

**BALANCE ENERGÉTICO
DEL MUNICIPIO DE MADRID
Año 2020**

Subdirección General de Energía y Cambio Climático



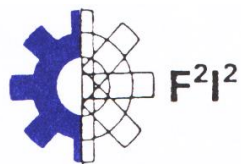
medio ambiente y
movilidad

MADRID

**BALANCE ENERGÉTICO
DEL MUNICIPIO DE MADRID
Año 2020**

Subdirección General de Energía y Cambio Climático

Junio 2022



Trabajo realizado por:

Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de
Madrid

ÍNDICE

1	OBJETIVO.....	2
2	BALANCE ENERGÉTICO DEL AÑO 2020	3
	2.1 Fuentes energéticas externas. Importaciones	3
	2.2 Fuentes energéticas propias. Generación de energía	4
	2.2.1 Fuentes energéticas propias. Producción primaria	4
	2.2.2 Generación de energía eléctrica	4
	2.2.3 Generación de energía térmica.....	6
	2.3 Consumo de energía final.....	6
	2.3.1 Indicadores energéticos de consumo	8
3	SERIE HISTÓRICA 2006-2020	9
	3.1 Fuentes energéticas externas. Importaciones	9
	3.2 Fuentes energéticas propias. Generación de energía.....	12
	3.2.1 Fuentes energéticas propias frente a importaciones	15
	3.2.2 Generación de energía eléctrica mediante fuentes propias frente a importaciones de electricidad	15
	3.3 Consumo de energía final.....	16
	3.3.1 Indicadores energéticos de consumo	20
4	COMPARACIÓN CON LA SITUACIÓN NACIONAL	22
5	CONCLUSIONES.....	25

1 OBJETIVO

El objetivo de este estudio es aplicar al año 2020, la metodología desarrollada por el equipo de trabajo de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial - Universidad Politécnica de Madrid (F2I2-UPM) para la elaboración del Balance Energético del Municipio de Madrid. La metodología se detalla en el Anexo I de este informe y se representa esquemáticamente en el cuadro metodológico del Anexo II. Esta metodología también se recoge en la siguiente publicación científica: *Pérez et al., 2019. A methodology for the development of urban energy balances: Ten years of application to the city of Madrid. Cities (91) 2019, 126-136. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.11.012>.*

En el balance energético se establecen tres grandes bloques:

- fuentes energéticas externas (importaciones de energía), donde se incluyen las importaciones de energía que pueden consumirse directamente como energía final o en procesos de transformación y generación de energía eléctrica
- fuentes energéticas propias del municipio y generación de energía, tanto a partir de fuentes propias como a partir de fuentes importadas
- consumo de energía final, incluyendo los consumos de las distintas formas de energía en los sectores finales.

Se ha realizado, así mismo, un análisis de la situación energética del municipio y su evolución en el periodo 2006-2020, valorando la dependencia de las fuentes energéticas externas, la capacidad de producción de energía a partir de los recursos propios y el consumo energético por sectores (residencial, comercial e institucional –RCI–, industrial, transporte rodado, otros modos de transporte, tratamiento de residuos urbanos y tratamiento de aguas residuales).

El documento presenta los resultados obtenidos y las principales conclusiones extraídas de su interpretación. También se adjuntan cuatro anexos que pretenden facilitar la comprensión de la información incluida en el documento principal:

- Anexo I: metodología
- Anexo II: cuadro metodológico
- Anexo III: unidades y factores de conversión
- Anexo IV: fuentes de información y referencias

2 BALANCE ENERGÉTICO DEL AÑO 2020

En este apartado se recogen los resultados obtenidos en el balance energético municipal del año 2020, de acuerdo a la metodología recogida en el Anexo I. Se analizan los siguientes apartados:

- fuentes energéticas externas o importaciones
- fuentes energéticas propias y generación de energía en el municipio
- consumo de energía final

2.1 Fuentes energéticas externas. Importaciones

Nota: en el concepto de importaciones se recoge la totalidad del queroseno suministrado a los aeropuertos ubicados en el municipio de Madrid (Adolfo Suárez-Madrid Barajas y Cuatro Vientos).

Las fuentes energéticas externas al municipio son todas aquellas formas de energía que no se producen en el municipio de Madrid, por lo que tienen que ser importadas para satisfacer su demanda. Estas fuentes energéticas se pueden consumir directamente como energía final en cualquiera de los sectores (consumo de gas natural en los hogares para calefacción y agua caliente sanitaria, por ejemplo), o, por el contrario, emplearse en procesos de transformación para la generación de energía eléctrica (cogeneración a partir de gas natural, por ejemplo).

En términos de importaciones (Tabla 1) destaca la gran dependencia de los productos petrolíferos que representan el 49,5%. También es importante resaltar el alto porcentaje que supone la energía eléctrica (25,4%) y el gas natural (23,9%). Como se puede apreciar, el papel de las fuentes fósiles sigue siendo predominante.

Tabla 1. Importaciones energéticas en el municipio de Madrid. Año 2020

Fuente energética	ktep	%	% sin queroseno
Gas natural	875,73	23,86	32,54
Productos petrolíferos	1.817,19	49,50	31,12
<i>Gases Licuados del Petróleo (GLP)</i>	56,36	1,54	2,09
<i>Gasolinas</i>	193,27	5,26	7,18
<i>Gasóleos A+B</i>	445,22	12,13	16,54
<i>Gasóleo C</i>	131,16	3,57	4,87
<i>Fuelóleo</i>	0,46	0,01	0,02
<i>Queroseno</i>	979,77	26,69	
<i>ETBE</i>	10,60	0,29	0,39
<i>MTBE</i>	0,34	0,01	0,01
Biocarburantes	30,52	0,83	1,13
<i>Biodiésel</i>	30,52	0,83	1,13
<i>Bioetanol</i>	0,00	0,00	0,00
Electricidad	930,55	25,35	34,58
Carbón	8,94	0,24	0,33
Biomasa	7,86	0,21	0,29
Hidrógeno	0,00	0,00	0,00
TOTAL	3.670,78	100,00	100,00

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, Madrileña Red de Gas, Nedgia Madrid S.A., Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Compañía Logística de Hidrocarburos, CALORDOM, REPSOL, CEPSA y Empresa Municipal de Transportes.

La última columna de la Tabla 1 presenta la contribución de cada fuente al total sin considerar las importaciones de queroseno, eliminando así el efecto del suministro de grandes cantidades de este

combustible a los aeropuertos de Madrid, principalmente al aeropuerto Adolfo Suárez-Madrid Barajas (el denominado “efecto Barajas”).

2.2 Fuentes energéticas propias. Generación de energía

2.2.1 Fuentes energéticas propias. Producción primaria

La Tabla 2 recoge las fuentes de energía primaria disponibles en el municipio de Madrid.

Tabla 2. Fuentes primarias propias aprovechables energéticamente en el municipio de Madrid. Año 2020

Producción primaria	Valor	Unidad	Fuente primaria en ktep	% sobre TOTAL
Residuos urbanos (RU)				
INCINERACIÓN				
Toneladas de RU a incinerar ¹	330.290	t	108,71	58,85
VERTEDERO				
Toneladas RU a vertedero / biomasa ²	782.757	t	-	-
Biogás recuperado de vertedero	41.728.922	Nm ³	19,66	10,66
BIOMETANIZACIÓN				
Toneladas de RU biometanizado ³	172.490	t	-	-
Biogás procedente de biometanización ⁴	32.564.473	Nm ³	15,34	8,32
Lodos de Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR)				
Toneladas de lodo de EDAR ⁵	221.382	t	-	-
Biogás procedente de EDAR	34.797.187	Nm ³	19,75	10,71
Solar fotovoltaica	1,86	ktep	1,86	1,01
Solar térmica	15,96	ktep	15,96	8,66
Geotérmica	3,06	ktep	3,06	1,66
TOTAL			184,33	100,00

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, y Canal de Isabel II.

En términos de energía primaria, el aprovechamiento de residuos urbanos (RU) para incineración supone la mayor contribución, seguido del aprovechamiento del biogás procedente de la digestión anaerobia de los lodos de Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) y del biogás recuperado de vertedero. La aportación de la energía solar, tanto térmica como fotovoltaica, y la geotérmica sigue siendo inferior a la del aprovechamiento de los distintos tipos de residuos, si bien tienen contribuciones apreciables.

2.2.2 Generación de energía eléctrica

En este apartado se recoge la generación de energía eléctrica a partir de las fuentes energéticas propias del municipio (Tabla 3) y la producida por cogeneración (Tabla 4), que requiere la combustión de fuentes fósiles. La energía eléctrica vertida a la red corresponde al concepto recogido como “Venta”. Esta cantidad es igual a la diferencia entre la producción bruta de energía eléctrica y los autoconsumos de las propias instalaciones generadoras.

¹ Entradas totales a valorización energética (Memoria de Actividades de la Dirección General del Parque Tecnológico de Valdemingómez, Año 2020 – Memoria DGPTV 2020)

² Entrada total a vertederos (Memoria DGPTV 2020)

³ Fracción orgánica a digestión (Memoria DGPTV 2020)

⁴ En 2020, el biogás bruto obtenido en las plantas de biometanización del municipio de Madrid (La Paloma y Las Dehesas) ascendió a 32.564.473 Nm³

⁵ Lodos totales en torta con un porcentaje de humedad entre el 76-80% dependiendo de cada instalación.

En la generación de energía eléctrica bruta a partir de fuentes propias destaca la producción de electricidad mediante la incineración de RU en la planta de Las Lomas, que supone el 55,7%. A continuación, se encuentra la producción eléctrica por el aprovechamiento del biogás en las instalaciones de La Galiana (21%) y por aprovechamiento del biogás procedente de los lodos de EDAR (18%). La contribución de la energía solar fotovoltaica es igual a 5,3%. Conviene destacar que la generación de energía eléctrica por aprovechamiento del biogás de la digestión anaerobia de los lodos de EDAR se destina al propio autoconsumo de las plantas. Las instalaciones que exportan el exceso de electricidad son la planta de incineración de Las Lomas y la planta de valorización del biogás de La Galiana, además de aquellas que generan electricidad vía solar fotovoltaica.

Tabla 3. Energía eléctrica producida a partir de fuentes propias en el municipio de Madrid. Año 2020

Fuentes energéticas propias	GWh			ktep		
	Bruta	Venta	Autoconsumo	Bruta	Venta	Autoconsumo
Residuos urbanos (RU)						
<i>Incineración (Las Lomas)</i>	226,72	165,18	61,54	19,49	14,20	5,29
<i>Biogás de vertedero + biogás de biometanización (La Galiana)</i>	85,35	71,17	14,19	7,34	6,12	1,22
Lodos de EDAR						
<i>Biogás de biometanización</i>	73,44	0,00	73,44	6,31	0,00	6,31
Solar fotovoltaica	21,62	21,62	0,00	1,86	1,86	0,00
TOTAL	407,13	257,96	149,17	35,01	22,18	12,83

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, y Canal de Isabel II.

Tabla 4. Energía eléctrica producida mediante cogeneración en el municipio de Madrid. Año 2020

Cogeneración en:	GWh			ktep		
	Bruta	Venta	Autoconsumo	Bruta	Venta	Autoconsumo
<i>Industrial + Residencial, Comercial e Institucional (RCI)</i>	211,63	190,47	21,16	18,20	16,38	1,82
<i>Secado térmico de lodos</i>	99,37	89,49	9,88	8,54	7,70	0,85
TOTAL	311,00	279,96	31,04	26,74	24,07	2,67

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, y Canal de Isabel II.

En cuanto a los procesos de cogeneración (Tabla 4) cabe destacar que la energía eléctrica bruta producida por el aprovechamiento de fuentes propias es mayor que la producida por cogeneración, hecho que cambia significativamente respecto a los años 2006-2013, periodo en el que generalmente la cogeneración tenía una mayor aportación. Esto se debe a que la cogeneración de los sectores industrial y RCI es la única presente en el municipio en el periodo 2015-2017; años en los que las plantas de cogeneración en el secado térmico de lodos no presentaron actividad. Éstas interrumpieron su funcionamiento en 2014 (la planta de cogeneración de la EDAR Butarque no tuvo actividad durante todo el año, y la de la EDAR Sur, paró su actividad el 1 de abril de 2014), permaneciendo sin actividad durante ese periodo 2015-2017. En el año 2018, la instalación de la EDAR Sur reinició su actividad.

La Tabla 5 recoge la energía eléctrica producida por las instalaciones generadoras del municipio y vertida a la red de distribución ("Venta"). La cogeneración supone el 52% de la electricidad total vertida a la red de distribución, mientras que el aprovechamiento energético de los residuos urbanos (fuente propia) se sitúa en el 43,9%.

Tabla 5. Ventas de energía eléctrica (vertida a la red de distribución), en el municipio de Madrid. Año 2020

Fuentes energéticas	GWh	ktep	%	Autoconsumos, ktep
Residuos urbanos (RU)	236,34	20,32	43,94	6,51
<i>Incineración (Las Lomas)</i>	165,18	14,20	30,71	5,29
<i>Biogás de vertedero y de biometanización (La Galiana)</i>	71,17	6,12	13,23	1,22
Lodos de EDAR	0,00	0,00	0,00	6,31
<i>Biogás de biometanización</i>	0,00	0,00	0,00	6,31
Solar fotovoltaica	21,62	1,86	4,02	0,00
Cogeneración	279,96	24,07	52,04	2,67
<i>Cogeneración industria + RCI</i>	190,47	16,38	35,41	1,82
<i>Cogeneración secado de lodos</i>	89,49	7,70	16,64	0,85
TOTAL	537,93	46,25	100,00	15,50

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, y Canal de Isabel II.

2.2.3 Generación de energía térmica

En este apartado se recoge la generación de energía térmica en el municipio de Madrid a partir de las energías solar y geotérmica. Estas fuentes no generan energía eléctrica, sino que la energía térmica generada se consume directamente en los sectores finales, permitiendo satisfacer parte de la demanda de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción.

Los valores recogidos en este apartado corresponden a las únicas generaciones térmicas propias consideradas en el balance. La generación de energía se produce mediante una fuente renovable propia que podría sustituir a la generación de energía térmica a partir de combustibles fósiles en los sectores RCI e industrial de donde se deriva el interés de recogerlas en el balance.

En la Tabla 6 se muestra la generación térmica por vía solar y geotérmica en 2020.

Tabla 6. Energía térmica generada en el municipio de Madrid a partir de fuentes renovables propias. Año 2020

	ktep
Solar térmica	15,96
Geotérmica	3,06

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, ENERES y Comunidad de Madrid.

2.3 Consumo de energía final

En este apartado se recoge el consumo de energía final en el municipio de Madrid. Así, en las siguientes tablas se muestran las cifras totales de consumo y su desagregación por fuente energética y sector de consumo para el año 2020, tanto en términos absolutos (ktep), como en términos de contribución porcentual al total de consumo.

Nota: el queroseno recogido en este apartado incluye el consumido por las aeronaves en las operaciones de aterrizaje y despegue en los aeropuertos del municipio (Adolfo Suárez-Madrid Barajas y Cuatro Vientos). En el apartado de importaciones se recoge la cantidad total de queroseno suministrado a estos aeropuertos.

Tabla 7. Consumo de energía final en el municipio de Madrid (ktep). Año 2020

	RCI	Industria	Transporte	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos urbanos	Tratamiento de aguas residuales	TOTAL
			rodado				
Biomasa	7,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,86
Gas natural⁶	643,37	128,52	54,31	0,00	0,00	10,45	836,65
PP	170,34	5,12	621,28	137,72	0,12	0,00	934,59
GLP	43,81	0,95	11,48	0,00	0,12	0,00	56,36
Gasolinas	0,00	0,00	193,27	0,00	0,00	0,00	193,27
Gasóleo A	0,00	0,00	405,60	0,00	0,00	0,00	405,60
Gasóleo B	0,00	0,00	0,00	39,63	0,00	0,00	39,63
Gasóleo C	126,53	3,71	0,00	0,00	0,00	0,00	130,25
Fuelóleo	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46
Queroseno	0,00	0,00	0,00	98,10	0,00	0,00	98,10
ETBE	0,00	0,00	10,60	0,00	0,00	0,00	10,60
MTBE	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,34
Biocarburantes	0,00	0,00	30,52	0,00	0,00	0,00	30,52
Biodiesel	0,00	0,00	30,52	0,00	0,00	0,00	30,52
Bioetanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Electricidad	869,25	47,83	0,59	57,10	6,51	11,02	992,29
Electricidad (red)	868,76	46,49	0,59	57,10	0,00	3,86	976,80
Autoconsumos en generadores	0,48	1,34	0,00	0,00	6,51	7,16	15,50
Carbón	8,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,94
Solar térmica	15,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,96
Geotérmica	3,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,06
Hidrógeno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	1.718,78	181,47	706,70	194,82	6,63	21,47	2.829,87

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Madrileña Red de Gas, Nedgia Madrid S.A., Compañía Logística de Hidrocarburos, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Comunidad de Madrid, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, CALORDOM, REPSOL, CEPSA, ENERES y Empresa Municipal de Transportes.

Tabla 8. Contribución de cada fuente energética al consumo de energía de cada sector (%). Año 2020

	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos urbanos	Tratamiento de aguas residuales	TOTAL
Biomasa	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
Gas natural⁷	37,45	70,82	7,69	0,00	0,00	48,66	29,58
PP	9,92	2,82	87,95	70,69	1,76	0,00	33,04
GLP	2,55	0,52	1,63	0,00	1,76	0,00	1,99
Gasolinas	0,00	0,00	27,36	0,00	0,00	0,00	6,83
Gasóleo A	0,00	0,00	57,42	0,00	0,00	0,00	14,34
Gasóleo B	0,00	0,00	0,00	20,34	0,00	0,00	1,40
Gasóleo C	7,37	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00	4,60
Fuelóleo	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Queroseno	0,00	0,00	0,00	50,35	0,00	0,00	3,47
ETBE	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,37
MTBE	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01
Biocarburantes	0,00	0,00	4,32	0,00	0,00	0,00	1,08
Biodiesel	0,00	0,00	4,32	0,00	0,00	0,00	1,08
Bioetanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Electricidad	50,61	26,35	0,04	29,31	98,24	51,34	35,08
Electricidad (red)	50,58	25,62	0,04	29,31	0,00	17,98	34,53
Autoconsumos en generadores	0,03	0,74	0,00	0,00	98,24	33,36	0,55
Carbón	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32
Solar térmica	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Geotérmica	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
Hidrógeno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

⁶ Incluye el biometano procedente del biogás obtenido en la biometanización de RU e inyectado en la red gasista (8,9 ktep en 2020).

⁷ Incluye el biometano procedente del biogás obtenido en la biometanización de RU e inyectado en la red gasista.

Tabla 9. Distribución porcentual del consumo de cada fuente energética por sector (%). Año 2020

	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos urbanos	Tratamiento de aguas residuales	TOTAL
Biomasa	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Gas natural⁸	76,90	15,36	6,49	0,00	0,00	1,25	100,00
PP	18,23	0,55	66,48	14,74	0,01	0,00	100,00
GLP	77,73	1,69	20,37	0,00	0,21	0,00	100,00
Gasolinas	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Gasóleo A	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Gasóleo B	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
Gasóleo C	97,15	2,85	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Fuelóleo	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Queroseno	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
ETBE	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
MTBE	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Biocarburantes	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Biodiesel	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Bioetanol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Electricidad	87,62	4,82	0,03	5,75	0,66	1,11	100,00
Electricidad (red)	88,97	4,76	0,03	5,85	0,00	0,40	100,00
Autoconsumos en generadores	3,10	8,61	0,00	0,00	42,19	46,10	100,00
Carbón	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Solar Térmica	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Geotérmica	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
Hidrógeno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	60,73	6,41	24,97	6,89	0,24	0,76	100,00

2.3.1 Indicadores energéticos de consumo

En la Tabla 10 se recoge el consumo *per cápita* y la intensidad energética final para el municipio de Madrid en el año 2020.

Tabla 10. Consumo *per cápita* e intensidad energética en términos de energía final. Año 2020

Consumo de energía final (ktep)	Población (hab)	Producto Interior Bruto, PIB (M€ ₂₀₁₀)	Intensidad energética (tep E final/M€ ₂₀₁₀)	Consumo <i>per cápita</i> (tep/hab)
2.830	3.334.730	130.451	21,7	0,85

⁸ Incluye el biometano procedente del biogás obtenido en la biometanización de RU e inyectado en la red gasista.

3 SERIE HISTÓRICA 2006-2020

La elaboración de este balance conlleva la actualización de la serie histórica desde el año 2006, periodo para el que se ha empleado la misma metodología elaborada por el equipo de trabajo de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial – Universidad Politécnica de Madrid. Así pues, en este apartado se recoge la evolución de las distintas magnitudes energéticas evaluadas a lo largo de todo el periodo 2006-2020.

3.1 Fuentes energéticas externas. Importaciones

La Tabla 11 muestra la evolución de las importaciones energéticas en el municipio de Madrid en el periodo 2006-2020, incluyendo el denominado “efecto Barajas”, es decir, considerando las importaciones de queroseno totales que se suministran a los aeropuertos madrileños.

Las importaciones totales disminuyeron un 37,4% en 2020 respecto a los valores de 2019 (severo descenso acumulado del 37,2% en el periodo 2006-2020, atribuido principalmente a las circunstancias extraordinarias de la pandemia provocada por la COVID-19). Su distribución por fuente energética ha variado ligeramente; en 2020, el gas natural supuso el 23,9% y la electricidad un 25,4%. En las importaciones globales de productos petrolíferos hay un descenso acumulado del 50,7% en el periodo analizado (un 52,4% en el último año), debido a las mencionadas circunstancias de pandemia. En 2020 estas importaciones fueron el 49,5% del total.

La Tabla 12 muestra las importaciones de queroseno en el municipio de Madrid y su contribución respecto al total de productos petrolíferos y respecto al total de las importaciones. Se muestra, también, la contribución porcentual de cada tipo de fuente con respecto al total de importaciones sin queroseno, tratando con ello de eliminar el denominado “efecto Barajas”. Estas importaciones de queroseno tienen una elevada presencia en el total de los productos petrolíferos; por encima del 60% en todo el periodo 2006-2019. Este porcentaje ha disminuido ligeramente en 2020, hasta un 54%, a causa de la situación de pandemia.

La Figura 1 representa la contribución porcentual de cada fuente energética con respecto al total de las importaciones, desagregando los productos petrolíferos (PP) en queroseno y productos petrolíferos sin queroseno.

BALANCE ENERGÉTICO DEL MUNICIPIO DE MADRID – AÑO 2020

Tabla 11. Importaciones energéticas en el municipio de Madrid en el periodo 2006-2020

Año	Gas natural		Productos petrolíferos (PP)		Biocarburantes		Electricidad		Carbón		Biomasa		Hidrógeno		TOTAL	
	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%
2006	982,46	16,80	3.682,91	62,96	1,39	0,02	1.145,29	19,58	36,85	0,63	0,29	0,00	0,04	0,00	5.849,22	100,00
2007	1.035,27	17,22	3.744,68	62,30	24,77	0,41	1.170,63	19,48	34,25	0,57	0,82	0,01	0,00	0,00	6.010,42	100,00
2008	1.058,86	17,44	3.745,28	61,70	33,67	0,55	1.200,44	19,78	30,54	0,50	0,96	0,02	0,00	0,00	6.069,75	100,00
2009	977,18	16,77	3.566,35	61,19	70,10	1,20	1.185,96	20,35	27,27	0,47	1,84	0,03	0,00	0,00	5.828,70	100,00
2010	931,11	16,13	3.567,13	61,80	79,55	1,38	1.167,54	20,23	22,33	0,39	3,99	0,07	0,00	0,00	5.771,65	100,00
2011	880,90	15,54	3.554,17	62,68	80,54	1,42	1.128,91	19,91	20,78	0,37	4,91	0,09	0,00	0,00	5.670,20	100,00
2012	927,67	17,01	3.317,87	60,85	74,55	1,37	1.107,18	20,31	19,39	0,36	5,49	0,10	0,00	0,00	5.452,14	100,00
2013	942,58	18,41	3.068,97	59,93	28,37	0,55	1.057,22	20,64	18,00	0,35	6,00	0,12	0,00	0,00	5.121,15	100,00
2014	813,09	16,22	3.106,69	61,97	30,32	0,60	1.040,13	20,75	16,61	0,33	6,51	0,13	0,00	0,00	5.013,36	100,00
2015	794,83	15,44	3.255,03	63,24	29,95	0,58	1.045,36	20,31	15,22	0,30	6,51	0,13	0,00	0,00	5.146,90	100,00
2016	877,81	16,32	3.409,73	63,38	34,19	0,64	1.037,94	19,29	13,83	0,26	6,55	0,12	0,00	0,00	5.380,05	100,00
2017	837,68	15,50	3.494,40	64,64	36,82	0,68	1.017,74	18,83	12,44	0,23	6,55	0,12	0,00	0,00	5.405,63	100,00
2018	974,95	17,20	3.550,01	62,61	43,22	0,76	1.083,59	19,11	11,15	0,20	7,02	0,12	0,00	0,00	5.669,94	100,00
2019	926,89	15,82	3.821,13	65,21	42,21	0,72	1.052,33	17,96	9,98	0,17	7,42	0,13	0,00	0,00	5.859,96	100,00
2020	875,73	23,86	1.817,19	49,50	30,52	0,83	930,55	25,35	8,94	0,24	7,86	0,21	0,00	0,00	3.670,78	100,00

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, Madrileña Red de Gas, Nedgia Madrid S.A., Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Compañía Logística de Hidrocarburos, REPSOL, CEPSA, CALORDOM, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia y Empresa Municipal de Transportes.

BALANCE ENERGÉTICO DEL MUNICIPIO DE MADRID – AÑO 2020

Tabla 12. Importaciones de queroseno en el municipio de Madrid y contribuciones porcentuales con respecto a las importaciones totales sin queroseno. Periodo 2006-2020

Año	Queroseno			TOTAL sin queroseno	% respecto al TOTAL sin queroseno						
	ktep	% respecto a PP	% respecto al TOTAL	ktep	Gas natural	PP sin queroseno	Biocarburantes	Electricidad	Carbón	Biomasa	Hidrógeno
2006	2.246,26	60,99	38,40	3.602,96	27,27	39,87	0,04	31,79	1,02	0,01	0,00
2007	2.357,76	62,96	39,23	3.652,66	28,34	37,97	0,68	32,05	0,94	0,02	0,00
2008	2.400,71	64,10	39,55	3.669,05	28,86	36,65	0,92	32,72	0,83	0,03	0,00
2009	2.279,13	63,91	39,10	3.549,56	27,53	36,26	1,98	33,41	0,77	0,05	0,00
2010	2.328,20	65,27	40,34	3.443,45	27,04	35,98	2,31	33,91	0,65	0,12	0,00
2011	2.361,08	66,43	41,64	3.309,11	26,62	36,05	2,43	34,12	0,63	0,15	0,00
2012	2.146,09	64,68	39,36	3.306,05	28,06	35,44	2,25	33,49	0,59	0,17	0,00
2013	1.936,34	63,09	37,81	3.184,81	29,60	35,56	0,89	33,20	0,57	0,19	0,00
2014	1.990,90	64,08	39,71	3.022,46	26,90	36,92	1,00	34,41	0,55	0,22	0,00
2015	2.144,66	65,89	41,67	3.002,24	26,47	36,98	1,00	34,82	0,51	0,22	0,00
2016	2.291,63	67,21	42,59	3.088,42	28,42	36,20	1,11	33,61	0,45	0,21	0,00
2017	2.384,82	68,25	44,12	3.020,81	27,73	36,73	1,22	33,69	0,41	0,22	0,00
2018	2.563,01	72,20	45,20	3.106,93	31,38	31,77	1,39	34,88	0,36	0,23	0,00
2019	2.722,21	76,68	48,01	2.947,73	33,07	28,08	1,47	36,76	0,38	0,24	0,00
2020	979,77	53,92	26,69	2.691,01	32,54	31,12	1,13	34,58	0,33	0,29	0,00

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, Madrileña Red de Gas, Nedgia Madrid S.A., Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Compañía Logística de Hidrocarburos, REPSOL, CEPSA, CALORDOM, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia y Empresa Municipal de Transportes.

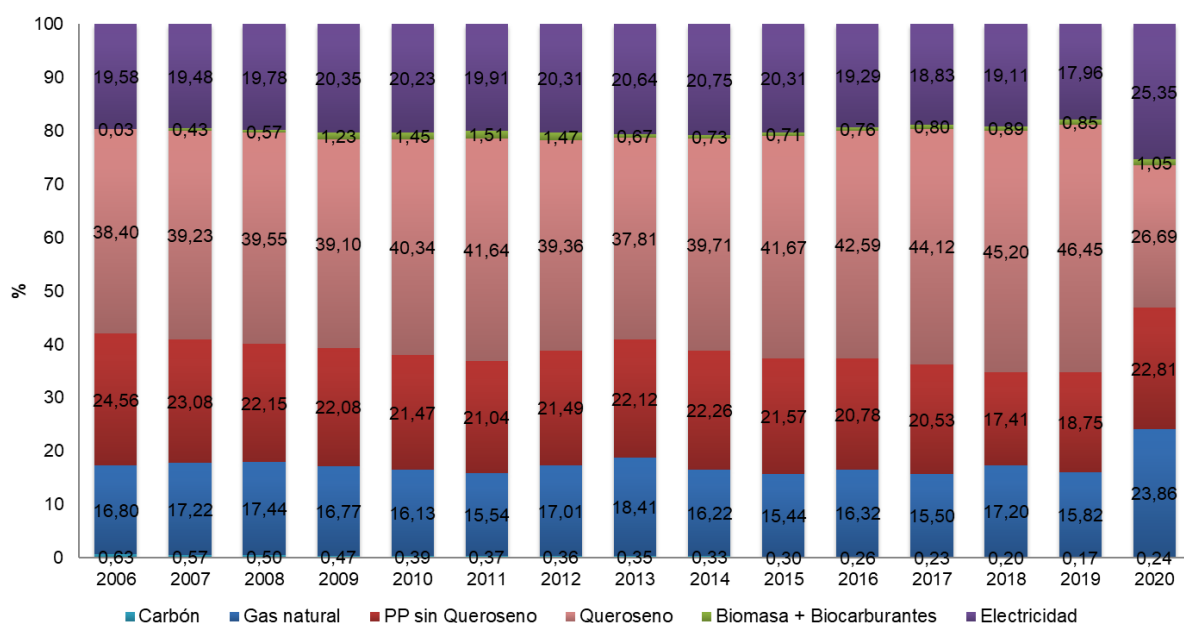


Figura 1. Evolución de la distribución porcentual, por fuente energética, del total de importaciones en el municipio de Madrid⁹

3.2 Fuentes energéticas propias. Generación de energía

En lo que respecta a la generación de energía en el municipio (eléctrica y térmica a partir de fuentes renovables propias), la cantidad total en 2020 es un 6,4% menor que en 2019 (Tabla 13). Desde 2012 (año en el que se presenta un máximo de 99,7 ktep) se ha producido un descenso acumulado del 19%, debido principalmente al descenso de la cogeneración en los sectores residencial/comercial e industrial, al cese temporal de actividad de las una plantas de cogeneración del secado térmico de lodos¹⁰ y a la situación producida por la pandemia COVID-19. Aun así, la cogeneración supone un 37,5% del total de energía generada en 2020, habiéndose producido un incremento del 33,1% respecto a 2019, de acuerdo a datos de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC).

La generación de energía eléctrica por incineración de residuos ha aumentado un 0,7% respecto a 2019 y un 5% en el periodo 2006-2020. Esta variación está relacionada con la variación de la cantidad de residuos urbanos llevados a incineración.

La generación por aprovechamiento del biogás incluye el biogás procedente de vertedero, el procedente de la digestión de lodos de EDAR y la fracción de biogás producido en las plantas de biometanización de residuos urbanos y enviado a valorización junto con el biogás de vertedero. Su contribución al total de generación es del 16,9% en 2020.

⁹ No se ha representado el hidrógeno por presentar contribuciones residuales.

¹⁰ Las plantas de cogeneración de las EDAR Butarque y Sur pararon su actividad el 1 de enero y el 1 de abril de 2014, respectivamente. En el segundo de los casos, la actividad de cogeneración se reactivó en el año 2018.

La energía solar (térmica y fotovoltaica) sigue aumentando su contribución y alcanzó en 2020, un 19,8% sobre el total de generación, frente al 3,1% que representaba en 2006. La energía geotérmica supuso el 3,8% en 2020¹¹.

La Figura 2 representa las contribuciones porcentuales de cada fuente con respecto a la generación de energía total en el municipio para todo el periodo analizado.

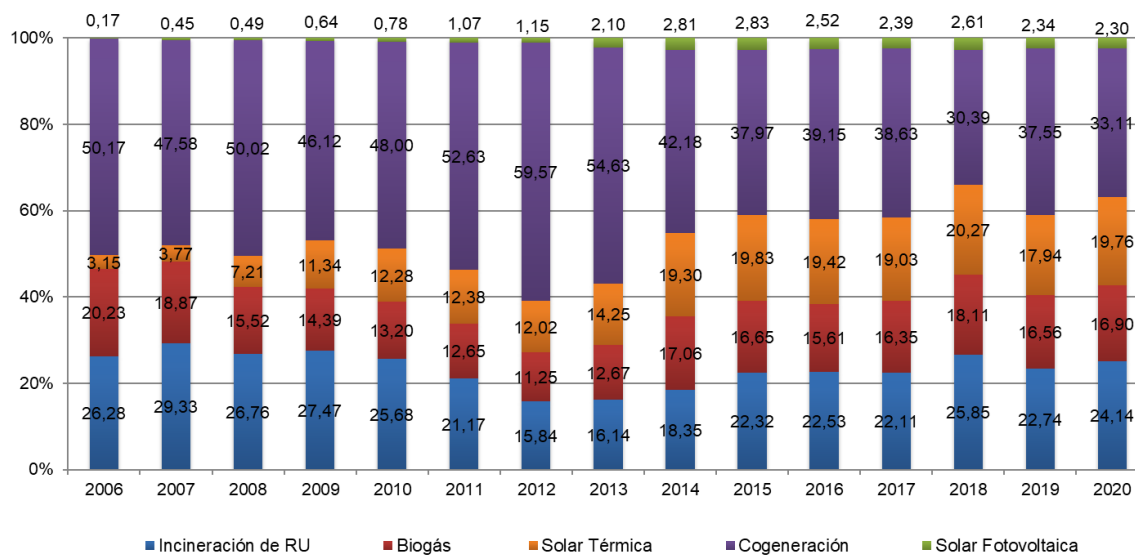


Figura 2. Evolución de la distribución porcentual por fuente energética respecto al total de la generación

¹¹ La energía solar térmica y la energía geotérmica aquí detalladas son generaciones de energía térmica. En el resto de los casos se genera energía eléctrica. Se detallan dentro de este apartado por su relevancia a nivel municipal dado su carácter renovable.

Tabla 13. Generación de energía en el municipio de Madrid. Periodo 2006-2020

Año	Incineración de RU		Biogás ¹²		Solar fotovoltaica		Cogeneración ¹³		Solar térmica ¹⁴		Geotérmica ¹⁵		TOTAL	
	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%
2006	18,57	26,28	14,29	20,23	0,12	0,17	35,45	50,17	2,22	3,15	0,00	0,00	70,66	100,00
2007	19,46	29,33	12,52	18,87	0,30	0,45	31,57	47,58	2,50	3,77	0,00	0,00	66,36	100,00
2008	19,32	26,76	11,20	15,52	0,35	0,49	36,11	50,02	5,20	7,21	0,00	0,00	72,18	100,00
2009	20,19	27,47	10,57	14,39	0,47	0,64	33,90	46,12	8,33	11,34	0,03	0,04	73,50	100,00
2010	20,31	25,68	10,43	13,20	0,61	0,78	37,95	48,00	9,71	12,28	0,05	0,06	79,06	100,00
2011	18,27	21,17	10,92	12,65	0,93	1,07	45,43	52,63	10,68	12,38	0,09	0,11	86,32	100,00
2012	15,79	15,84	11,21	11,25	1,14	1,15	59,37	59,57	11,98	12,02	0,16	0,17	99,66	100,00
2013	14,36	16,14	11,27	12,67	1,87	2,10	48,59	54,63	12,68	14,25	0,19	0,21	88,96	100,00
2014	12,48	18,35	11,61	17,06	1,91	2,81	28,69	42,18	13,13	19,30	0,21	0,32	68,03	100,00
2015	15,27	22,32	11,39	16,65	1,94	2,83	25,98	37,97	13,57	19,83	0,28	0,41	68,42	100,00
2016	16,31	22,53	11,30	15,61	1,83	2,52	28,34	39,15	14,06	19,42	0,56	0,77	72,41	100,00
2017	16,90	22,11	12,49	16,35	1,83	2,39	29,51	38,63	14,54	19,03	1,14	1,49	76,40	100,00
2018	19,17	25,85	13,43	18,11	1,93	2,61	22,53	30,39	15,03	20,27	2,06	2,77	74,14	100,00
2019	19,63	22,74	14,30	16,56	2,02	2,34	32,41	37,55	15,49	17,94	2,47	2,86	86,32	100,00
2020	19,49	24,14	13,65	16,90	1,86	2,30	26,74	33,11	15,96	19,76	3,06	3,79	80,77	100,00

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Comunidad de Madrid, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, Canal de Isabel II y ENERES.

¹² El aprovechamiento del biogás incluye el procedente de vertedero, el procedente de la digestión de lodos EDAR y la fracción de biogás procedente de la biometanización de RU que se envía a valorizar junto con el biogás de vertedero.

¹³ Cogeneración en el sector RCI, en la industria y en el secado de lodos de EDAR.

¹⁴ Producción de energía térmica.

¹⁵ Producción de energía térmica.

3.2.1 Fuentes energéticas propias frente a importaciones

La Tabla 14 compara las importaciones de energía realizadas por el municipio de Madrid (fuentes energéticas externas) con las fuentes primarias propias¹⁶ aprovechadas en el municipio.

Tabla 14. Importaciones energéticas frente a fuentes energéticas propias en el municipio de Madrid. Periodo 2006-2020

Año	Importaciones (fuentes energéticas externas)		Fuentes primarias propias		Suma	
	ktep	%	ktep	%	ktep	%
2006	5.849,22	97,58	145,24	2,42	5.994,47	100,00
2007	6.010,42	97,63	146,21	2,37	6.156,63	100,00
2008	6.069,75	97,55	152,26	2,45	6.222,01	100,00
2009	5.828,70	97,23	165,80	2,77	5.994,49	100,00
2010	5.771,65	97,35	157,02	2,65	5.928,67	100,00
2011	5.670,20	97,32	155,85	2,68	5.826,05	100,00
2012	5.452,14	97,43	143,95	2,57	5.596,09	100,00
2013	5.121,15	97,34	139,89	2,66	5.261,04	100,00
2014	5.013,36	97,22	143,34	2,78	5.156,70	100,00
2015	5.146,90	97,14	151,60	2,86	5.298,50	100,00
2016	5.380,05	97,19	155,66	2,81	5.535,71	100,00
2017	5.405,63	96,87	174,62	3,13	5.580,25	100,00
2018	5.669,94	96,87	183,14	3,13	5.853,08	100,00
2019	5.859,96	96,92	186,12	3,08	6.046,07	100,00
2020	3.670,78	95,22	184,33	4,78	3.855,11	100,00

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, EMT, Exolum (CLH), Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, Canal de Isabel II, CALORDOM, REPSOL, CEPSA, ENERES, Madrileña Red de Gas, Nedgia Madrid, S.A.

Se observa que las importaciones energéticas suponen, en el periodo analizado, un porcentaje que varía entre el 95-98%, mientras que las fuentes primarias propias aprovechadas oscilan entre 140 y 186 ktep/año, suponiendo un porcentaje variable de 2,4-4,8% respecto del total.

La magnitud de las fuentes primarias propias expresadas en términos energéticos se encuentra muy condicionada por el contenido energético de los RU llevados a incineración (cuyo valor no es constante y depende de su composición) y por la generación y contenido energético del biogás de las distintas procedencias (vertedero, biometanización de RU y lodos de EDAR).

3.2.2 Generación de energía eléctrica mediante fuentes propias¹⁷ frente a importaciones de electricidad

La electricidad consumida en el municipio de Madrid proviene, fundamentalmente, del exterior. La Tabla 15 muestra que el porcentaje de energía eléctrica generada en el municipio respecto al total del consumo supuso el 6,2% en 2020. El total de electricidad generada en el municipio fue de 61,8 ktep, un 9,7% inferior tanto con respecto a 2018 como a 2006. Por su parte, el consumo total decreció un 11,5% en el último año, provocando que las importaciones de electricidad decrecieran de la misma forma.

¹⁶ Este dato recoge, en unidades energéticas, la producción de residuos urbanos (RU) destinados a incineración, la producción de biogás procedente de vertedero, de biometanización de RU y de digestión anaerobia de lodos de EDAR, la producción de energía solar fotovoltaica, la producción de energía solar térmica, la producción de residuos industriales empleados en cogeneración y la producción de energía geotérmica (si se presentasen en el año objeto de estudio).

¹⁷ Se incluye la generación de energía eléctrica mediante cogeneración, para lo cual se emplea una fuente energética importada (no propia) como es el gas natural o algún producto petrolífero.

Tabla 15. Distribución de la energía eléctrica consumida en el municipio de Madrid. Generación propia e importación. Periodo 2006-2020

Año	Importada		Generada		Consumo total	
	ktep	%	ktep	%	ktep	%
2006	1.145,29	94,36	68,43	5,64	1.213,72	100,00
2007	1.170,63	94,83	63,86	5,17	1.234,49	100,00
2008	1.200,44	94,72	66,98	5,28	1.267,42	100,00
2009	1.185,96	94,79	65,14	5,21	1.251,09	100,00
2010	1.167,54	94,40	69,30	5,60	1.236,84	100,00
2011	1.128,91	93,73	75,55	6,27	1.204,45	100,00
2012	1.107,18	92,67	87,52	7,33	1.194,69	100,00
2013	1.057,22	93,29	76,09	6,71	1.133,32	100,00
2014	1.040,13	95,00	54,69	5,00	1.094,82	100,00
2015	1.045,36	95,04	54,57	4,96	1.099,93	100,00
2016	1.037,94	94,73	57,79	5,27	1.095,73	100,00
2017	1.017,74	94,37	60,73	5,63	1.078,47	100,00
2018	1.083,59	95,00	57,06	5,00	1.140,65	100,00
2019	1.052,33	93,90	68,36	6,10	1.120,69	100,00
2020	930,55	93,78	61,75	6,22	992,29	100,00

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, Canal de Isabel II y Asociación Española de Valorización Energética de Residuos sólidos Urbanos

3.3 Consumo de energía final

En lo que se refiere al consumo de energía final, la Tabla 16 pone de manifiesto un descenso del 26,5% en el período 2006-2020, situándose la cifra total de consumo en 2.830 ktep. En el último año, el consumo fue un 17,2% inferior al de 2019; notablemente influido por la detracción en el consumo provocada por la pandemia de la COVID-19.

La electricidad constituye la principal fuente de energía (Figura 3), con una contribución del 35,1% en 2020, habiendo sufrido un aumento desde el año 2006, en el que suponía el 31,5% del consumo total de energía final. Por su parte, los productos petrolíferos y el gas natural coparon el 33% y el 29,6% del consumo en el año 2020, respectivamente.

El abandono progresivo del carbón como fuente energética de calefacción en el sector residencial ha provocado que esta fuente energética haya visto reducido su consumo en un 75,7% desde 2006. Así, su contribución al consumo total de energía final en el municipio fue, únicamente, del 0,3% en 2020.

Los biocarburantes experimentaron un notable descenso entre los años 2012 y 2013 como consecuencia del abandono del uso de biodiesel por parte de la flota de vehículos de la EMT. En 2020 supusieron el 1,1% del consumo de energía final.

En la Tabla 17 y en la Figura 4 se recoge el desglose del consumo de energía final por sectores. El sector RCI es el responsable del 60,7% del consumo de energía final en el municipio en 2020, seguido del “Transporte rodado” con un 25%. En ambos casos, se ha producido un descenso del consumo en el periodo evaluado (12,4% para el “RCI” y 37,9% para el “Transporte rodado”). El sector industrial apenas supone el 6,4% del consumo de energía final y presenta un decrecimiento acumulado del 42,6% en el periodo 2006-2020. Estas cifras, de nuevo, están totalmente condicionadas por las especiales circunstancias vividas en ese año 2020.

BALANCE ENERGÉTICO DEL MUNICIPIO DE MADRID – AÑO 2020

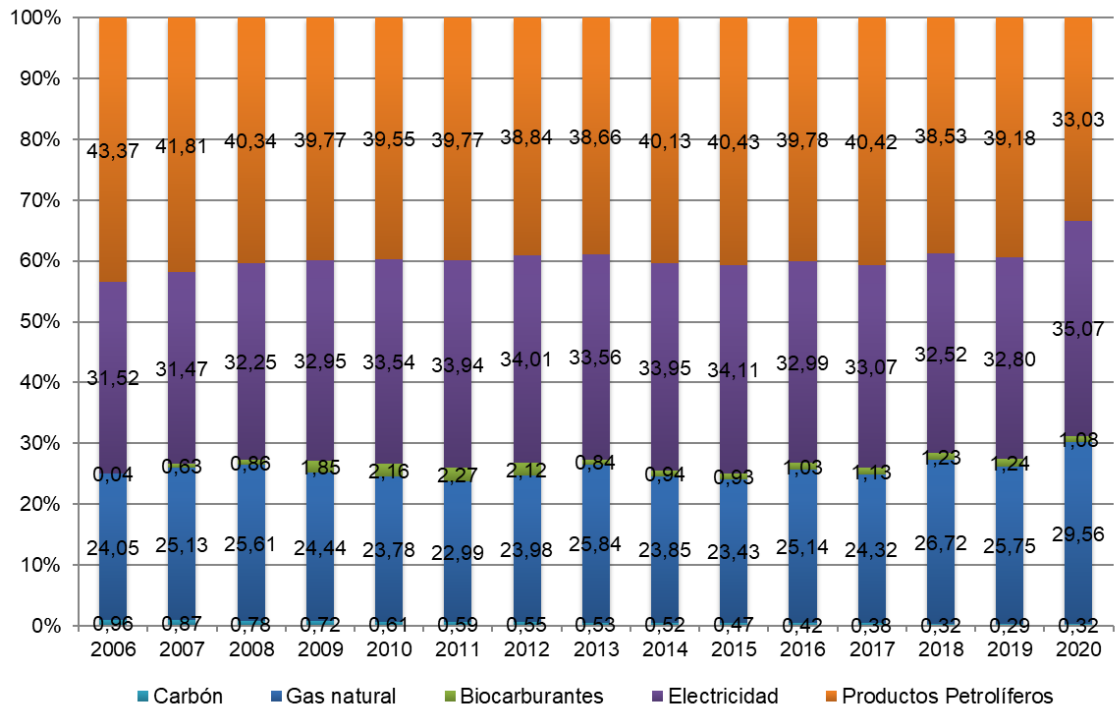


Figura 3. Evolución de la distribución porcentual del consumo de energía final por fuente energética en el municipio de Madrid. Periodo 2006-2020

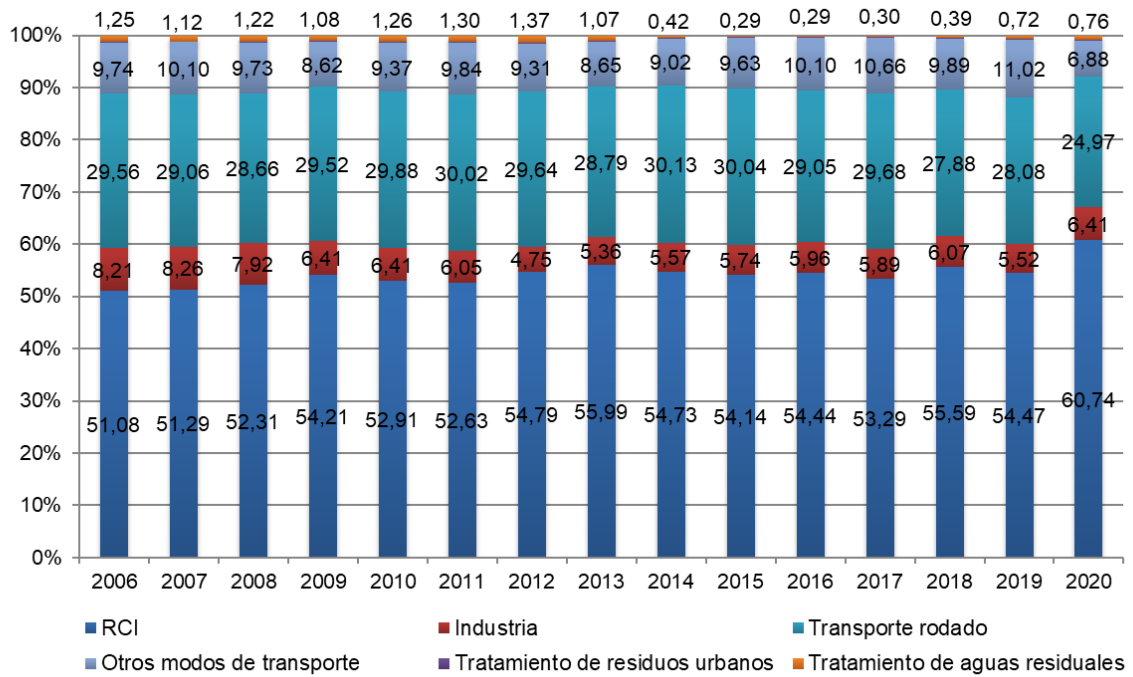


Figura 4. Evolución de la distribución porcentual de consumo de energía final por sectores en el municipio de Madrid. Periodo 2006-2020

BALANCE ENERGÉTICO DEL MUNICIPIO DE MADRID – AÑO 2020

Tabla 16. Consumo de energía final en el municipio de Madrid. Distribución por fuente energética. Periodo 2006-2020

Año	Biomasa	Gas natural	Productos petrolíferos	Biocarburantes	Electricidad	Carbón	Solar térmica	Geotérmica	Hidrógeno	TOTAL
ktep										
2006	0,29	926,27	1.670,11	1,39	1.213,72	36,85	2,22	0,00	0,04	3.850,89
2007	0,82	986,08	1.640,43	24,77	1.234,49	34,25	2,50	0,00	0,00	3.923,34
2008	0,96	1.006,37	1.585,32	33,67	1.267,42	30,54	5,20	0,00	0,00	3.929,49
2009	1,84	928,00	1.509,82	70,10	1.251,09	27,27	8,33	0,03	0,00	3.796,49
2010	3,99	876,90	1.458,59	79,55	1.236,84	22,33	9,71	0,05	0,00	3.687,97
2011	4,91	815,88	1.411,06	80,54	1.204,45	20,78	10,68	0,09	0,00	3.548,39
2012	5,49	842,53	1.364,35	74,55	1.194,69	19,39	11,98	0,16	0,00	3.513,14
2013	6,00	872,56	1.305,49	28,37	1.133,32	18,00	12,68	0,19	0,00	3.376,60
2014	6,51	768,98	1.294,02	30,32	1.094,82	16,61	13,13	0,21	0,00	3.224,61
2015	6,51	755,72	1.303,86	29,95	1.099,93	15,22	13,57	0,28	0,00	3.225,03
2016	6,55	835,12	1.321,24	34,19	1.095,73	13,83	14,06	0,56	0,00	3.321,28
2017	6,55	793,19	1.318,10	36,82	1.078,47	12,44	14,54	1,14	0,00	3.261,25
2018	7,02	937,20	1.351,58	43,22	1.140,65	11,15	15,03	2,06	0,00	3.507,90
2019	7,42	879,97	1.338,71	42,21	1.120,69	9,98	15,49	2,47	0,00	3.416,95
2020	7,86	836,65	934,59	30,52	992,29	8,94	15,96	3,06	0,00	2.829,87
%										
2006	0,01	24,05	43,37	0,04	31,52	0,96	0,06	0,00	0,00	100,00
2007	0,02	25,13	41,81	0,63	31,47	0,87	0,06	0,00	0,00	100,00
2008	0,02	25,61	40,34	0,86	32,25	0,78	0,13	0,00	0,00	100,00
2009	0,05	24,44	39,77	1,85	32,95	0,72	0,22	0,00	0,00	100,00
2010	0,11	23,78	39,55	2,16	33,54	0,61	0,26	0,00	0,00	100,00
2011	0,14	22,99	39,77	2,27	33,94	0,59	0,30	0,00	0,00	100,00
2012	0,16	23,98	38,84	2,12	34,01	0,55	0,34	0,00	0,00	100,00
2013	0,18	25,84	38,66	0,84	33,56	0,53	0,38	0,01	0,00	100,00
2014	0,20	23,85	40,13	0,94	33,95	0,52	0,41	0,01	0,00	100,00
2015	0,20	23,43	40,43	0,93	34,11	0,47	0,42	0,01	0,00	100,00
2016	0,20	25,14	39,78	1,03	32,99	0,42	0,42	0,02	0,00	100,00
2017	0,20	24,32	40,42	1,13	33,07	0,38	0,45	0,03	0,00	100,00
2018	0,20	26,72	38,53	1,23	32,52	0,32	0,43	0,06	0,00	100,00
2019	0,22	25,75	39,18	1,24	32,80	0,29	0,45	0,07	0,00	100,00
2020	0,28	29,56	33,03	1,08	35,07	0,32	0,56	0,11	0,00	100,00

Tabla 17. Consumo de energía final en el municipio de Madrid. Distribución por sectores. Periodo 2006-2020

Año	RCI		Industria		Transporte rodado		Otros modos de transporte		Tratamiento de residuos urbanos		Tratamiento de aguas residuales		TOTAL	
	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%
2006	1.967,16	51,08	316,02	8,21	1.138,27	29,56	375,05	9,74	6,06	0,16	48,32	1,25	3.850,89	100,00
2007	2.012,16	51,29	324,17	8,26	1.140,30	29,06	396,26	10,10	6,36	0,16	44,10	1,12	3.923,34	100,00
2008	2.055,51	52,31	311,40	7,92	1.126,05	28,66	382,45	9,73	6,07	0,15	48,01	1,22	3.929,49	100,00
2009	2.057,99	54,21	243,18	6,41	1.120,86	29,52	327,24	8,62	6,29	0,17	40,93	1,08	3.796,49	100,00
2010	1.951,24	52,91	236,48	6,41	1.101,91	29,88	345,65	9,37	6,20	0,17	46,48	1,26	3.687,97	100,00
2011	1.867,44	52,63	214,69	6,05	1.065,11	30,02	349,27	9,84	5,76	0,16	46,13	1,30	3.548,39	100,00
2012	1.924,88	54,79	166,71	4,75	1.041,22	29,64	327,02	9,31	5,22	0,15	48,10	1,37	3.513,14	100,00
2013	1.890,57	55,99	180,96	5,36	971,97	28,79	291,95	8,65	4,90	0,15	36,25	1,07	3.376,60	100,00
2014	1.764,90	54,73	179,75	5,57	971,43	30,13	290,82	9,02	4,26	0,13	13,45	0,42	3.224,61	100,00
2015	1.745,94	54,14	185,09	5,74	968,77	30,04	310,68	9,63	5,05	0,16	9,51	0,29	3.225,03	100,00
2016	1.808,07	54,44	197,84	5,96	964,78	29,05	335,54	10,10	5,40	0,16	9,65	0,29	3.321,28	100,00
2017	1.738,05	53,29	192,08	5,89	967,84	29,68	347,54	10,66	5,86	0,18	9,88	0,30	3.261,25	100,00
2018	1.950,06	55,59	212,93	6,07	978,05	27,88	346,86	9,89	6,36	0,18	13,63	0,39	3.507,90	100,00
2019	1.861,08	54,47	188,51	5,52	959,60	28,08	376,50	11,02	6,67	0,20	24,59	0,72	3.416,95	100,00
2020	1.718,78	60,74	181,47	6,41	706,70	24,97	194,82	6,88	6,63	0,23	21,47	0,76	2.829,87	100,00

Fuentes Tabla 16 y Tabla 17: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, Comunidad de Madrid, Madrileña Red de Gas, Nedgia Madrid S.A., Exolum (CLH), Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, REPSOL, CEPSA, Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea, Organización Internacional de la Aviación Civil, CALORDOM y Empresa Municipal de Transportes.

De acuerdo a los datos recogidos en la Tabla 16 se puede determinar el porcentaje del consumo de energía final que procede de fuentes energéticas renovables (Tabla 18). Así, para el año 2020, ese porcentaje asciende a un 17,8%, frente al 14,5 y 6,4% que suponía en 2019 y 2006, respectivamente. Se incluye aquí el consumo de biomasa, biocarburantes, biometano inyectado a la red, solar térmica, geotérmica y fracción de la electricidad consumida que tiene origen renovable, de acuerdo a la generación eléctrica nacional¹⁸.

Tabla 18. Contribución de las fuentes energéticas de origen renovable al consumo de energía final. Periodo 2006-2020

Año	Biomasa	Biocarburantes	Biometano inyectado a red	Electricidad renovable	Solar térmica	Geotermia	TOTAL	% de energía final procedente de fuentes renovables
ktep								%
2006	0,29	1,39	-	243,96	2,22	0,00	247,86	6,44
2007	0,82	24,77	-	247,93	2,50	0,00	276,02	7,04
2008	0,96	33,67	-	259,01	5,20	0,00	298,84	7,61
2009	1,84	70,10	-	330,34	8,33	0,03	410,64	10,82
2010	3,99	79,55	-	410,50	9,71	0,05	503,80	13,66
2011	4,91	80,54	-	373,67	10,68	0,09	469,89	13,24
2012	5,49	74,55	1,00	360,10	11,98	0,16	453,29	12,90
2013	6,00	28,37	1,74	455,16	12,68	0,19	504,14	14,93
2014	6,51	30,32	5,77	443,15	13,13	0,21	499,09	15,48
2015	6,51	29,95	5,58	386,94	13,57	0,28	442,84	13,73
2016	6,55	34,19	6,45	423,04	14,06	0,56	484,84	14,60
2017	6,55	36,82	7,90	347,88	14,54	1,14	414,83	12,72
2018	7,02	43,22	8,22	438,57	15,03	2,06	514,12	14,66
2019	7,42	42,21	8,62	420,70	15,49	2,47	496,91	14,54
2020	7,86	30,52	8,90	436,57	15,96	3,06	502,87	17,77

Se recuerda aquí que, del total de energía eléctrica consumida en el municipio, la Tabla 15 recoge la energía eléctrica generada en el propio municipio, a partir de procesos de cogeneración o de fuentes energéticas propias (solar fotovoltaica, residuos y lodos de depuradora): 61,75 ktep en 2020, representando el 6,2% de la energía eléctrica consumida.

3.3.1 Indicadores energéticos de consumo

La Tabla 19 recoge la evolución del consumo *per cápita* y de la intensidad energética final para el municipio de Madrid en el periodo 2006-2020.

El consumo *per cápita* ha disminuido un 31,1% en todo el periodo evaluado a pesar de que la población se ha incrementado un 6,6%, debido al descenso en el consumo de energía final (26,5%). Esa misma contracción del consumo ha provocado un descenso en la intensidad energética final del 31,3%, habiendo ascendido el producto interior bruto un 6,9% en el mismo periodo. Cabe volver a mencionar las circunstancias especiales asociadas a la pandemia COVID-19, que contribuyen de forma decisiva a descensos en los consumos energéticos, superiores a otros años.

¹⁸ Dato publicado por Red Eléctrica de España

Tabla 19. Consumo per cápita e intensidad energética en términos de energía final. Periodo 2006-2020

Año	Consumo de energía final (ktep)	Población (hab)	Producto Interior Bruto, PIB	Intensidad energética (tep E final/M€ ₂₀₁₀)	Consumo E final per cápita (tep/hab)
			(M€ ₂₀₁₀)		
2006	3.850,89	3.128.600	122.043	31,6	1,23
2007	3.923,34	3.132.463	126.669	31,0	1,25
2008	3.929,49	3.213.271	129.351	30,4	1,22
2009	3.796,49	3.255.944	125.970	30,1	1,17
2010	3.687,97	3.273.049	125.339	29,4	1,13
2011	3.548,39	3.265.038	126.276	28,1	1,09
2012	3.513,14	3.233.527	123.495	28,4	1,09
2013	3.376,60	3.207.247	121.276	27,8	1,05
2014	3.224,61	3.165.235	123.019	26,2	1,02
2015	3.225,03	3.141.991	127.266	25,3	1,03
2016	3.321,28	3.165.541	132.071	25,1	1,05
2017	3.261,25	3.182.981	137.004	23,8	1,02
2018	3.507,90	3.223.334	141.144	24,9	1,09
2019	3.416,95	3.266.126	144.480	23,6	1,05
2020	2.829,87	3.334.730	130.451	21,7	0,85

4 COMPARACIÓN CON LA SITUACIÓN NACIONAL

En la Tabla 20 y Figura 5 se presenta la comparación entre Madrid y el conjunto de España en lo referente a intensidad energética y consumo de energía final *per cápita*. Adicionalmente, se presentan los datos de población, superficie y consumo de energía final (excluidos usos no energéticos).

De los valores mostrados pueden obtenerse las siguientes conclusiones:

- el municipio de Madrid supone el 0,1% de la superficie nacional mientras que acoge el 7% de la población
- el consumo de energía *per cápita* en el municipio es un 44,9% inferior al del resto de España en su conjunto. Una de las razones de esta diferencia es la ausencia de industria pesada en el municipio
- la ciudad de Madrid contribuye al PIB nacional en un 11,6%, mientras que la contribución al consumo total de energía final es del 3,9%. Por tanto, la intensidad energética es inferior a la del conjunto de España (21,7 frente a 65,1 tep/M€₂₀₁₀).

Tabla 20. Consumo per cápita e intensidad energética en términos de energía final. Comparación entre Madrid y España. Año 2020

	Consumo de energía final (ktep)	Población (hab.)	Superficie (km ²)	PIB	Intensidad energética (tep E final/M€ ₂₀₁₀)	Consumo E final per cápita (tep/hab)
				(M€ ₂₀₁₀)		
España (excluidos usos no energéticos)	73.038	47.398.695	505.990	1.121.948	65,1	1,54
Madrid	2.829,87	3.334.730	606	130.451	21,7	0,85
% de Madrid / España	3,87%	7,04%	0,12%	11,63%	-	-

Fuente: elaboración propia a partir de los datos recopilados del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, Instituto Nacional de Estadística (INE), Ayuntamiento de Madrid y del Balance energético nacional provisional de 2020 elaborado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

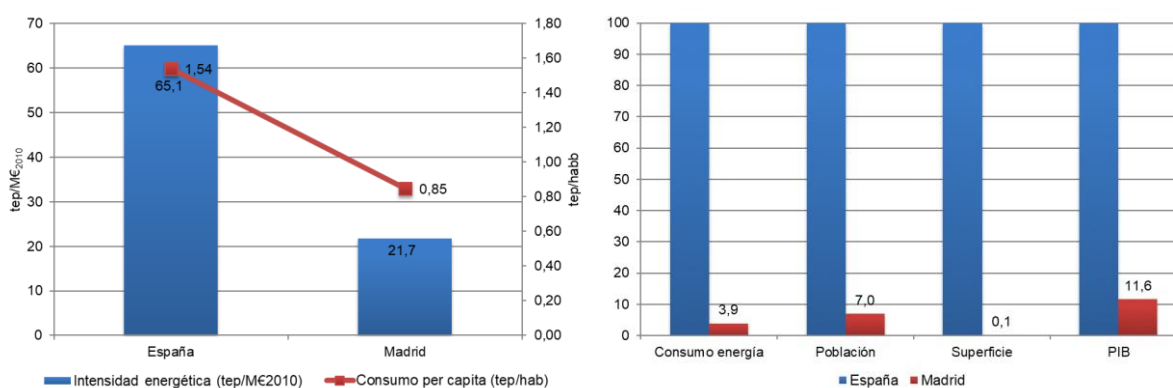


Figura 5. Comparación de parámetros socioeconómicos e indicadores energéticos básicos de Madrid y España. Año 2020

En la Tabla 21 y en la Figura 6 se recoge la evolución de los dos indicadores de consumo analizados en el periodo 2006-2020, tanto para el municipio de Madrid como para el conjunto de España.

En el municipio de Madrid, el consumo per cápita desciende un 31,1% como consecuencia de un descenso del 26,5% en el consumo de energía final y un incremento de la población del 6,6% en el periodo analizado (en el caso español, este indicador se reduce un 28,1%). La intensidad energética del municipio desciende un 31,3% entre 2006 y 2020, como consecuencia de la evolución del

BALANCE ENERGÉTICO DEL MUNICIPIO DE MADRID – AÑO 2020

consumo de energía final y de que el PIB aumente un 6,9% (descenso del 9,7% con respecto a 2019). Para el total del Estado, la intensidad energética desciende un 24,7% (descensos acumulados en todo el periodo), como consecuencia de la disminución del consumo de energía final (decrece un 23,8%), si bien el PIB experimenta un incremento acumulado del 1,2% (se produce una disminución del 12,3% con respecto al año anterior).

Tabla 21. Evolución del consumo per cápita e intensidad energética (IE) en términos de energía final. Comparación entre Madrid y España. Periodo 2006-2020

Año	Madrid					España				
	Efinal (ktep)	Pob. (hab.)	PIB (M€ 2010)	IE (tep /M€)	Cons. per cápita (tep/hab)	Efinal (ktep)	Pob. (hab.)	PIB (M€ 2010)	IE (tep /M€)	Cons. per cápita (tep/hab)
2006	3.850,89	3.128.600	122.043	31,6	1,23	95.825	44.708.964	990.951	96,7	2,14
2007	3.923,34	3.132.463	126.669	31,0	1,25	98.481	45.200.737	1.030.136	95,6	2,18
2008	3.929,49	3.213.271	129.351	30,4	1,22	94.984	46.157.822	1.041.491	91,2	2,06
2009	3.796,49	3.255.944	125.970	30,1	1,17	88.046	46.745.807	1.003.945	87,7	1,88
2010	3.687,97	3.273.049	125.339	29,4	1,13	89.444	47.021.031	1.006.119	88,9	1,90
2011	3.548,39	3.265.038	126.276	28,1	1,09	86.916	47.190.493	996.743	87,2	1,84
2012	3.513,14	3.233.527	123.495	28,4	1,09	83.401	47.265.321	976.593	85,4	1,76
2013	3.376,60	3.207.247	121.276	27,8	1,05	80.811	47.129.783	968.957	83,4	1,71
2014	3.224,61	3.165.235	123.019	26,2	1,02	79.407	46.771.341	993.830	79,9	1,70
2015	3.225,03	3.141.991	127.266	25,3	1,03	80.588	46.624.382	1.017.525	79,2	1,73
2016	3.321,28	3.165.541	132.071	25,1	1,05	82.250	46.557.008	1.055.841	77,9	1,77
2017	3.261,25	3.182.981	137.004	23,8	1,02	84.899	46.572.132	1.104.201	76,9	1,82
2018	3.507,90	3.223.334	141.144	24,9	1,09	86.883	46.722.980	1.120.147	77,6	1,86
2019	3.416,95	3.266.126	144.480	23,6	1,05	85.927	47.026.208	1.143.267	75,2	1,83
2020	2.829,87	3.334.730	130.451	21,7	0,85	73.038	47.398.695	1.002.866	72,8	1,54

Fuente: elaboración propia a partir de los datos recopilados del Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid, Instituto Nacional de Estadística (INE), Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y Ayuntamiento de Madrid.

BALANCE ENERGÉTICO DEL MUNICIPIO DE MADRID – AÑO 2020

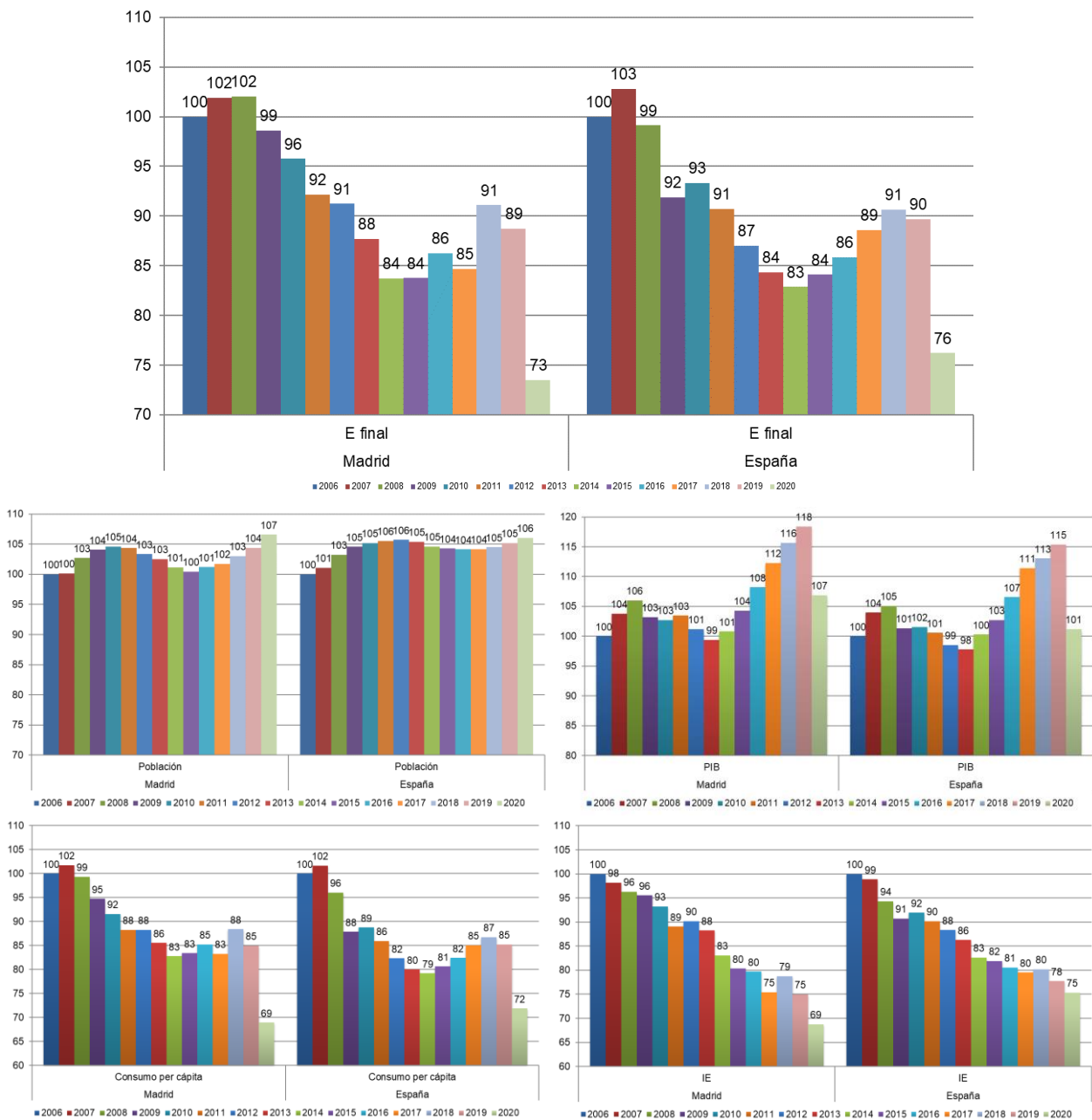


Figura 6. Evolución del consumo de energía final, población, PIB, intensidad energética (IE) y consumo per cápita en el municipio de Madrid y en España. Periodo 2006-2020 (Año 2006=100)

5 CONCLUSIONES

En primer lugar, cabe destacar que los resultados mostrados en el presente balance energético están totalmente condicionados por las especiales, y coyunturales, circunstancias vividas durante el año 2020, a consecuencia de la pandemia provocada por la COVID-19. Por tanto, las cifras y conclusiones han de evaluarse con cautela y tomarse meramente como informativas.

En 2020, el 49,5% de las importaciones correspondieron a productos petrolíferos, el 25,4% a electricidad y el resto, fundamentalmente, a gas natural (23,9%). Por tanto, el uso de fuentes fósiles contribuye alrededor del 75% al total. Esta situación ha sido prácticamente constante en todo el periodo evaluado, donde la electricidad ha copado porcentajes del 18 al 21%.

El queroseno destinado a los aeropuertos supuso un 53,9% de las importaciones de productos petrolíferos y un 26,7% del total de importaciones. Si no se considera este queroseno, la contribución de los productos petrolíferos al total de las importaciones desciende hasta un 31,1% y la de la electricidad aumenta a un 34,6% (la del gas natural se incrementa al 32,5%).

Las fuentes primarias propias suponen un porcentaje muy reducido del total de energía con respecto a las importaciones en el municipio: un 4,8% en 2020 (en el periodo 2006-2019, este porcentaje se situaba en valores entre 2,4-3,1%). Esta situación pone de manifiesto la elevada dependencia energética exterior.

Las energías renovables se han incrementado de forma notable en el periodo 2006-2020 destacando la energía solar térmica. Ésta, aun suponiendo un 0,6% del consumo total de energía final de 2020, ha registrado un incremento del 618% en relación a 2006. La generación solar fotovoltaica ha crecido un 1.494% respecto a 2006, pero ha sufrido un ligero descenso del 8,1% con respecto a 2019.

La incineración de residuos urbanos y el aprovechamiento del biogás procedente de vertedero siguen destacando como las principales vías de generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables y propias. El biogás procedente de la biometanización de residuos urbanos se envía en parte a valorizar energéticamente junto con el biogás de vertedero, y otra parte se inyecta en la red gasista de distribución. El biogás procedente de la digestión anaerobia de los lodos de EDAR se emplea para generar energía eléctrica que se consume en las propias instalaciones (autoconsumo).

La producción propia de energía eléctrica en 2020 supuso el 6,5% de la consumida en el municipio, presentando valores absolutos similares a los del año 2006. Un análisis pormenorizado muestra que la generación eléctrica por incineración de residuos urbanos cayó apenas un 0,7% en 2020 respecto a 2019, y el aprovechamiento del biogás (procedente de vertedero, biometanización y digestión anaerobia de lodos de EDAR) disminuyó un 4,5%. En el periodo 2006-2020, la generación de energía eléctrica mediante incineración de residuos urbanos osciló entre 12,48 (año 2014) y 20,31 ktep, (año 2010) dependiendo estos valores de las fluctuaciones acontecidas en la masa de residuos a incinerar y en el contenido energético de los mismos (variaciones de poder calorífico).

La generación eléctrica por cogeneración cayó un 17,5% en 2020 respecto a 2019. En el periodo 2006-2020 el descenso acumulado ha sido del 24,6%. Cabe destacar, que a partir de 2018 vuelve a entrar en operación la cogeneración en el secado térmico de lodos en la EDAR Sur.

La energía eléctrica producida y vertida a la red de distribución en 2020 procedió en un 35,4% de instalaciones de cogeneraciones industriales y del sector RCI; el 16,6% de la cogeneración en el secado térmico de lodos; el 43,9% se generó por valorización energética de los residuos urbanos (30,7% incineración y 13,2% del aprovechamiento del biogás de vertedero y biometanización); y el 4,1% restante procedió del aprovechamiento de la energía solar mediante paneles fotovoltaicos.

El consumo de energía final en 2020 fue un 17,2% inferior que en 2019. Respecto a 2006, se presenta una reducción total acumulada del 26,5%. Se produjo un máximo de consumo en el año 2008 y a partir de ahí un descenso, muy ligado a la situación económica del país y a las medidas del fomento del ahorro y la eficiencia energética.

El consumo de energía final en 2020 ha disminuido con respecto a 2006 en todos los sectores, salvo para el tratamiento de residuos urbanos. Los sectores que más energía demandan son el RCI y el transporte por carretera. El consumo en el sector RCI se ha reducido un 7,6% en el último año; para todo el periodo evaluado, se aprecia un descenso del 12,6%. El transporte rodado redujo su consumo un 48,3% en el último año, con una caída total del 48,1% desde 2006. Esta reducción es drástica y se ve afectada inequívocamente por las circunstancias derivadas de la pandemia de la COVID-19. El sector que sufrió una mayor caída en su consumo durante el periodo 2006-2020 fue el tratamiento de aguas residuales (55,6%). Esto se debe a la paralización de una de las dos plantas de cogeneración en el secado térmico de lodos, las cuales necesitan gas natural como combustible para satisfacer la demanda de calor.

La contribución de las fuentes energéticas renovables al consumo de energía final fue del 17,8% en 2020, frente al 14,5% que supuso en el año anterior. Se observa una tendencia creciente en todo el periodo evaluado, partiendo de un 6,4% en 2006.

El municipio de Madrid supone el 0,1% de la superficie nacional y en 2020 acogía el 7% de la población española, consumiendo el 3,9% de la energía final del país. Sin embargo, contribuye al PIB nacional con un 11,6%. Su intensidad energética (21,7 tep/millón de €₂₀₁₀) es notablemente inferior a la del conjunto de España (65,1 tep/millón de €₂₀₁₀). Esta diferencia se explica por la ausencia de industria pesada, ya que la riqueza del municipio tiene como pilar fundamental el sector servicios o terciario, menos intensivo en cuanto a consumo energético. Este indicador de consumo ha ido descendiendo a nivel municipal en los últimos años, acumulando una reducción del 31,3% en el periodo 2006-2020. Esta tendencia se debe al descenso del consumo de energía final (un 26,5%) y al aumento del PIB (1,2%).

El consumo de energía *per cápita* de Madrid en 2020 fue inferior al de la media española (0,85 frente a 1,54 tep/hab). Esta diferencia se debe, fundamentalmente, a la mencionada ausencia de industria pesada en el municipio. Este indicador municipal ha experimentado un descenso del 31,1% en el periodo 2006-2020, debido al descenso del consumo (un 26,5%) y al incremento de población (un 6,6%). Para el conjunto de España, el descenso fue del 28,1%, con un descenso del consumo de energía final del 23,8% y un incremento de la población del 6% en el citado periodo.