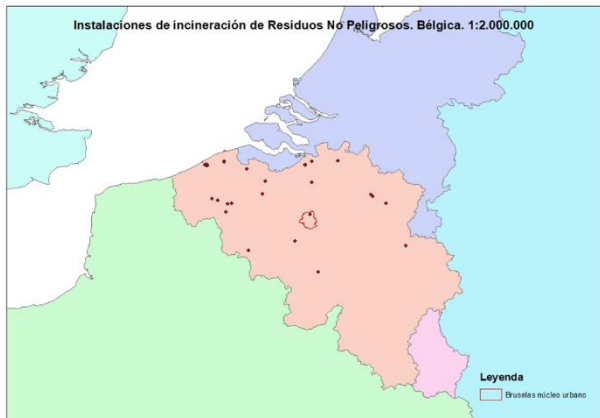
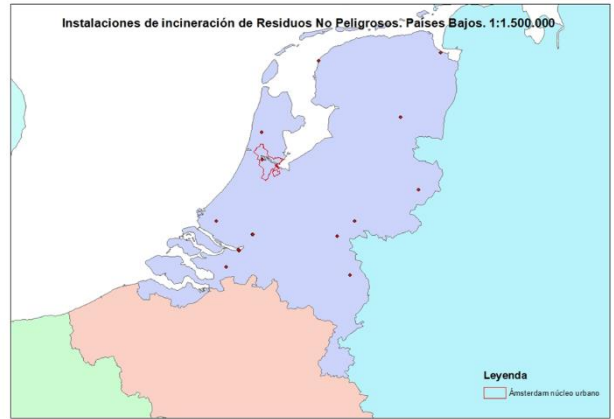
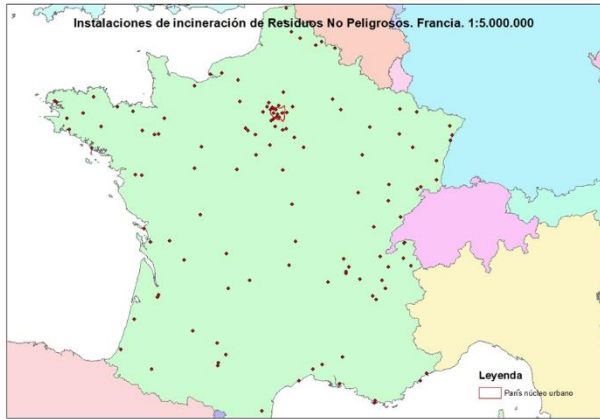


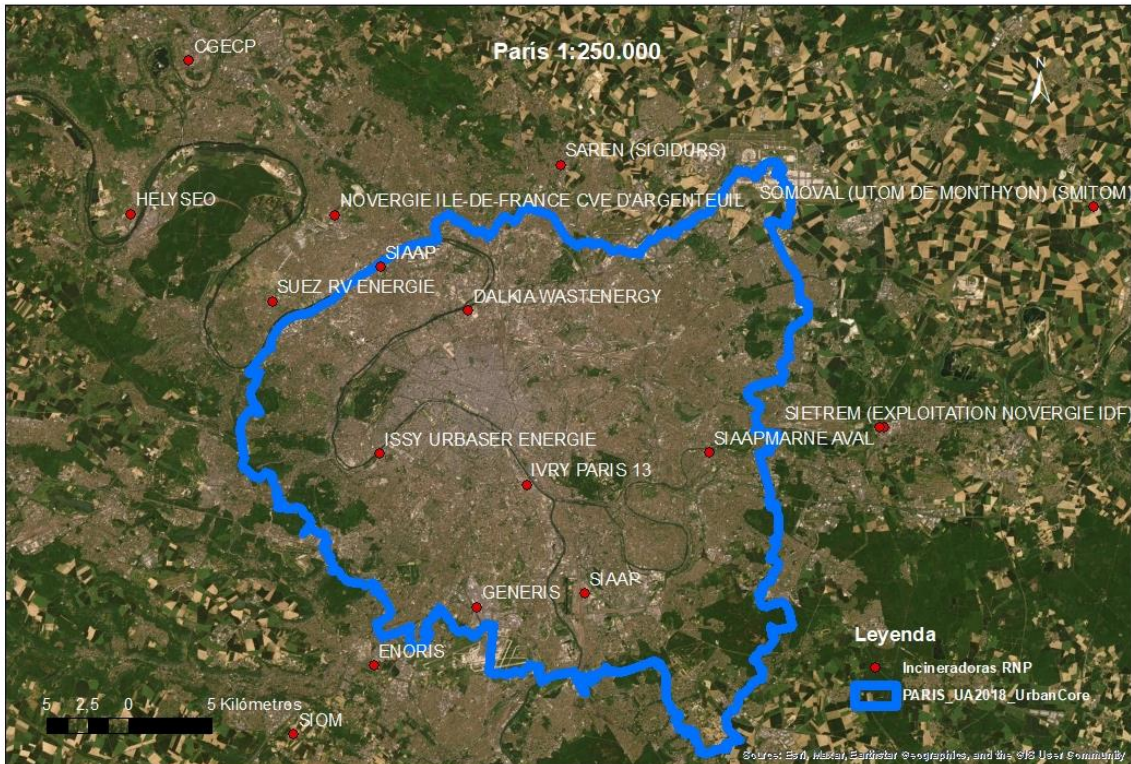
Figura 35.- . Ubicación de las instalaciones de incineración de residuos no peligrosas en Europa. Fuente: Base de datos de Emisiones Industriales de la Agencia Europea de Medio Ambiente

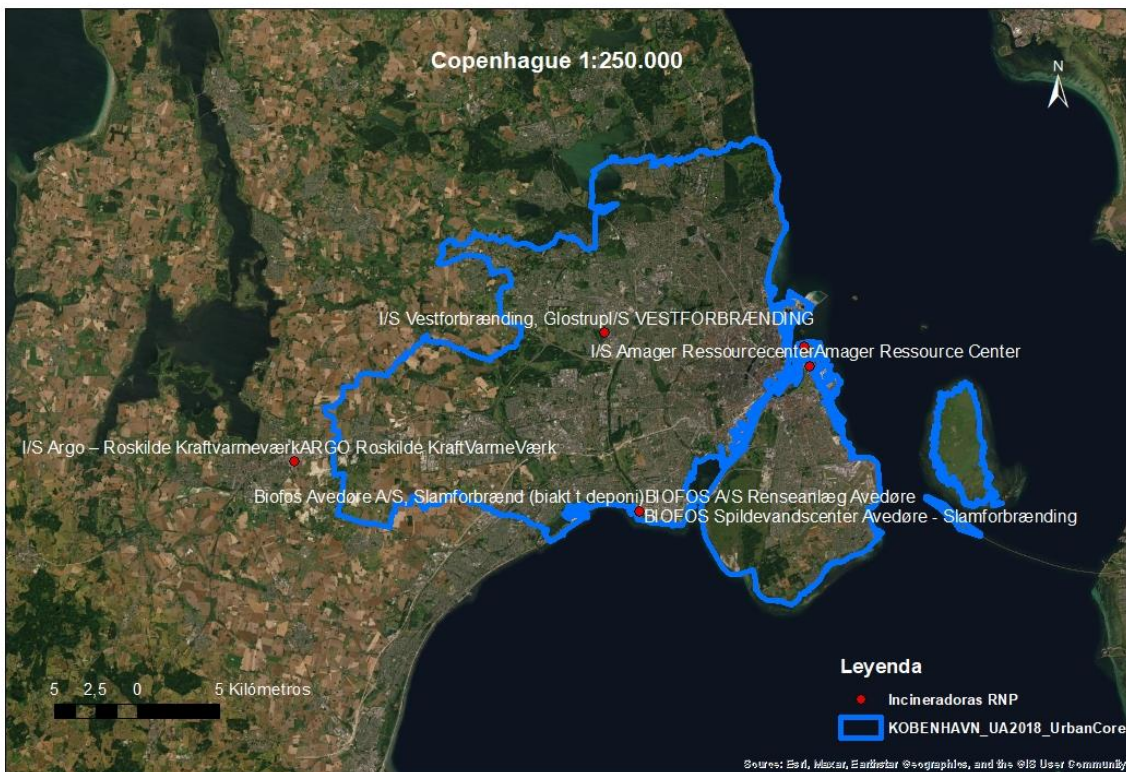
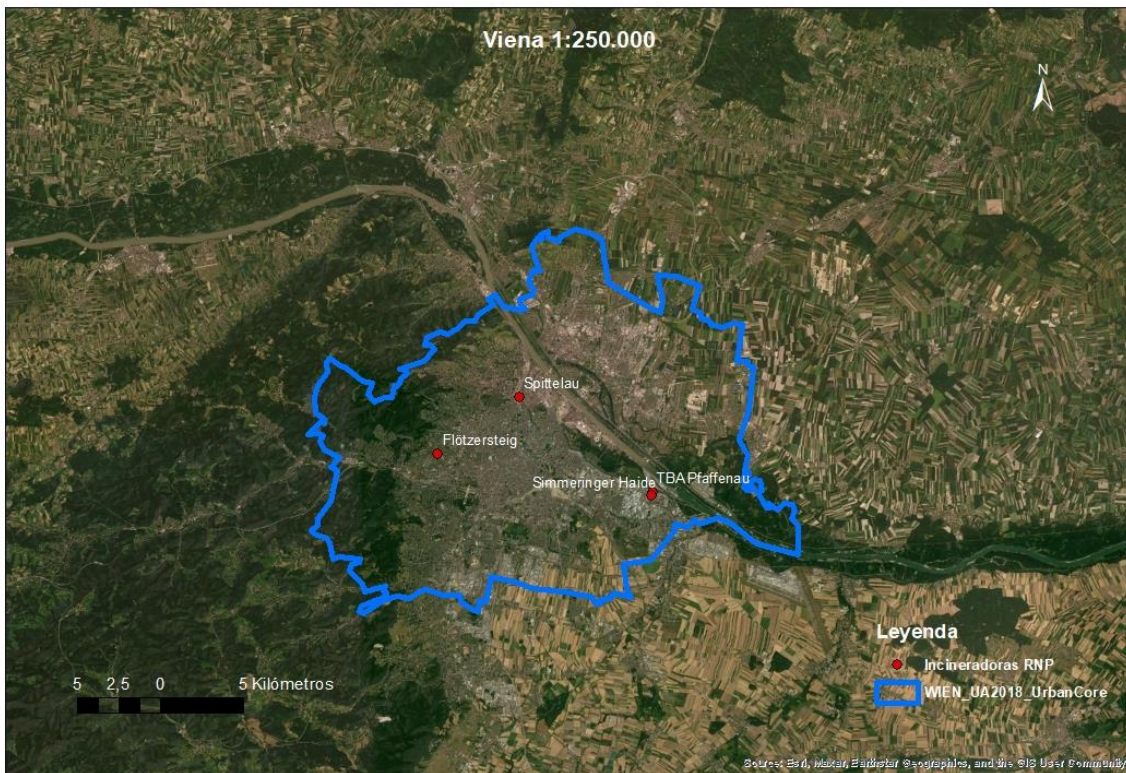
¹⁹ Los datos de Eslovaquia y Noruega son de 2017 y los de Italia y Reino Unido, de 2019.

La ubicación de la planta de valorización energética de Las Lomas con relación al núcleo urbano de Madrid no es ninguna excepción dentro de las principales ciudades europeas y, en particular, dentro de las capitales de estado, como se puede ver en los ejemplos siguientes.



Los mapas siguientes muestran con más detalle la ubicación de algunas incineradoras de residuos no peligrosos con respecto a los núcleos urbanos de tres ciudades representativas como son París, Viena y Copenhague.

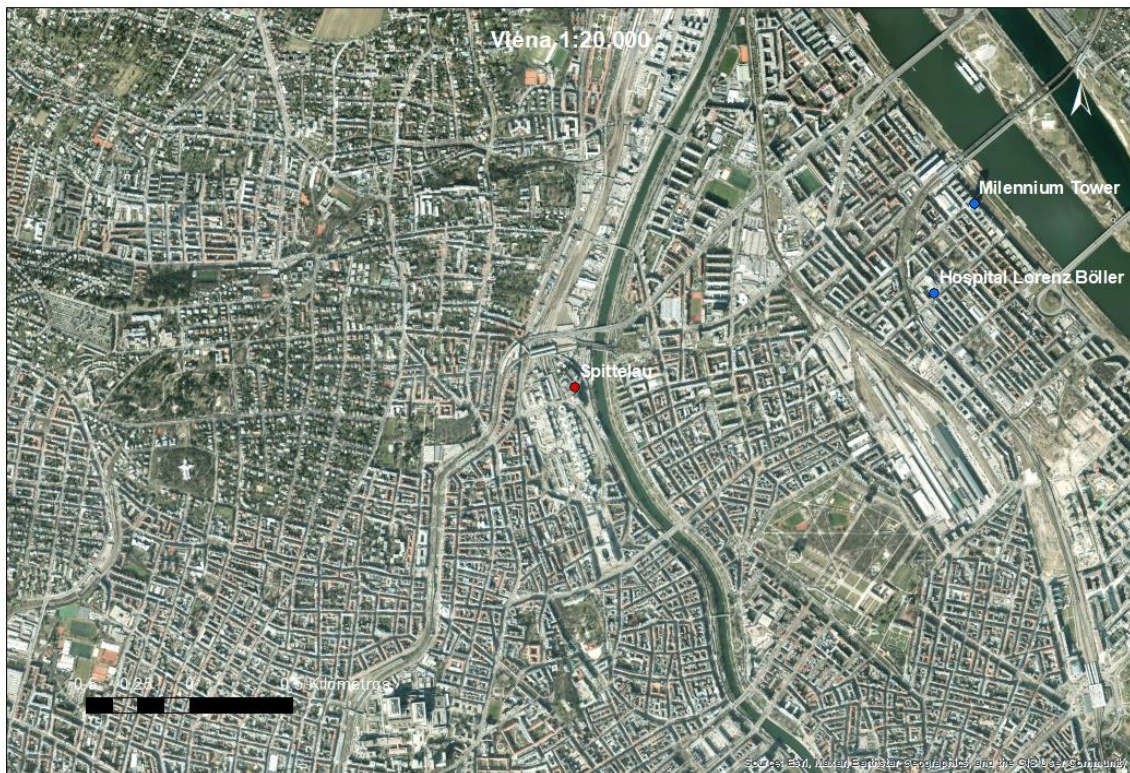




A continuación, se muestra, para cada una de esas tres capitales, una ortofotografía con la ubicación de alguna de las plantas de valorización energética de residuos sólidos municipales.



Hay 1.850 m de distancia de la incineradora de Dalkia Wastenergy al Ayuntamiento de París.



En Viena hay 1.825 m de la incineradora de Spittelau al hospital Lorenz Böller y 2.071 m a la Millennium Tower.



Hay 1.650 m de la incineradora de Amager Ressource Center al palacio de Amaliemborg (residencia de la familia real danesa), 1.200 m a la Ópera de Copenhague y 2.100 m a la sede de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

5.2.2. Incineradoras de residuos no peligrosos fuera de Europa.

Estas ubicaciones dentro de los núcleos urbanos no son exclusivas de Europa, sino que también se dan en grandes ciudades o capitales de Asia o América. A continuación se muestra el ejemplo de Tokio²⁰.



²⁰ El conjunto de los 23 "barrios especiales" que es lo que tradicionalmente se identifica como ciudad de Tokio.



5.3. Comparación entre valorización energética de residuos y depósito en vertedero

La falta de suelo para el depósito en vertedero de la fracción no reciclable de los residuos sólidos municipales (dentro de un radio razonable para el transporte), es un motivo poderoso para la instalación de plantas de valorización energética dentro de los grandes núcleos de población o en sus proximidades inmediatas, pero dicha implantación se justifica también desde una valoración global de los impactos de la gestión de los residuos sobre el medio ambiente y las personas.

Desde una perspectiva amplia, como la que se emplea por ejemplo en los Análisis de Ciclo de Vida, la valorización energética de residuos sólidos municipales no sólo no es perjudicial para un aspecto tan importante como el cambio climático, sino que es beneficiosa. Esto se debe principalmente a que la fracción de los residuos de origen biológico es un combustible renovable, a que la valorización energética evita otras emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) al recuperar energía eléctrica y metales y a que también evita las emisiones que se producirían en la gestión alternativa de los residuos en vertedero.

La Agencia de Medio Ambiente de los EEUU ha calculado que las emisiones netas de GEI de la valorización energética de residuos municipales mezclados (descontando las emisiones evitadas por recuperación de energía eléctrica y de metales ferrosos) son ligeramente negativas (las emisiones GEI evitadas son mayores que las producidas), a diferencia de las emisiones netas de GEI del depósito en vertedero (descontando las emisiones evitadas por generación de energía eléctrica con biogás captado), que son claramente positivas (US EPA Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors Used in the Waste Reduction Model, 2015).

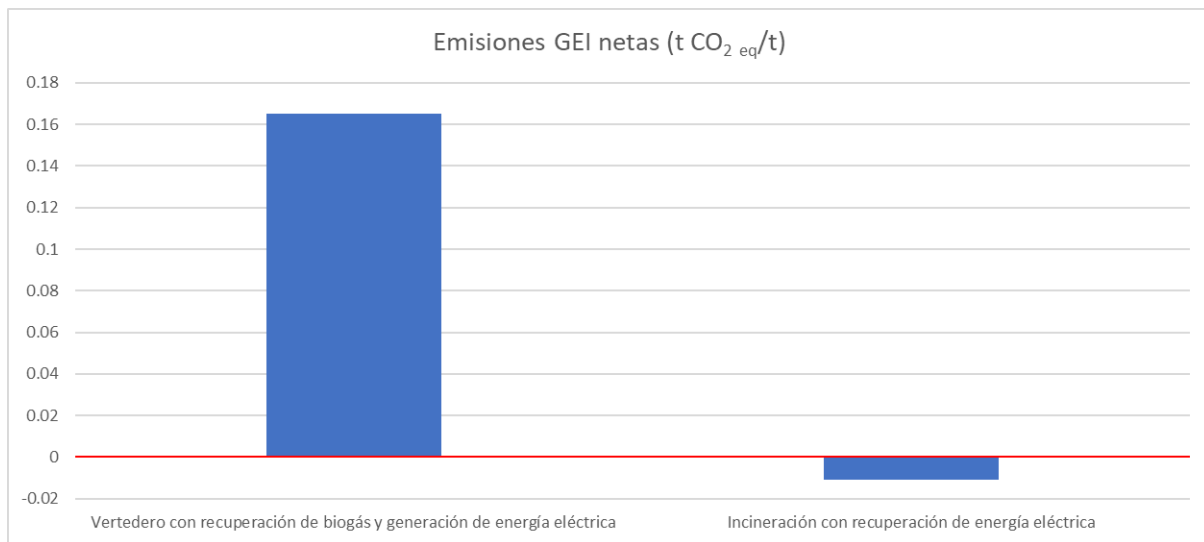


Figura 36.- Emisiones netas de GEI por tonelada de residuos municipales mezclados. Fuente US EPA Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors in the Waste Reduction Model

Los beneficios de la valorización energética para la reducción de las emisiones de GEI están avalados por numerosos Análisis de Ciclo de Vida publicados. Los resultados numéricos presentan una notable variabilidad, ya que dependen en gran medida de los factores de emisión para producción de electricidad, y abarcan desde emisiones netas de GEI fuertemente negativas (generación de energía eléctrica con carbón evitada) a emisiones netas moderadamente positivas (generación con energías renovables evitada), pero menores en todo caso que las emisiones de GEI de la gestión alternativa en vertedero. En este sentido, el artículo “Climate Change Impacts of Electricity Generated at a Waste-to-Energy Facility”, de 2021, resulta bastante coherente en su metodología ya que relaciona las emisiones de GEI con la energía eléctrica producida, de forma que se puede comparar con cualquier otra forma de producción de energía eléctrica. En dicho trabajo se obtuvo que la producción de electricidad por valorización energética es casi neutra desde el punto de vista de las emisiones de GEI si se tiene en cuenta las emisiones evitadas por la recuperación de metales de las escorias y por la gestión alternativa en vertedero (con lo que conlleva de emisiones difusas de GEI y también, en sentido contrario, de emisiones evitadas por la producción de electricidad a partir de biogás).

La figura siguiente resume las conclusiones de dicho artículo: sin tener en cuenta las emisiones evitadas por la recuperación de metales de las escorias y por la gestión alternativa en vertedero (electricity scenario) se obtuvo unas emisiones de 0,775 kg CO_{2eq}/kWh, teniendo en cuenta dichas emisiones evitadas (coproduct scenario), las emisiones de GEI bajan hasta sólo 0,0824 kg CO_{2eq}/kWh. Como comparación, el mix eléctrico español correspondiente al año 2020 supuso 0,250 kg CO_{2eq}/kWh, por lo que en la actualidad la valorización energética de residuos sólidos municipales en España resulta muy conveniente desde el punto de vista de las emisiones de GEI. La comparación sería distinta si toda la electricidad se produjera a partir de fuentes renovables, aunque en este caso las emisiones de GEI de la valorización energética de residuos municipales seguirían siendo inferiores a las de la alternativa de depósito en vertedero.

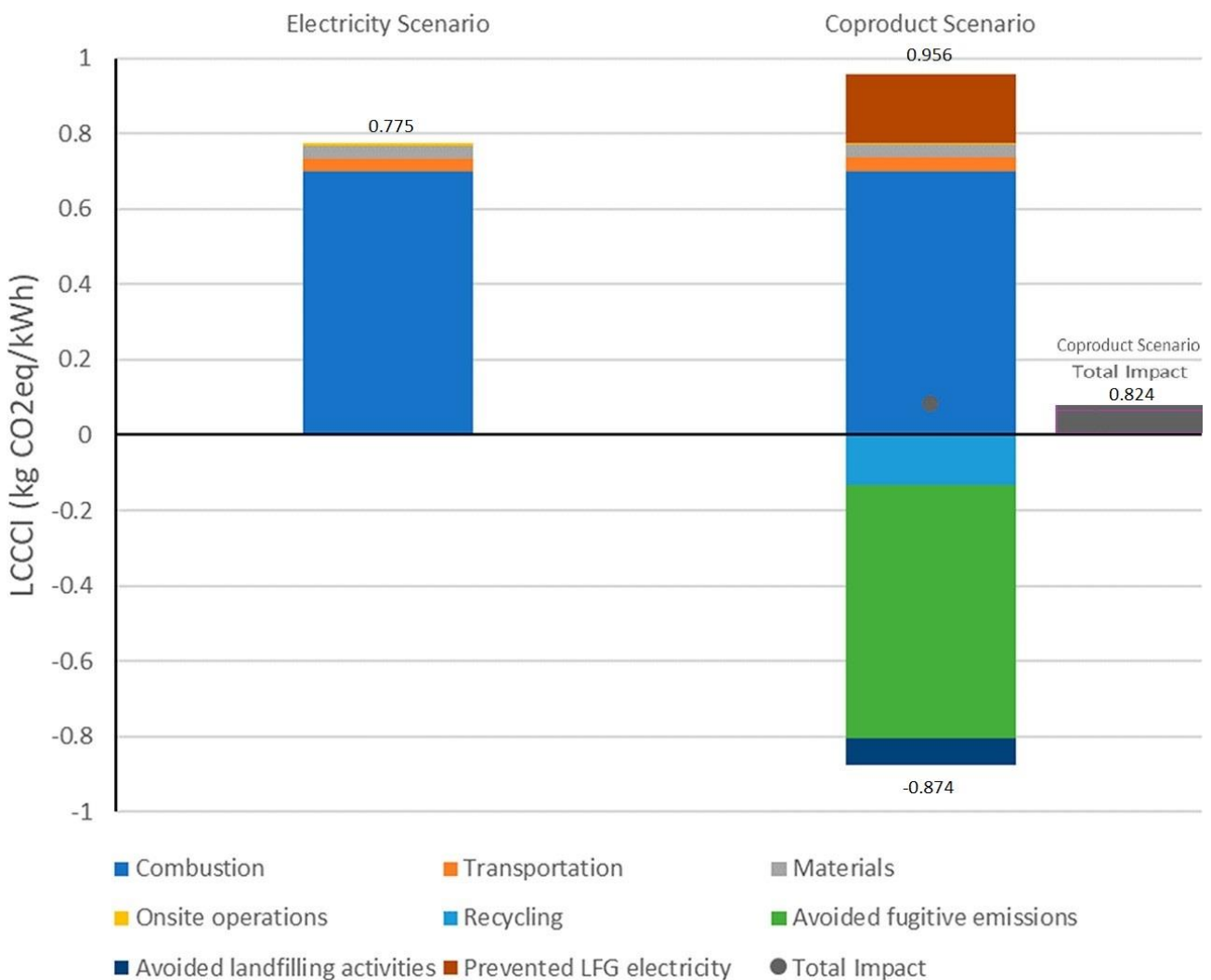


Figura 37.- Emisiones de GEI de la valorización energética de RSU, escenario base y escenario con emisiones evitadas. Fuente: Climate Change Impacts of Electricity Generated at a Waste-to-Energy Facility

Con una perspectiva similar, pero que incluye algunos impactos que no se tienen en cuenta en los análisis de ciclo de vida (molestias, olores, impacto visual), la D. G. Environment de la Comisión Europea ha publicado un documento (“A study on Economic Evaluation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste”, Final Main Report October 2000) que valora las externalidades medioambientales de la valorización energética y del depósito en vertedero considerando las categorías calentamiento global, daños por la contaminación del aire, daños al agua por lixiviados y “disamenities” (molestias: olores, impacto visual), así como los impactos evitados (lo que denomina “desplazamiento de la contaminación”). En dicho documento compara varios casos:

- **Caso L1** para depósito en vertedero. El vertedero es moderno y cumple con la directiva de vertederos. El gas de vertedero es recuperado para producir gas y electricidad (el más favorable).
- **Caso L2** para depósito en vertedero. El vertedero es antiguo y no cuenta con impermeabilización ni captación de biogás.
- **Caso I1** para incineración. La planta cumple la directiva de incineración de residuos y se recupera energía eléctrica y calor.
- **Caso I2** para incineración. La planta cumple la anterior directiva de incineración de residuos y se recupera sólo energía eléctrica.
- **Caso I3** para incineración. La planta no cumple la anterior directiva de incineración de residuos y no se recupera energía.

Table 9.3 Summary of external costs for landfill disposal of waste in examples L1 and L2 (EURO/tonne waste disposed at landfill)

Example no.	L1	L2
Impact		
Global warming ¹⁾	5 (1 – 14)	8 (2 – 23)
Damage from air pollution	0.1 (0.02 – 0.2)	0 (-)
Damage from leachate	0 (0 – 1)	1.5 (1 – 2)
Disamenity	10 (6 – 19)	10 (6 – 19)
Total external costs	15 (7 – 34)	20 (9 – 44)
Pollution displacement ²⁾	-4 (-10 – -1)	0 (-)
Net external costs	11 (6 – 24)	20 (9 – 44)

Note: Low, high and best estimate values for both emissions and valuations were used. The low end of the interval is obtained by using low values of each estimate and the high values are obtained by using high values of each estimate. This will overestimate the size of the interval.

1) The main part of these costs is related to CH₄.

2) The main part of these benefits is related to NQ and SO₂.

Table 9.1 Summary of externality costs for incineration of waste in examples I1, I2 and I3 (EURO/tonne waste incinerated)

Example no.	I1	I2	I3
Impact			
Global warming	0.8 (0.5 – 1.0)	0.8 (0.5 – 1.0)	0.8 (0.5 – 1.0)
Damage from air pollution ¹⁾	20 (5 – 27)	50 (15 – 72)	69 (20 – 108)
Damage from leachate	0 (0 – 0.3)	0 (0 – 0.3)	0 (0 – 0.3)
Disamenity	8 (4 – 14)	8 (4 – 14)	8 (4 – 14)
Total external costs	28 (10 – 43)	58 (20 – 88)	77 (25 – 124)
Pollution displacement ¹⁾	-71 (-115 – -19)	-21 (-29 – -4)	0 (-)
Net external costs	-43 (-72 – -9)	37 (16 – 84)	77 (25 – 124)

Note: Low, high and best estimate values for both emissions and prices were used. The low end of the interval is obtained by using low values of each estimate and the high values are obtained by using high values of each estimate. This will overestimate the size of the interval. This approach is also used for pollution displacement, which has the adverse effect.

1) The main part of these costs/benefits is related to NQ and SO₂.

Las cantidades representan las valoraciones económicas de las externalidades, expresados en euros por tonelada de residuos.

El vertedero de Las Dehesas corresponde al caso L1 y la planta de valorización de Las Lomas al caso I2, excepto en lo que se refiere a la contaminación atmosférica, en que corresponde al caso I1. Los rectángulos rojos de las tablas anteriores muestran dichas correspondencias. Se observa que la forma de gestión para la fracción no reciclable de los RSUs más adecuada medioambientalmente es la del caso I1: valorización energética cumpliendo los límites de la nueva directiva de incineración con producción de electricidad y recuperación de calor. Esta forma de valorización sólo es posible si existe demanda de calor de baja entalpía en las proximidades de la planta, habitualmente, demanda de calor para climatización de viviendas o edificios públicos.

La siguiente tabla, adaptada de las anteriores, resume la comparación entre vertedero óptimo (L1) e incineración con producción de energía eléctrica.

	Vertedero moderno con recuperación de biogás y producción de electricidad	Incineradora que cumple la nueva directiva de incineración, con recuperación de energía eléctrica pero sin recuperación de calor
Calentamiento global	5	0.8
Daño por contaminación del aire	0.1	20
Daño por vertidos	0	0
Molestias (olores, impacto visual...)	10	8
Costes externos totales	15.1	28.8
Desplazamiento de contaminación /contaminación evitada	-4	-21
Costes externos netos	11.1	7.8

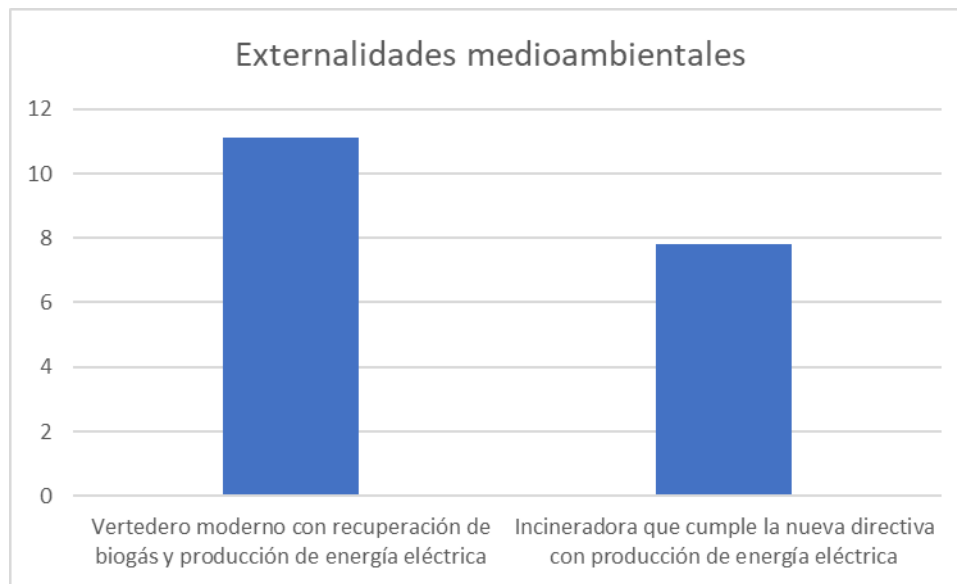


Figura 38.- Externalidades medioambientales de la gestión en vertedero y la incineración con producción de energía eléctrica. Fuente de los datos: "A study on Economic Evaluation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste", Final Main Report October 2000. Comisión Europea D. G. Environment

Se observa que, de acuerdo con esta valoración de los impactos medioambientales, una valorización energética subóptima (cumpliendo los límites de la nueva directiva de incineración, con producción de energía eléctrica, pero sin recuperación de calor), también es más adecuada que depósito en vertedero.

5.4. Comparativa de las emisiones de la planta de valorización de las Lomas con otras plantas representativas de Europa.

Para el estudio comparativo, se identificaron plantas de valorización energética de residuos sólidos urbanos ubicadas en Europa que pudieran resultar representativas para la comparación de sus emisiones con las de la planta de valorización de Las Lomas. Para ello se siguió el criterio de que estuvieran ubicadas dentro del límite urbano de una ciudad con una población de más un millón de habitantes²¹, preferiblemente, capital de estado.

Con este criterio geográfico se identificaron 23 incineradoras de residuos no peligrosos, ubicadas en 11 ciudades de 9 países. Después de descartar las dedicadas a incineración de lodos de depuración, las que figuran en la base de datos pero que no habían entrado en servicio todavía y aquellas de las que no se pudo obtener información suficiente para comparar tanto las emisiones totales como los factores de emisión (emisiones por tonelada valorizada), la comparación se circunscribió a 9 plantas de valorización energética, incluida la de Las Lomas. En la tabla siguiente se identifican dichas plantas con la denominación con que aparecen en la base de datos de emisiones industriales de la Agencia Europea de Medio Ambiente, excepto la planta de Las Lomas, que en la AEMA aparece como Las Lomas Urbaser S.A.

Ciudad	Planta de valorización
Madrid	Las Lomas
Londres	Edmonton EcoPark
Londres	SELCHP Energy Recovery Facility
París	Dalkia Wastenergy
París	Issy Urbaser Energy
París	Ivry Paris 13
París	Generis
Ámsterdam	Alfal Energie Bedrijt
Copenhague	I/S Amager Ressourcecenter

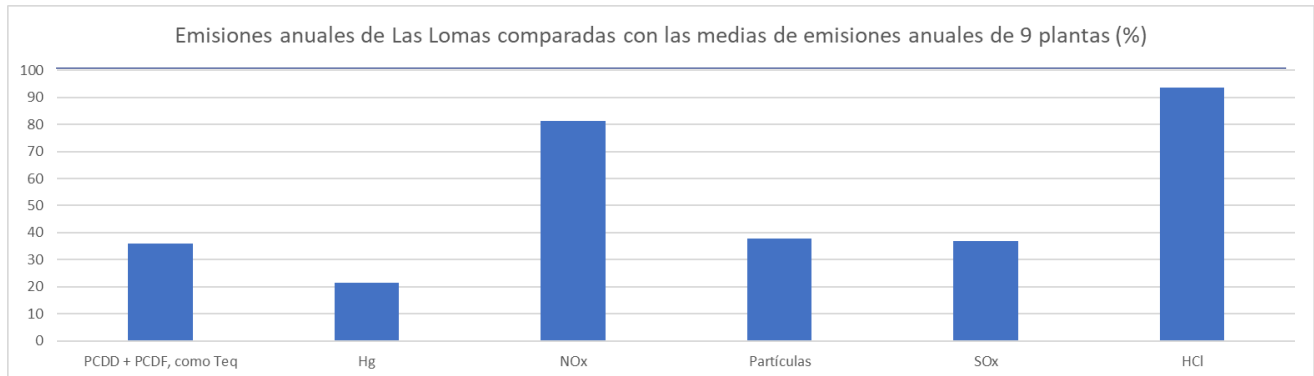
²¹ Las excepciones fueron Ámsterdam, con sólo 811.000 habitantes, pero capital de estado y Copenhague, con sólo 559.000 habitantes, pero capital de estado y cuyas incineradoras tratan también residuos urbanos generados fuera de la ciudad.

En la tabla siguiente se resumen los g/tonelada de emisiones anuales y de toneladas de Residuos Sólidos Urbanos valorizadas de dichas plantas. Los datos corresponden al año 2020, excepto los de Generis (Rugins Val de Marne), que corresponden al año 2019.

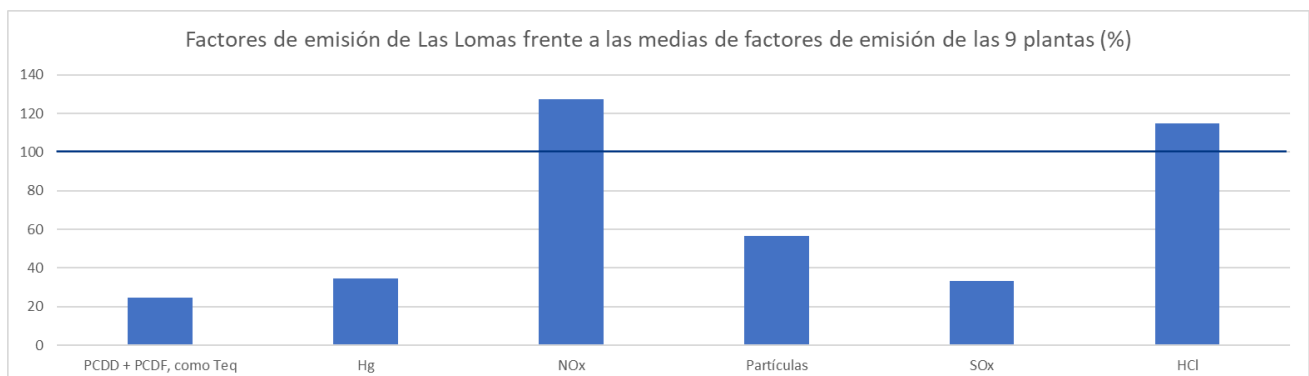
	Madrid	Paris	Paris	Paris	Paris	Londres	Londres	Copenhague	Amsterdam
	Las Lomas	Ivry Paris 13	Dalkia Wastenergy	Generis (Rungis Val de Marne)	Issy Urbaser	Edmonton Eco Park	SELCHP Energy Recovery Facility	I/S Amager Ressourcecenter	Afval Energie
	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada	g/tonelada
CO ₂	308055	868	-	922	866	302,6	1671000	1023000	1008000
NO _x	717	232,9	213	-	161	434	2051	158	532
SO ₂	22,6	91,3	44	-	15	<185	<271	10	-
CO	86,4	110,6	79	-	33	<185	<271	30	-
Particulas	5,2	15,4	13	-	2,31	<27,1	12,2	7	-
HCl	28,1	4,65	6	-	18	19,2	92,5	3	-
Hg y compuestos, como Hg	5,10E-03	4,70E-02	1,00E-02	-	2,40E-02	< 1.8E-4	8,90E-03	8,00E-03	-
PCDD + PCDF, como Teq	8,70E-08	1,35E-07	8,90E-08	2,76E-06	2,20E-08	<1.80E-08	5,40E-08	9,00E-09	1,50E-08
t valorizadas/año	330.290	636.738	552.350	114.964	442.401	541.976	369.228	440.000	810.938

Tabla 31.- Factores de emisión (g por tonelada de residuos valorizados) y cantidades valorizadas anualmente en 9 plantas de valorización energética ubicadas en grandes ciudades europeas.

En la siguiente gráfica se comparan las emisiones anuales de la planta de Las Lomas con la media de las 9 plantas de tabla anterior (la emisión medida anual de cada parámetro corresponde al valor 100). Se observa que las emisiones anuales están por debajo de la media para todas las sustancias.

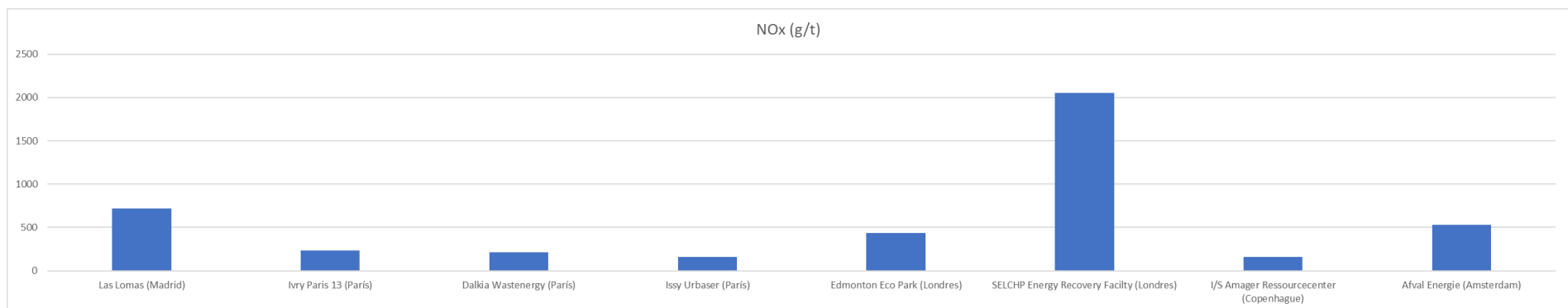
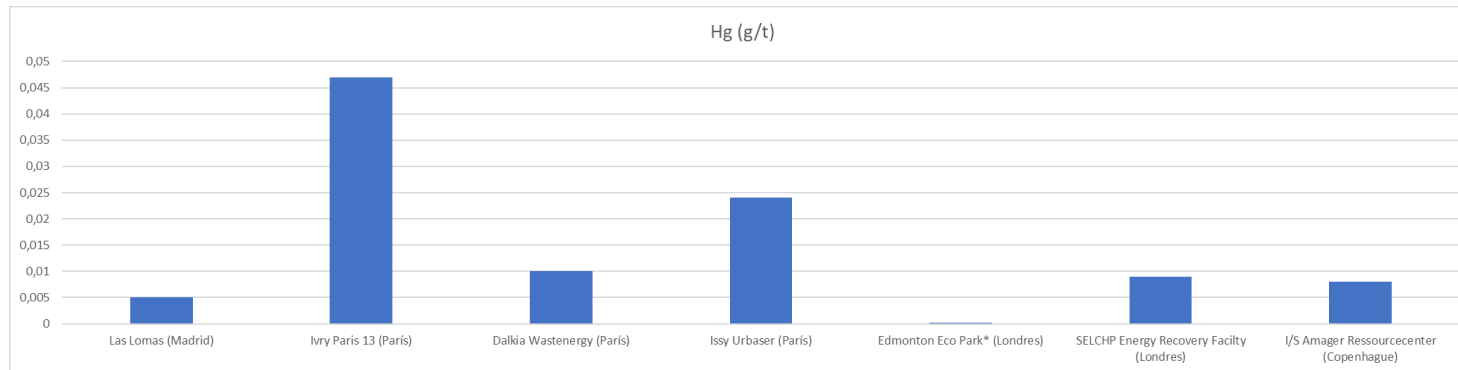
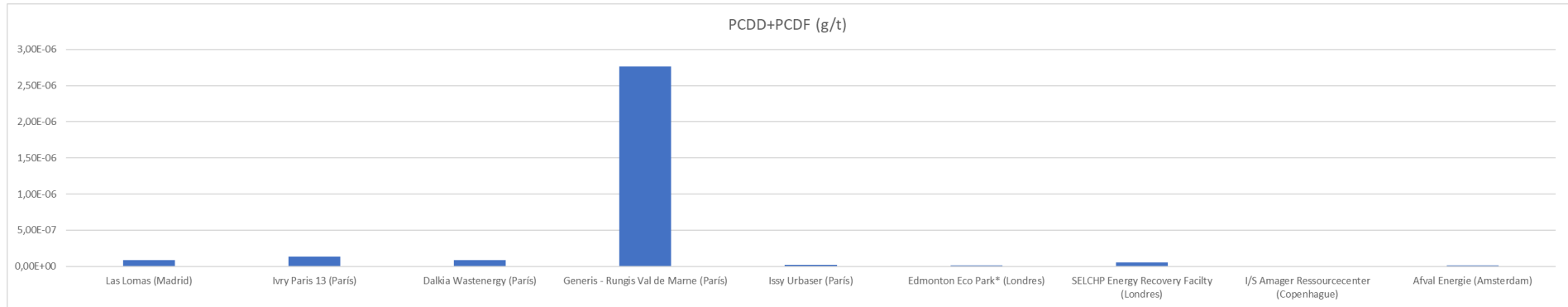


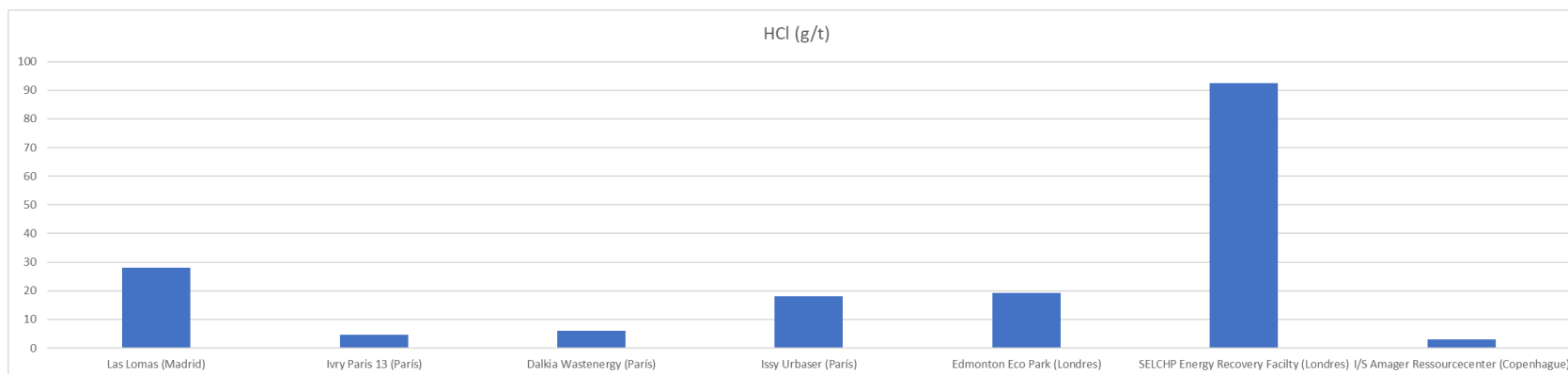
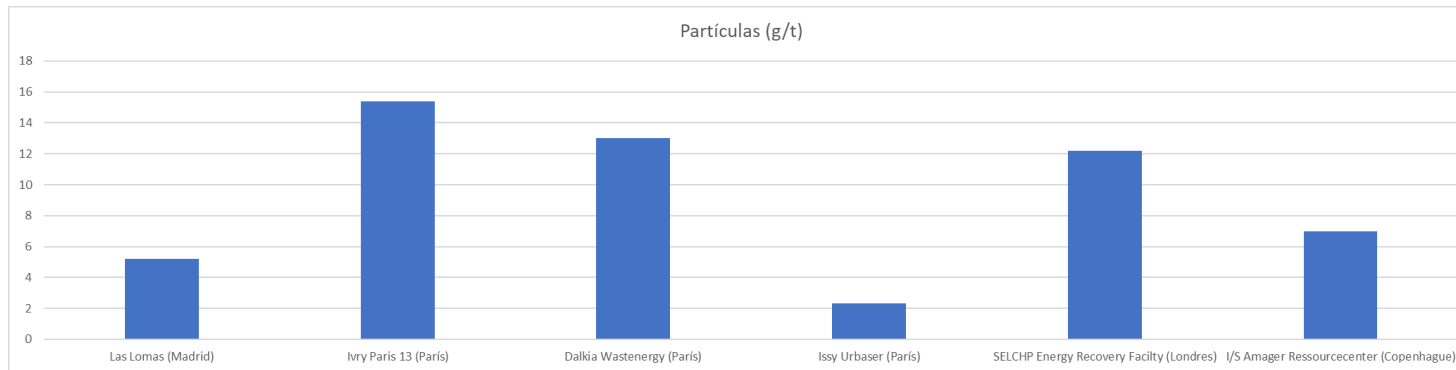
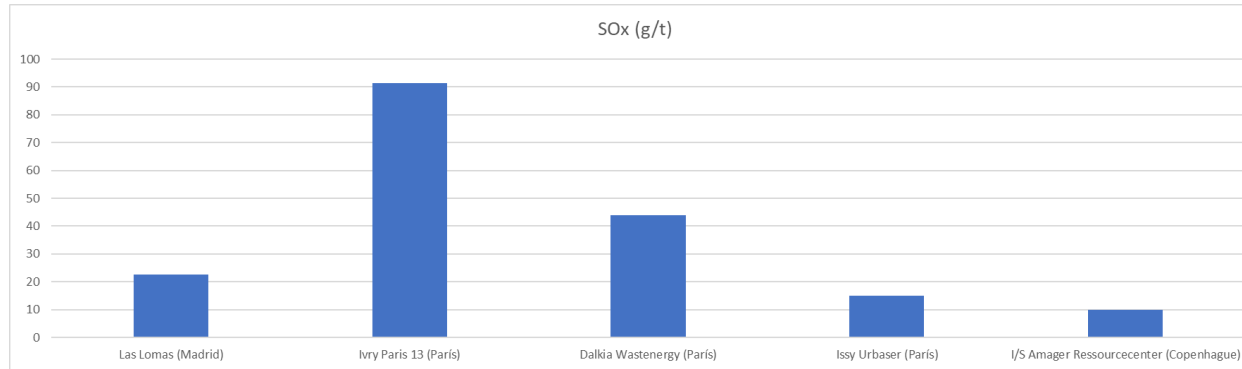
Las emisiones totales (kg emitidos al año) son representativas del impacto global sobre la atmósfera, pero no aportan información sobre la eficacia con que las plantas minimizan sus emisiones, ya que no tienen en cuenta las cantidades totales valorizadas. La gráfica siguiente compara los factores de emisión (g emitidos por tonelada de residuos valorizada), a efectos de valorar dicha eficacia.



Los factores de emisión de Las Lomas están generalmente por debajo de las medias del conjunto de plantas comparadas, excepto para el cloro y compuestos expresados como HCl (115% de la media), y para los óxidos de nitrógeno NOx (127% de la media). Cabe puntualizar que se trata de datos de 2020 y que el nuevo contrato de gestión de la planta prevé la mejora del catalizador de los NOx, por lo que se espera un incremento de su eficacia. En todo caso las emisiones de NOx en 2020 estaban lejos del correspondiente Valor Límite de Emisión de la Autorización Ambiental Integrada.

En las gráficas siguientes se comparan individualmente las tasas de emisión de las distintas plantas.





Por otra parte, en el año 2016 se solicitó información a las incineradoras de residuos municipales europeas, para emplearla en la elaboración del documento Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration de 2019. Participaron 222 plantas de incineración que principalmente tratan residuos municipales, incluida la de Las Lomas. A continuación, se compara los datos de concentraciones de los principales contaminantes atmosféricos reportados en 2016 para cada una de las 3 líneas de la planta de Las Lomas con el conjunto de datos reportados por las 222 plantas y también con los datos reportados en 2021 por la planta de Las Lomas.

Partículas

Un 79,5% de las concentraciones notificadas por los participantes eran superiores al valor superior notificado por las Lomas. Así mismo, los valores reportados en 2016 y en 2021 cumplen con el VLE-AAI y NE-MTD.

NOx

En 2016, un 47,1% de las concentraciones notificadas fueron superiores a la mayor concentración notificada por las Lomas (correspondiente a la línea 3). Los valores reportados en 2016 y en 2021 por las Lomas cumplen el VLE y el NE-MTD. Cabe señalar que en el nuevo pliego para la gestión de la planta exigía acciones a fin de mejorar el rendimiento del SCR a fin de reducir la concentración emitida de NOx a niveles inferiores a 80 mg/Nm³; la empresa finalmente adjudicataria espera reducir la concentración a un nivel de 50 mg/Nm³.

CO

Las concentraciones de las líneas 1, 2 y 3 han sido inferiores, respectivamente, a un 30,3, 59,1 y 17,2 % de los datos reportados. Los valores reportados por Las Lomas en 2016 y 2021 cumplen el NE-MTD y VLE-AAI.

Hg y sus compuestos

Las concentraciones de Hg de las líneas 1, 2 y 3 han sido inferiores, respectivamente, a un 63,7, 45,6 y 17,5% de los datos reportados. Los valores reportados por Las Lomas en 2016 y 2021 cumplen el NE-MTD y VLE-AAI.

Sb+As+Cr+Co+Cu+Pb+Mn+Ni+V

Las concentraciones de Sb+As+Cr+Co+Cu+Pb+Mn+Ni+V de las líneas 1, 2 y 3 han sido inferiores, respectivamente, a un 15,1, 18 y 30,7% de los datos reportados. Los valores reportados por Las Lomas en 2016 y 2021 cumplen el NE-MTD y VLE-AAI.

Cd+Tl y sus compuestos

Las concentraciones de Cd+Tl de las líneas 1, 2 y 3 han sido inferiores, respectivamente, a un 29,7, 9,7 y 31,8% de los datos reportados. Los promedios anuales reportados Cd+Tl en 2016 y 2021 cumplen el VLE establecido y se encuentran dentro de los niveles de emisión asociados al empleo de las MTD.

Dioxinas y furanos

Las concentraciones de dioxinas de las líneas 1, 2 y 3 han sido inferiores, respectivamente, a un 59,1, 44,9 y 52,9% de los datos reportados. Los promedios anuales de dioxinas y furanos reportados en 2016 y 2021 cumplen el VLE establecido y se encuentran dentro de los niveles de emisión asociados al empleo de las MTD.

5.5. Comparativa de las emisiones de la planta de valorización de Las Lomas con los límites de emisión

En la gráfica siguiente se comparan las concentraciones medias diarias en el año 2021 con los respectivos valores límite. Cada barra representa la concentración de un contaminante como % de su valor límite legalmente exigible.

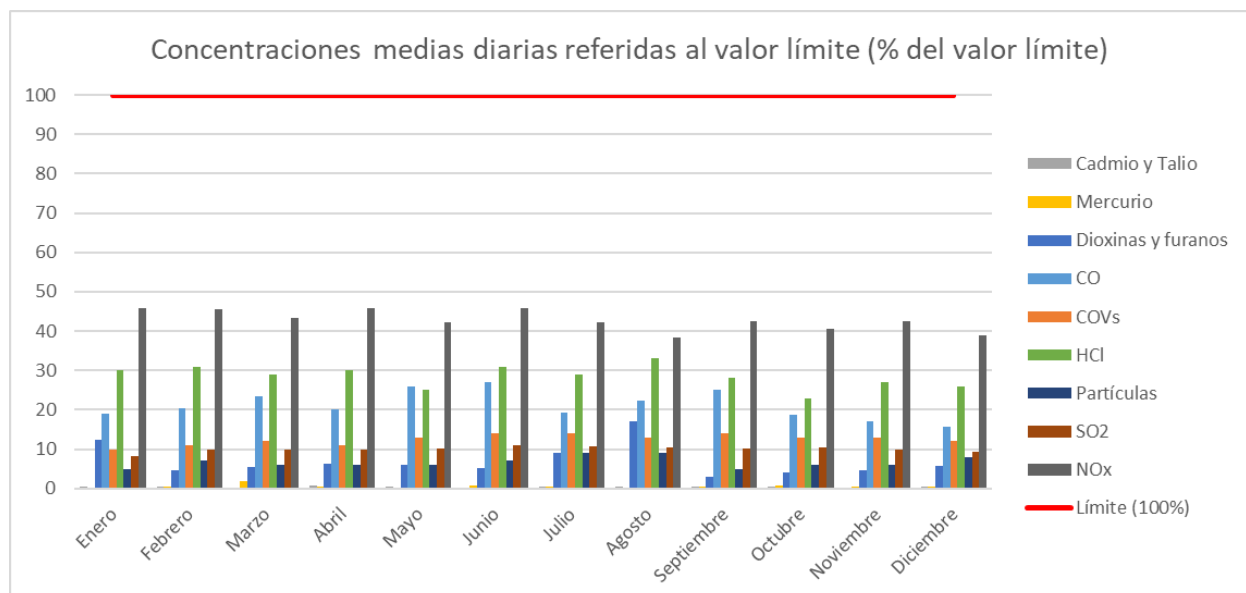


Figura 39.- Concentraciones medias emitidas por la planta de valorización durante el año 2021, representadas como % del valor límite de emisión. Fuente de los datos: Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez

Se observa que las concentraciones medias diarias de contaminantes emitidos por la planta de valorización de Las Lomas están muy por debajo de los valores límite para las medias diarias, especialmente en el caso de las sustancias más tóxicas como son cadmio, talio, mercurio y dioxinas y furanos.

Las concentraciones máximas diarias son, lógicamente, mayores que las concentraciones medias diarias, pero siguen estando lejos de los respectivos límites. En la gráfica siguiente se muestran las concentraciones máximas diarias registradas por los equipos de medida en continuo.

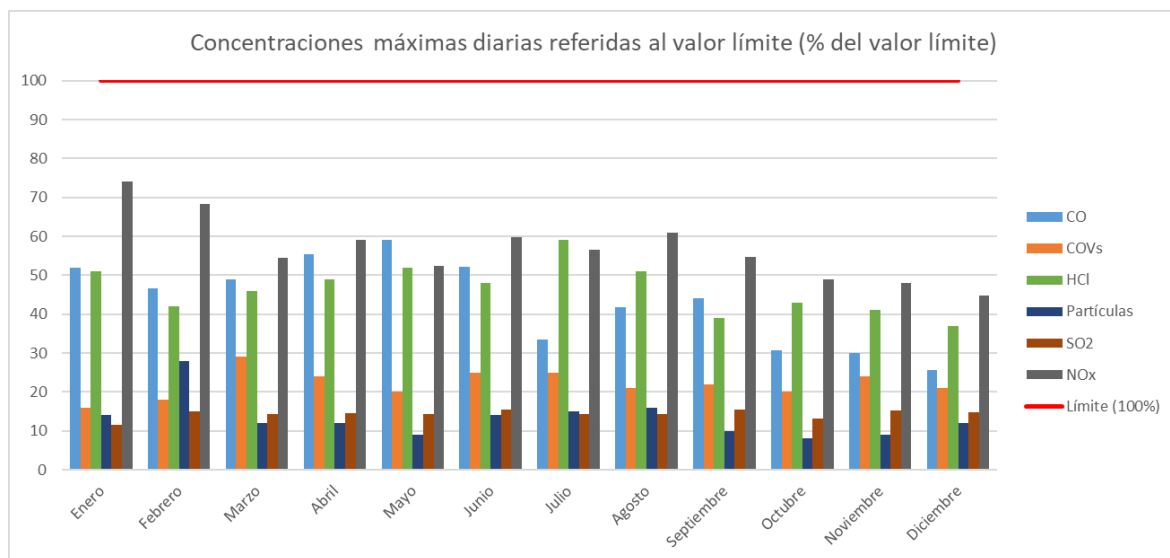


Figura 40.- Concentraciones máximas diarias emitidas por la planta de valorización durante el año 2021, representadas como % del valor límite de emisión. Fuente de los datos: Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez

5.6. Implantación de Mejores Técnicas Disponibles en la planta de valorización de Las Lomas

En la planta de valorización energética de Las Lomas están implantadas las siguientes Mejores Técnicas Disponibles²² (MTDs) de la Decisión de Ejecución (UE) 2019/2010 de la Comisión, de 12 de noviembre de 2019, por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD), de conformidad con la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, para la incineración de residuos.

Medida implantada	MTD	Objetivo
Filtro de mangas	25	Reducir las emisiones de partículas, metales y metaloides
Inyección de sorbente en la caldera (inyección de cal en el horno)	27	Reducir las emisiones de HCl, HF y SO ₂
Absorbente semihúmedo (adsorción semihúmeda mediante ducha de lechada de cal)	27	Reducir las emisiones de HCl, HF y SO ₂
Recirculación de gases de combustión	29	Reducir las emisiones de NOx, N ₂ O, CO y NH ₃
Reducción catalítica selectiva (SCR)	29	Reducir las emisiones de NOx, N ₂ O, CO y NH ₃
Inyección de sorbente seco (inyección de carbón activo combinado con un filtro de mangas)	30	Reducción de las emisiones de compuestos orgánicos, incluidos dioxinas, furanos y PCBs
Optimización proceso de incineración (existencia de una cámara de postcombustión que permite alcanzar un tiempo de residencia de los gases de más de 2 segundos a más de 850°C)	30	Reducción de las emisiones de compuestos orgánicos, incluidos dioxinas, furanos y PCBs
Inyección de sorbente seco (inyección de carbón activo combinado con un filtro de mangas)	31	Reducción de las emisiones de Hg

Las Mejores Técnicas disponibles implantadas en la planta de valorización energética de Las Lomas abarcan todas las sustancias contaminantes características de las emisiones de las incineradoras de residuos urbanos: compuestos orgánicos incluidos dioxinas, furanos y PCBs, partículas, metales y metaloides y específicamente Hg, HCl, HF, SO₂, NOx, N₂O, CO y NH₃.

²² A los 6 meses del inicio del nuevo contrato de gestión de la planta de Las Lomas se van a implementar algunas mejoras en el sistema de depuración de gases, que reducirán las emisiones, en particular, de NOx. Estas mejoras no suponen la utilización de técnicas distintas a las actuales.

5.7. Conclusiones de estudios específicos sobre el impacto de la planta de valorización de Las Lomas

El control del impacto de la planta de valorización energética de Las Lomas incluye el control sistemático del cumplimiento de los límites legales para emisiones, pero además de este control, también se han llevado a cabo estudios específicos por parte de entidades independientes con objeto de determinar la posible incidencia de la actividad sobre la calidad del aire y la salud de las personas.

5.7.1. Estudio de Madrid Salud evaluación de la incidencia en la salud de las emisiones procedente del Parque Tecnológico de Valdemingómez

La principal conclusión es que no se encuentran suficientes evidencias que demuestren que la Planta de Tratamiento de Valdemingómez (PTV) incide sobre la salud de la población.

Del estudio de Evaluación Toxicológica Ambiental se concluye que, comparando las inmisiones, es decir, presencia en el aire ambiente de $PM_{2,5}$, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH), carbono elemental y orgánico y metales pesados (Pb, Cd, As, Ni, Cu y Mn), no existen diferencias significativas entre los encontrados en zonas cercanas a la incineradora y alejadas de la misma. Por lo tanto, no hay evidencia de que la Planta contribuya a aumentar los niveles de estos contaminantes en su entorno más próximo.

En el estudio se han encontrado diferencias en la presencia de dioxinas/furanos, más elevadas en la zona cercana a la instalación, aunque de muy baja magnitud. Se recomendó ampliar el estudio para confirmar estos hallazgos.

5.7.2. Estudio del IDAEA del CSIC de contribución de las emisiones atmosféricas de la planta de valorización energética de Las Lomas a la contaminación detectada en las proximidades del Parque Tecnológico de Valdemingómez

En términos generales se observa que las concentraciones medias de PM_{10} en Ensanche de Vallecas ($34 \mu\text{g m}^{-3}$), obtenidas a partir de determinaciones gravimétricas, son superiores a las registradas en el mismo periodo en otras estaciones seleccionadas de la red del Ayuntamiento de Madrid.

El componente mayoritario en PM_{10} es la materia mineral que supone el 42% de la masa en PM_{10} ($14 \mu\text{g m}^{-3}$). Las concentraciones de materia mineral y su contribución a los niveles de PM_{10} son muy elevadas si se comparan con las obtenidas normalmente en otras zonas urbanas. Teniendo en cuenta la elevada contribución de materia mineral y la alta correlación de sus concentraciones diarias con los niveles de PM_{10} se concluye que los valores elevados de PM_{10} registrados en Ensanche de Vallecas se deben a la contribución de una fuente local de material mineral (una mina de sepiolita ubicada al Este).

Las concentraciones de otros componentes de PM_{10} están en el rango de las obtenidas en otras estaciones de fondo urbano, como es el caso de la materia orgánica, el carbono elemental, el nitrato. En el caso del sulfato, las concentraciones obtenidas son muy bajas respecto a las de otras zonas urbanas.

Las concentraciones de los metales son muy inferiores a los valores guía establecidos por las diferentes directivas que son de aplicación. Se han evaluado las concentraciones de los metales considerados como trazadores de las emisiones de plantas de incineración de residuos, como son, Cu, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, y Zn, y no se observan valores anómalamente altos de estos elementos en Ensanche de Vallecas.

Respecto a los HAPs, los valores obtenidos de Benzo(a)pireno (B(a)P) son inferiores al valor objetivo anual establecido en 1 ng m^{-3} por la Directiva 2004/107/CE (EU 2004). Se ha evaluado también la relación isomérica $IP/(IP+ BgP)$, que sugiere un aporte mayoritario del tráfico en verano y la aportación de otras fuentes como puede ser la quema de biomasa.

Aunque no existe ningún valor límite ni valor objetivo referente las concentraciones de dioxinas y furanos en aire ambiente, la comparación de las concentraciones detectadas con las medidas en aire ambiente en entornos urbanos y en zonas próximas a plantas de incineración de residuos indican que las concentraciones medias determinadas en el Ensanche de Vallecas están en el rango inferior de las concentraciones medidas en otras zonas alejadas de la Planta incineradora.

No se ha identificado ninguna fuente con contribución al PM₁₀ en Ensanche de Vallecas que se pueda atribuir inequívocamente a las emisiones de la planta de valorización de residuos de Las Lomas.

Por otro lado, dadas las altas concentraciones de PM₁₀ registradas en la campaña llevada a cabo en este estudio, se consideró muy conveniente monitorizar de forma continua los niveles de PM₁₀ y llevar a cabo un estudio más detallado de la contribución de las fuentes antropogénicas de materia mineral.

6. BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE DATOS

6.1. Bibliografía

- Alyssa R, Pfadt-Trilling, Timoty A.Volk & Marie-Odile P. Fortier. Climate Change Impacts of Electricity Generated at a Waste-to-Energy Facility”, Environ. Sci. Technol. 2021,55, 1436-1445. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.0c03477>
- Dalkia wastenergy. Unité de valorisation énergétique de Saint Ouen. Bilan Annuel 2020.
- https://www.paprec.com/wp-content/uploads/2021/12/se-xxx-iso-dip-saintouen-2020-vf_2.pdf
- D.G. Environment, European Commission. A study on Economic Evaluation of Environmental Externalities from Landfill Disposal and Incineration of Waste, Final Main Report. October 2000. https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/studies/econ_eva_landfill_report.pdf
- Frederik Neuwahl, Gianluca Cusano, Jorge Gómez Benavides, Simon Holbrook, Serge Roudier; Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Incineration; EUR 29971EN.
https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118637/jrc118637_wi_bref_2019_published.pdf
- Fundación ToxicWatch. Estudio de la investigación toxicológica sobre contaminantes persistentes (COPS) en el entorno de Madrid, España. 2021.
[https://zerowasteeurope.eu/wp-content/uploads/2022/01/Toxic Toll Biomonitoring Report Spain.pdf](https://zerowasteeurope.eu/wp-content/uploads/2022/01/Toxic_Toll_Biomonitoring_Report_Spain.pdf)
- Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA) en colaboración con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Estudio de contribución de las emisiones atmosféricas de la planta de valorización energética de Las Lomas a la concentración detectada en las proximidades del parque tecnológico de Valdemingómez. Marzo de 2021.
https://www.madrid.es/UnidadWeb/Contenidos/RC_Valdemingomez/Publicaciones/EstudioContribucionFuentesCSIC.pdf
- Madrid Salud. Estudio de evaluación de la incidencia en la salud de las emisiones procedentes del Parque Tecnológico de Valdemingómez. Enero de 2019.
https://www.madrid.es/UnidadWeb/Contenidos/RC_Valdemingomez/Publicaciones/EstudioEvaluacionSalud/EST_EVAL_EMISIONESPTV_ENERO_2019.pdf
- Memoria anual de generación y gestión de residuos de competencia municipal. MITECO, 2019.

https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/memoriaanual2019generacionygestionresiduosrescompetenciamunicipal_tcm30-534462.pdf

US EPA. Documentation for Greenhouse Gas Emission and Energy Factors Used in the Waste Reduction Model, 2015

https://archive.epa.gov/epawaste/conservation/tools/warm/pdfs/WARM_Documentation.pdf

- Suez Centre de tri et Unité de valorisation énergétique d'Issy-les-Moulineaux. Bilan annuel 2020.

https://www.syctom-paris.fr/fileadmin/mediatheque/documentation/dip/DIP_Isseane_2020.pdf

Syctom, l'agence métropolitaine des déchets ménagers. Usine d'incinération d'ordures ménagères d'Ivry-Paris XIII. Dossier d'Information du Public. Bilan Annuel 2020

- https://www.syctom-paris.fr/fileadmin/mediatheque/documentation/dip/DIP_IPXIII_2020.pdf
- Veolia. Région Ile de France Recyclage & valorisation des déchets. Usine d'incinération de Rungis Val de Marne. Dossier d'information au public. Année 2019

- https://www.val-de-marne.gouv.fr/content/download/20251/135851/file/Rungis%20Incin%C3%A9ration_DIP%202019_V2.docx.pdf

- U. Arena, M. Mastellone & F. Perugini. The environmental performance of alternative solid waste management options: A Life Cycle Assessment Study. Chemical Engineering Journal, 2013.

- V Bisinella et al. Environmental assessment of amending the Amager Bakke incineration plant in Copenhagen with carbon capture and storage. Waste Management & Research, 2022. Vol 40(1) 79-95.

<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0734242X211048125>

6.2. Fuentes de datos

- Agencia Europea de Medio Ambiente. Industrial Reporting Database.
- Agencia Europea de Medio Ambiente & Copernicus. Urban Atlas 2018.
- EUROSTAT.
- Environment Agency UK. Pollution Inventory 2020.
- US EPA. <https://www.epa.gov/hwgenerators/map-commercial-waste-combustors-us>
- Clean Authority of Tokio. <https://www.union.tokyo23-seisou.lg.jp.e.de.hp.transer.com/>
- Seoul Urban Solutions Agency. <https://seoulsolution.kr/en/seoul-urban-solutions-agency>