



Diagnóstico PLAN LOCAL CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN de MADRID



120945 Madrid- Preparación del Plan Local de Calefacción y Refrigeración

Nº PROYECTO:

CLIENTE: Ayuntamiento de Madrid

TÍTULO: Entregable Final

EXPEDIENTE: 300/2025/01444

FECHA: 14/05/2026

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	8
1.1	OBJETIVO DEL INFORME	9
1.2	METODOLOGÍA	10
1.3	ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	11
2	CAPTACIÓN, PROCESADO E INTEGRACIÓN DE DATOS	12
2.1	INFORMACIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS (ELECTRICIDAD Y GAS)	12
2.1.1	<i>Consumos eléctricos.....</i>	<i>12</i>
2.1.2	<i>Consumos de gas</i>	<i>13</i>
2.2	LISTADO DE CALDERAS (BIOMASA Y GASÓLEO)	13
2.3	OTRAS FUENTES PÚBLICAS	14
3	DIAGNÓSTICO	15
3.1	MAPAS DE CONTEXTO.....	15
3.2	CALDERAS POR VECTOR.....	19
3.3	CONSUMOS DE GAS.....	23
3.4	CONSUMOS DE ELECTRICIDAD.....	29
4	CARACTERIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS.....	34
4.1	BLOQUES DE VIVIENDA Y/O EDIFICIOS TERCIARIOS	36
4.1.1	<i>CALDERA INDIVIDUAL PARA CALEFACCIÓN Y ACS</i>	<i>36</i>
4.1.2	<i>RADIADORES Y TERMO ELÉCTRICOS (EFECTO JOULE).....</i>	<i>38</i>
4.1.3	<i>CALDERA CENTRALIZADA DE CALEFACCIÓN Y ACS</i>	<i>40</i>
4.2	VIVIENDA UNIFAMILIAR.....	42
4.2.1	<i>CALDERA INDIVIDUAL PARA CALEFACCIÓN Y ACS</i>	<i>42</i>
4.2.2	<i>RADIADORES Y TERMO ELÉCTRICOS (EFECTO JOULE).....</i>	<i>44</i>
5	POTENCIAL DE EFICIENCIA DE LAS MEDIDAS	46
5.1	ANÁLISIS TÉCNICO DE LA VIABILIDAD DE POSIBLES ALTERNATIVAS	46
5.2	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ESTRATEGIAS	51
6	SIMULACIÓN DE ESCENARIOS.....	60
7	ANEXO I – CÓDIGOS DE BARRIOS	73
8	ANEXO II – TABLAS CON LOS DATOS DE DIAGNÓSTICO	79
8.1	DATOS DE CONTEXTO POR BARRIO.....	79

8.2	DATOS DE CALDERAS POR VECTOR	83
8.3	DATOS DE CONSUMOS DE GAS.....	87
8.4	DATOS DE CONSUMOS ELÉCTRICOS	92
9	ANEXO III – ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN ADICIONALES	96

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 EDAD MEDIA DE LA EDIFICACIÓN POR BARRIOS. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES

FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: MINISTERIO DE HACIENDA - DIRECCIÓN GENERAL DE CATASTRO, CATASTRO MADRID, 2025..... 15

FIGURA 2 RENTA NETA MEDIA POR HOGAR. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES.

[CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: INE, ATLAS DE RENTA POR HOGARES, 2021. 16

FIGURA 3 PORCENTAJE DE EDIFICIOS UNIFAMILIARES. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES.

[CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: COMUNIDAD DE MADRID, 2025, REGISTRO DE CERTIFICADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 17

FIGURA 4 PREDOMINANCIA DE USOS SEGÚN EL PORCENTAJE DE SUPERFICIE CALEFACTADA DEL BARRIO EN LAS SIGUIENTES

CATEGORÍAS: RESIDENCIAL, TERCIARIO U OTROS (INDUSTRIAL + DEPORTIVA). FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: MINISTERIO DE HACIENDA - DIRECCIÓN GENERAL DE CATASTRO, CATASTRO MADRID, 2025. 18

FIGURA 5 DEMANDA MEDIA DE CALEFACCIÓN (kWh/m²). FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES

FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: COMUNIDAD DE MADRID, 2025, REGISTRO DE CERTIFICADOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. 19

FIGURA 6 NÚMERO DE CALDERAS DE BIOMASA. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES.

[CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2024, DATOS PARA LA ELABORACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO E INVENTARIO DE EMISIONES DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID. 20

FIGURA 7 NÚMERO DE CALDERAS DE GASÓLEO. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES.

[CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2024, DATOS PARA LA ELABORACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO E INVENTARIO DE EMISIONES DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID. 21

FIGURA 8 CALDERAS DE GASÓLEO POR TIPO DE EDIFICIO: BLOQUE O UNIFAMILIAR. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR

DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2024, DATOS PARA LA ELABORACIÓN DEL BALANCE ENERGÉTICO E INVENTARIO DE EMISIONES DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID. MINISTERIO DE HACIENDA - DIRECCIÓN GENERAL DE CATASTRO, CATASTRO MADRID, 2025. 22

FIGURA 9 NÚMERO DE CALDERAS CENTRALES DE GAS POR BARRIO. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS

SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025,

CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: SISTEMA AVANZADO PARA EL DIAGNÓSTICO, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE FUENTES EMISORAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID (SIMAD), 2024.	23
FIGURA 10 DENSIDAD DE CONSUMO DE GAS (kWh/M ² ·AÑO) RESPECTO A LA SUPERFICIE CONSTRUIDA CALEFACTABLE DEL BARRIO.	24
FIGURA 11 DENSIDAD DE CONSUMO TOTAL DE GAS (kWh/M ² ·AÑO) RESPECTO AL ÁREA DEL BARRIO Y CONSUMOS TOTALES POR BARRIO. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: SISTEMA AVANZADO PARA EL DIAGNÓSTICO, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE FUENTES EMISORAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID (SIMAD), 2024. MINISTERIO DE HACIENDA - DIRECCIÓN GENERAL DE CATASTRO, CATASTRO MADRID, 2025.	24
FIGURA 12 CONSUMO DE GAS POR TIPOLOGÍA DE DIRECCIONES. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: SISTEMA AVANZADO PARA EL DIAGNÓSTICO, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE FUENTES EMISORAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID (SIMAD), 2024.	25
FIGURA 13 PORCENTAJE DEL CONSUMO DE GAS TOTAL ANUAL DE DIRECCIONES CON SÓLO CALDERAS INDIVIDUALES.....	26
FIGURA 14 PORCENTAJE DEL CONSUMO DE GAS TOTAL ANUAL DE DIRECCIONES CON CALDERAS COLECTIVAS O CALDERAS MIX DE CALDERAS INDIVIDUALES Y COLECTIVAS. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: SISTEMA AVANZADO PARA EL DIAGNÓSTICO, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE FUENTES EMISORAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID (SIMAD), 2024.	27
FIGURA 15 DENSIDAD DEL CONSUMO DE GAS DE DIRECCIONES CON CALDERAS INDIVIDUALES.	27
FIGURA 16 DENSIDAD DEL CONSUMO DE GAS DE DIRECCIONES CON CALDERAS COLECTIVAS Y MIXTAS (NO INCLUYENDO LAS DE DIRECCIONES CON CALDERAS EXCLUSIVAMENTE INDIVIDUALES). FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: SISTEMA AVANZADO PARA EL DIAGNÓSTICO, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE FUENTES EMISORAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID (SIMAD), 2024. MINISTERIO DE HACIENDA - DIRECCIÓN GENERAL DE CATASTRO, CATASTRO MADRID, 2025.	28
FIGURA 17 DIRECCIONES CON TARIFAS A PARTIR DE RL5 CON CONSUMO ANUAL $\geq 3.000.000$ kWh. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: SISTEMA AVANZADO PARA EL DIAGNÓSTICO, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE FUENTES EMISORAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID (SIMAD), 2024.	29
FIGURA 18 CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL Y DENSIDAD DE CONSUMO POR HECTÁREA. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025,	

CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: SISTEMA AVANZADO PARA EL DIAGNÓSTICO, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE FUENTES EMISORAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID (SIMAD), 2024.	30
FIGURA 19 PESO DEL CONSUMO ELÉCTRICO POR SECTORES. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: SISTEMA AVANZADO PARA EL DIAGNÓSTICO, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE FUENTES EMISORAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID (SIMAD), 2024.	31
FIGURA 20 CONSUMO ELÉCTRICO MEDIO POR VIVIENDA. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: MINISTERIO DE HACIENDA - DIRECCIÓN GENERAL DE CATASTRO, CATASTRO MADRID, 2025. SISTEMA AVANZADO PARA EL DIAGNÓSTICO, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE FUENTES EMISORAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID (SIMAD), 2024.	32
FIGURA 21 INDICADOR DE ANOMALÍA DEL CONSUMO ELÉCTRICO RESIDENCIAL EN INVIERNO.	33
FIGURA 22 INDICADOR DE ANOMALÍA DEL CONSUMO ELÉCTRICO RESIDENCIAL EN VERANO. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES. [CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID POR BARRIOS Y DISTRITOS. [ESTADÍSTICAS]: SISTEMA AVANZADO PARA EL DIAGNÓSTICO, SIMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESCENARIOS DE FUENTES EMISORAS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LA CIUDAD DE MADRID (SIMAD), 2024.	33
FIGURA 23 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PONDERACIÓN APLICADA TRAS UNA COMPARACIÓN POR PARES ENTRE LAS VARIABLES CONSIDERADAS PARA ACTUACIONES INDIVIDUALES.	48
FIGURA 24 REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PONDERACIÓN APLICADA TRAS UNA COMPARACIÓN POR PARES ENTRE LAS VARIABLES CONSIDERADAS PARA REDES DE CALOR.	49
FIGURA 25 PRIORIZACIÓN DE BARRIOS PARA LA ESTRATEGIA DE REHABILITACIÓN Y CAMBIO DE SISTEMAS EDIFICIO A EDIFICIO	50
FIGURA 26 IDENTIFICACIÓN DE BARRIOS CON MAYOR POTENCIAL EN EL DESPLIEGUE DE REDES DE CALOR.	51
FIGURA 27 COSTE TOTAL ESTRATEGIA REHABILITACIÓN JUNTO CON CAMBIO DE SISTEMA POR m^2 ($€/m^2$) POR BARRIO.	53
FIGURA 28 AHORRO ANUAL QUE PROPORCIONA LA ESTRATEGIA DE REHABILITACIÓN Y CAMBIO DE POR BARRIO ($€/m^2$)	54
FIGURA 29 TIR MEDIO QUE PROPORCIONA LA ESTRATEGIA DE REHABILITACIÓN Y CAMBIO DE SISTEMA POR BARRIO (%)	55
FIGURA 30 COSTE TOTAL ESTRATEGIA IMPLANTACIÓN DE REDES DE CALOR , POR m^2 DE SUPERFICIE CALEFACTADA, ($€/m^2$) POR BARRIO	57
FIGURA 31 AHORRO ANUAL QUE PROPORCIONA LA ESTRATEGIA ESTRATEGIA DE IMPLANTACIÓN DE	58
FIGURA 32 TIR MEDIO QUE PROPORCIONA LA ESTRATEGIA DE IMPLANTACIÓN DE REDES DE CALOR (%)	59
FIGURA 33. PORCENTAJE DE VIVIENDAS A REHABILITAR POR BARRIO, EN EL ESCENARIO DE REHABILITACIÓN DEL 10% DE VIVIENDAS PARA EL MUNICIPIO DE MADRID.	63
FIGURA 34. PORCENTAJE DE COBERTURA DE REDES DE DISTRITO POR BARRIO, EN EL ESCENARIO DE DESPLIEGUE DE REDES DE DISTRITO PARA EL MUNICIPIO DE MADRID.	66

FIGURA 35 MAPA DE BARRIOS Y DISTRITOS. FUENTES: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE LAS SIGUIENTES FUENTES.

[CARTOGRÁFICAS]: PORTAL DE DATOS ABIERTOS DEL AYUNTAMIENTO DE MADRID, 2025, CARTOGRAFÍA DE MADRID

POR BARRIOS Y DISTRITOS. 73

1 INTRODUCCIÓN

Casi el 58% de los edificios en España se construyeron con anterioridad a la primera normativa que introdujo, a nivel nacional, unos criterios mínimos de eficiencia energética (NBE-79). En lo relativo a emisiones en edificios, el 61% se atribuyen a los consumos realizados en las viviendas, mientras que el 39% restante corresponde a las edificaciones institucionales y comerciales. En lo relativo a las 26.626.383 viviendas existentes en España, de acuerdo al reciente estudio del Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España, el 49% son anteriores a la NBE-79 y otro 46% anteriores a la primera versión del CTE, donde se introdujo cierta exigencia sobre eficiencia energética de los sistemas y de contribución renovable. Por tanto, para llevar a cabo una descarbonización del parque edificado, se presenta un panorama complejo debido a las casuísticas de sistemas térmicos (calefacción y refrigeración, así como ACS) empleados, vectores energéticos consumidos y la demanda térmica heterogénea, por lo que no puede abordarse en bloque si no con criterio de priorización y territorialización, incluso dentro de una misma ciudad.

Desde el punto de vista normativo, para impulsar la eficiencia energética de los edificios, la UE ha establecido un marco que incluye la Directiva revisada sobre la eficiencia energética de los edificios (UE/2024/1275) y la Directiva revisada sobre eficiencia energética (UE/2023/1791), promoviendo conjuntamente, entre otras cuestiones, políticas que ayuden a lograr un parque inmobiliario altamente eficiente desde el punto de vista energético y descarbonizado de aquí a 2050; la eliminación progresiva de los sistemas de calefacción basados en combustibles fósiles, crear un entorno estable para las decisiones de inversión; y permitir que los consumidores y las empresas tomen decisiones más informadas para ahorrar energía y dinero.

De acuerdo con el MITERD, la tradición urbanística española se ha volcado en el pasado, en la producción de nueva ciudad, mientras que la reconversión del sector inmobiliario y de la construcción debe dirigirse hacia un modelo sostenible e integrador; redirigiendo los esfuerzos hacia la rehabilitación, regeneración y renovación urbana. En ese mismo sentido reincide en que las inversiones en la rehabilitación energética de edificios pueden ahorrar energía, ahorrar gastos corrientes, mejorar la productividad y el confort, e incrementar la utilidad y el valor de los edificios. Desde el requerimiento de la planificación, la mencionada Directiva 2023/1791, en su artículo 25.6 establece que los Estados miembros velarán por que las autoridades regionales y locales elaboren planes locales de calefacción y refrigeración, al menos en los municipios con una población de más de 45.000 habitantes.

A pesar de que este artículo todavía debe ser traspuesto por los ministerios correspondiente, la ciudad de Madrid pretende prepararse en línea con una estrategia de transición energética y climática que lleva implementando desde hace varias décadas. De hecho, ya en 2008, aprobó su Plan de Uso Sostenible de la Energía y Prevención del Cambio Climático de la Ciudad de Madrid 2008-2012 (PUSECC) que establecía medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 14% respecto a 2004, alineándose con los compromisos del Protocolo de Kioto, e incluía acciones sectoriales (transporte, residencial, residuos, industria, sumideros) y transversales, con el objeto de transformarse en una ciudad eficiente y comprometida con la sostenibilidad.

Desde entonces los avances han sido notables. Por ejemplo, siendo seleccionada entre las 112 participantes de la Misión de Ciudades Inteligentes y Climáticamente Neutras, y como miembro de CitiES2030 (la plataforma española hacia la neutralidad climática en las ciudades, apoyada por el Ministerio para la Transición Ecológica). Madrid, debido a su gran tamaño y población, ha abordado la Misión de forma sistémica, en torno a nuevos desarrollos urbanísticos climáticamente neutros, ciudadanía del futuro (escuelas y campus universitarios cero emisiones) y equipamientos públicos como nodos integrados de regeneración urbana para toda la ciudad. Internamente, alineada con este objetivo, la ciudad ha venido trabajando en herramientas como la Estrategia de Sostenibilidad Madrid 360 (que permitió entre muchas acciones, la eliminación de las calderas de carbón) y la Hoja de Ruta hacia la neutralidad climática de la ciudad de Madrid (que incluye entre sus ejes estratégicos la búsqueda de la neutralidad climática en sectores como el parque edificado), el Contrato Climático de la Ciudad (CCC), siendo pionera en su presentación, o incluyendo la sostenibilidad entre los retos de la Estrategia Urbana 360 (“Sueña Madrid”).

En esta línea, el Ayuntamiento de Madrid se propone también responder al planteamiento de la Directiva en cuanto a la elaboración de su plan de calefacción y refrigeración, si bien, todavía no está traspuesto al ordenamiento nacional. Por ello, y con carácter previo, ha encargado la realización de este estudio para poder prepararse de cara a su entrada en vigor. El objetivo es evitar posteriormente demoras en las fases de evaluación de alternativas y de toma de decisiones.

1.1 Objetivo del informe

Este informe presenta el trabajo realizado para proporcionar un análisis profundo de la situación actual de los sistemas de calefacción y refrigeración de la ciudad de Madrid, discriminando la situación existente por distritos y barrios, así como una identificación de las posibles alternativas que deberán de considerarse cuando se implemente el plan

tal y como indica el artículo 25.6 de la Directiva de Eficiencia Energética (UE/2023/1791). Aún no habiéndose transpuesto a enero de 2026, se acomete este análisis para conocer la situación de partida y verificar la calidad de los datos que pueden permitir tener un diagnóstico realista.

El análisis se lleva a cabo a partir de la geolocalización de los datos disponibles, combinando diferentes fuentes y modelizando escenarios que puedan resultar de utilidad para establecer una estrategia de calor y frío en la ciudad. Como parte del análisis se configura la situación del parque edificado de partida, características de sus sistemas energéticos y consumos en función de las fuentes existentes.

Además, también se lleva a cabo una evaluación del potencial de eficiencia tanto a nivel de edificio como de escalas superiores para una mayor eficiencia y lograr una reducción de emisiones. El análisis contempla, por tanto, combinación de actuaciones tanto individuales como colectivas. Todo ello al objeto de generar escenarios de adopción de alternativas que puedan mostrar potenciales líneas de trabajo a desarrollar en un plan estratégico posterior.

El informe se acompaña de figuras a partir de las capas georreferenciadas con toda la información y datos volcados.

1.2 Metodología

El trabajo se ha estructurado a partir de tres elementos fundamentalmente:

- Trabajo de análisis: Se ha revisado y analizado documentación existente para establecer el diagnóstico. Para ello se han consultado bases de datos, referencias bibliográficas, información relevante, etc. También se ha solicitado información de datos reales a través del propio Ayuntamiento de Madrid, de la Dirección General de Transición Energética y Economía Circular de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Agricultura de la Comunidad de Madrid y de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) que han apoyado la recogida de esa información para realizar este trabajo.
- Grupo de trabajo: Se estableció al inicio del proyecto un grupo de trabajo técnico que ha liderado el análisis realizado. Este grupo de trabajo está compuesto por técnicos del Ayuntamiento de Madrid y Tecnalia. Tanto la idoneidad de la información recogida como su análisis, procesado y conclusiones principales se han compartido en el Grupo de Trabajo y los resultados son los que se presentan en este informe.

1.3 Estructura del documento

El documento se estructura en secciones que de forma lógica van aportando información para entender lo que se presenta a continuación. Básicamente lo que se recoge en cada sección:

- Sección 1, es la introducción al documento donde se presentan tanto el objetivo general, como la metodología de trabajo y la estructura del documento.
- Sección 2, se presenta la metodología empleada para procesar e integrar las diferentes fuentes de información empleadas para la elaboración del informe.
- Sección 3, se lleva a cabo el diagnóstico de la ciudad, de forma territorializada por barrios, analizando información contextual, calderas por vector y los datos reales de consumo de gas y electricidad por barrio.
- Sección 4, es la sección en la que se realiza una caracterización de tecnologías identificando arquetipos de edificación y analizando sus posibles soluciones tecnológicas.
- Sección 5, donde se analiza el potencial de eficiencia de las diferentes medidas identificadas y su viabilidad técnico-financiera.
- Por último se incluyen 3 anexos:
 - ANEXO I, incluye la codificación y nombres de los barrios para facilitar la interpretación de los mapas presentados a lo largo del documento, así como la correspondencia de barrios por distrito.
 - ANEXO II, incluye tablas con más información de los indicadores presentados por barrio en la sección 3 de Diagnóstico.
 - ANEXO III, incluye todos los escenarios de intervención analizados, extendidos sobre los recogidos en la sección 4.

2 CAPTACIÓN, PROCESADO E INTEGRACIÓN DE DATOS

Con el fin de realizar un buen diagnóstico de los sistemas y vectores energéticos ha habido una labor fundamental de obtención, procesado e integración de datos de diferentes fuentes. Por un lado, se ha trabajado con fuentes provistas por el Ayuntamiento de consumos reales de gas y electricidad, y de listados de calderas de biomasa y gasóleo (vinculadas a el Sistema avanzado para el diagnóstico, simulación y evaluación de escenarios de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid (SIMAD) y a Datos para la elaboración del balance energético e inventario de emisiones del Ayuntamiento de Madrid), y por otro lado se ha trabajado con diferentes fuentes abiertas que permitieran contextualizar este análisis, como son: el catastro, los certificados energéticos, el atlas de renta o el Censo de población y viviendas. A continuación, se detalla el trabajo realizado con cada fuente de información, las dificultades encontradas y las asunciones o decisiones tomadas para su análisis.

2.1 Información de consumos energéticos (electricidad y gas)

Para la realización de este estudio se ha podido contar con datos reales de consumo provistos al Ayuntamiento por las diferentes distribuidoras, IDE y UFD para el caso de la electricidad; y Madrileña red de gas y Nedgia para el caso del gas a partir de la herramienta SIMAD. Tanto para la electricidad como para el gas los datos de consumo se han provisto a diferentes escalas que se han homogeneizado para aportar una información consolidada. A continuación, se describen los pasos de procesado realizados para cada caso.

2.1.1 Consumos eléctricos

Los datos de consumos facilitados para IDE abarcan el periodo 2022-2025, mientras que los de UFD son del año 2024. Se selecciona por tanto el año 2024, único periodo común para ambas operadoras.

En cuanto a los datos, que se encuentran por barrio, IDE está presente en 74 barrios y UFD en 90 barrios, siendo 36 los barrios coincidentes entre ambas. Para poder sumar los datos en los barrios coincidentes y trabajar de manera armonizada con toda la información, se llevan a cabo algunas acciones de estandarización de los datos (por ejemplo para el caso de la agregación de datos por sectores, los datos de UFD están clasificados en 3 sectores principales -residencial, industrial y terciario- por lo que se adaptan los datos de IDE a esa clasificación, o se descarta la categoría de datos de transporte en el caso de IDE asumiendo que UFD no la contempla). Los datos se agregan por trimestre

y por mes posteriormente para realizar diferentes análisis y se unen a la cartografía de barrios, incluyendo información proveniente de catastro sobre las superficies por sectores y el número de viviendas por barrio.

2.1.2 Consumos de gas

Los datos de consumos de gas de MRG cubren consumos de gas del periodo 2023 – 2025 y los de Nedgia cubren el periodo 2022 – 2025. En este caso con el fin de tener igualmente un mismo periodo comparable a los datos eléctricos se ha elegido también el 2024 como año de referencia para el análisis.

Se ha llevado a cabo una armonización de datos teniendo en cuenta tipo de tarifas, agregación por zonas, etc. Esto ha sido importante ya que hay algunas diferencias entre la información aportada por ambas distribuidoras. Por ejemplo, en el caso de Nedgia no se aportan datos relacionados con el transporte y tampoco se aportan datos de tarifas altas (RL5 o superiores), lo que deja fuera consumos de algunos grandes consumidores como hospitales, grandes residencias de mayores, grandes complejos, etc. Por otro lado, MRG si aporta datos de tarifas altas y especifica consumos relativos a las gasineras. Sin embargo, los consumos de las gasineras han sido eliminados para homogeneizar en lo posible los datos entre operadoras.

Tras todo el procesado se han geolocalizado todos los consumos teniendo en cuenta el tipo de tarifa y el volumen de consumos de los ficheros originales (previos al procesado) que han resultado en descartar la geolocalización de un 2,8% del consumo total original. Se considera que es una pérdida menor, que no afecta en gran medida al análisis agregado por barrio.

2.2 Listado de calderas (biomasa y gasóleo)

Los listados de biomasa y gasóleo facilitados por el Ayuntamiento provienen de un trabajo realizado por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) para la elaboración del balance energético e inventario de emisiones del Ayuntamiento de Madrid.

En el caso del gasóleo, es una actualización del censo de instalaciones de gasóleo que hizo UPM en 2022 para el inventario de emisiones de la ciudad, contrastado con información de las operadoras de gas y con información del término municipal de Madrid y efectuando comprobaciones de direcciones afectadas por la Ley de Memoria Histórica y de direcciones compuestas (vías diferentes conectadas mediante guion o similares). Tras estas depuraciones, el total de posibles instalaciones de gasóleo en el término municipal de Madrid en 2024 sería de 3.036.

En el caso de la biomasa el registro facilitado incorpora 303 calderas de biomasa, con su dirección y en algunos casos su potencia y combustible.

Ambos registros se han geolocalizado con la API de Google maps igual que en el caso del gas. En este caso hay varios registros que quedaban georreferenciados fuera de Madrid o que caían en las mismas coordenadas, y que han sido revisados a mano para no perderlos, ya que la muestra es mucho menor que en el caso del gas. Algunas direcciones no obstante no se han podido localizar en la ciudad porque parecen corresponder a municipios cercanos.

Tras el procesado realizado resultan 3026 registros de instalaciones petrolíferas y 302 de biomasa, que son los que se incluyen en el estudio.

2.3 Otras fuentes públicas

Además de las fuentes ya mencionadas se han obtenido y procesado otras fuentes públicas que contribuyen al análisis. Estas son:

- La capa de **barrios**, obtenida de opendata Madrid, se ha empleado como base para agregar la información de las diferentes fuentes y poder generar los mapas temáticos del diagnóstico.
- El **catastro** se ha procesado para generar datos por parcela, en ausencia de posibilidad de asociación entre los datos de los edificios y sus geometrías catastrales. En concreto, los datos más relevantes son el de número de bienes inmuebles y su superficie asociada, clasificada en 5 categorías en relación a su uso: vivienda, uso deportivo, uso industrial, uso servicios (terciario) y no habitable. Este último se refiere a usos de servidumbre, comúnmente no calefactados, como por ejemplo trasteros, garajes u otros anexos.
- El **atlas de renta** del INE (se coge como referencia el del año 2021), se ha empleado para extraer datos de renta media. Esta fuente que está por sección censal, se ha desagregado por edificio para generar después la media por barrio.
- Los **certificados energéticos** se han limpiado, procesado y agregado por parcela catastral para poder contrastar o complementar (en algún caso) la información obtenida de las fuentes provistas por el Ayuntamiento.

3 DIAGNÓSTICO

A continuación, se presenta el diagnóstico por barrio a partir de las diferentes fuentes analizadas. En el ANEXO I – códigos de BARRIOS se puede consultar el código y nombre de los barrios, así como el distrito al que pertenecen, y en el ANEXO II – TABLAS CON LOS DATOS DE DIAGNÓSTICO pueden consultar tablas con más información de los indicadores presentados por barrio, asociadas al código de barrio.

3.1 Mapas de contexto

Con el fin de enriquecer el diagnóstico, se han generado diferentes mapas de contexto de los barrios que faciliten la interpretación de resultados. Por un lado, se ha analizado la edad media de la edificación por barrio, para identificar los barrios más nuevos y antiguos, que puedan tener una repercusión en los sistemas actuales o su eficiencia. En la Figura 1 se muestra de manera territorializada la edad media por barrio, siendo el distrito Centro el más antiguo, y a excepción de El Pardo que en realidad tiene muy poca edificación, existe una transición en la expansión de la ciudad, estando en diferentes barrios de la periferia las promociones más nuevas (coincidente con los PAUs de los años 1990, 2000 y 2010).

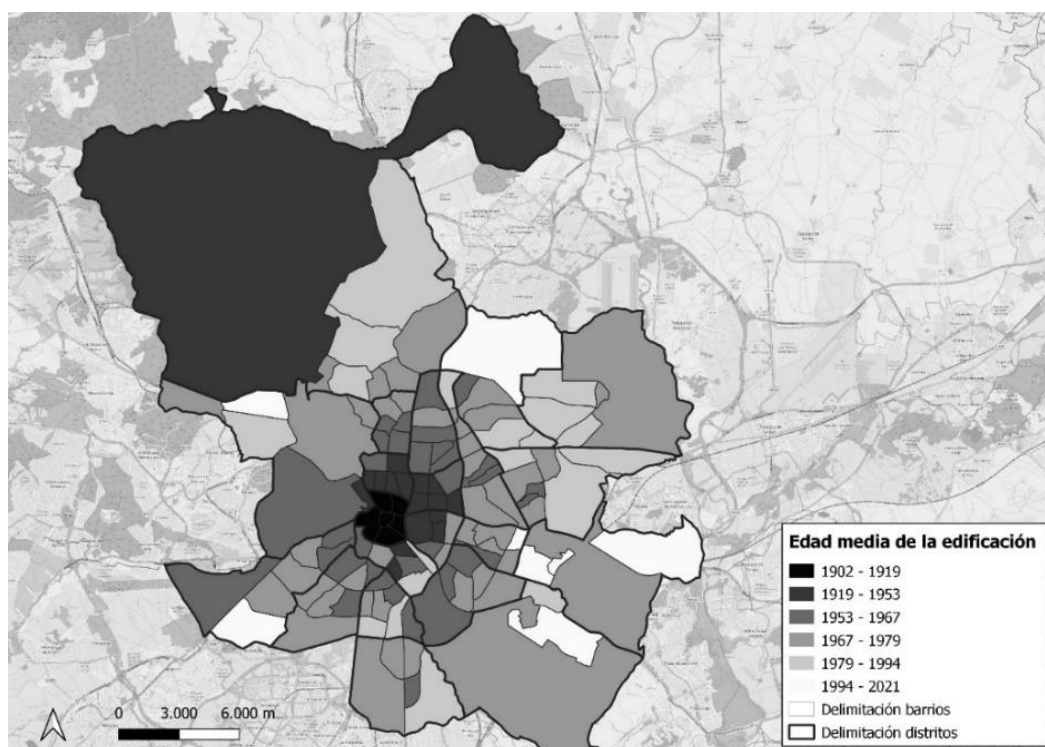


Figura 1 Edad media de la edificación por barrios. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Ministerio de Hacienda - Dirección general de Catastro, Catastro Madrid, 2025.

La Figura 2 muestra la renta neta media por hogar dónde se ve una clara distinción entre el Norte de la ciudad con tendencia a rentas más altas y el Sur y Este con tendencia a rentas más bajas.

En la Figura 3 se analiza el porcentaje de edificación unifamiliar, que en general tiene mayor presencia en la periferia, pero que alcanza sus mayores porcentajes (>48%) en barrios como El Plantío y El Cañaveral (este último creciendo en bloques de vivienda actualmente).

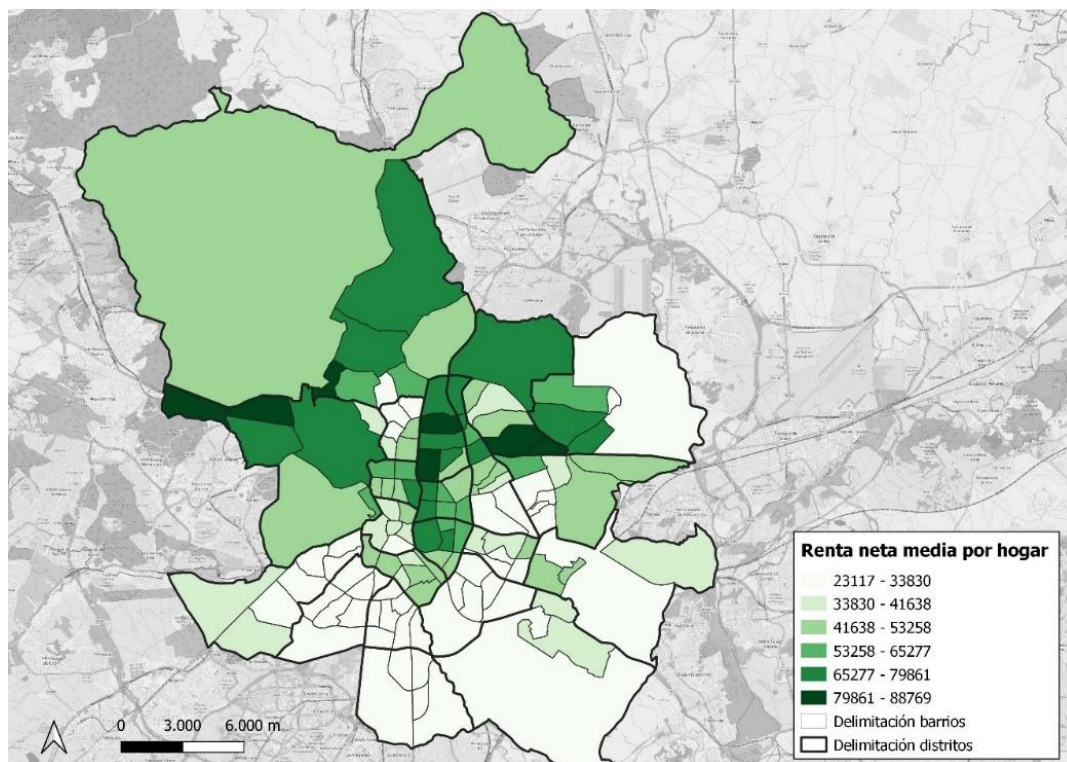


Figura 2 Renta neta media por hogar. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: INE, Atlas de renta por hogares, 2021.

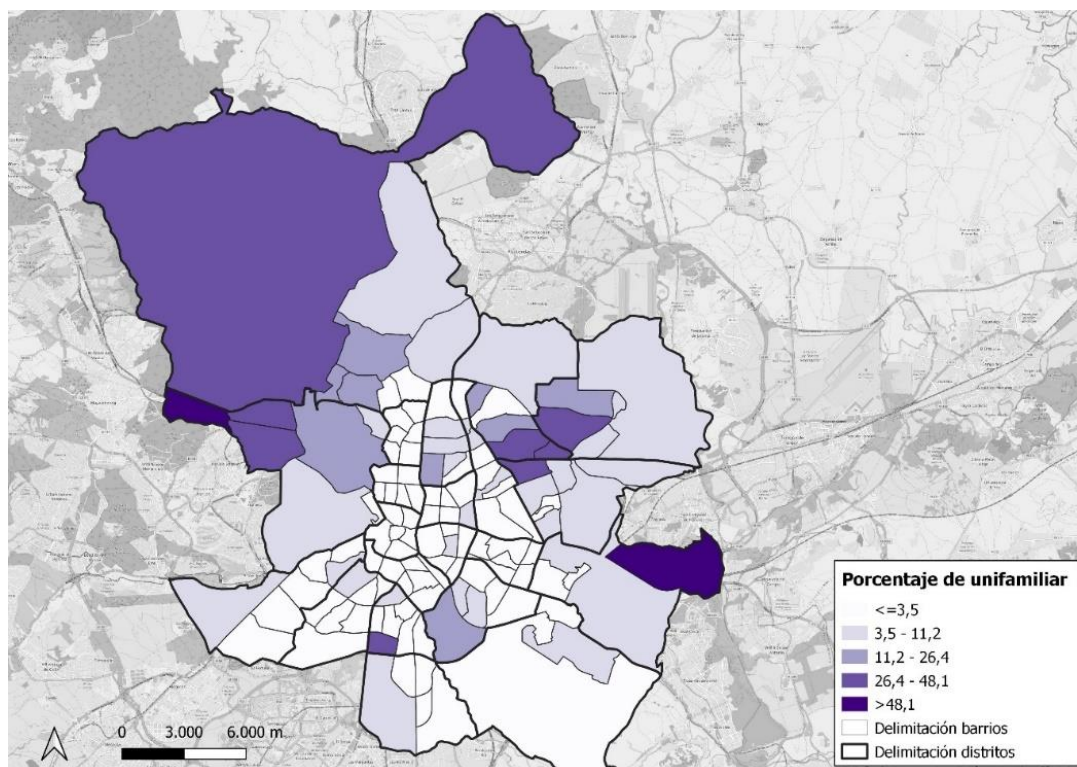


Figura 3 Porcentaje de edificios unifamiliares. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Comunidad de Madrid, 2025, Registro de certificados de eficiencia energética.

En la Figura 4 se analiza la especialización de los barrios a partir de la superficie construida extraída de catastro en los siguientes usos: residencial, terciario y otros (que engloba el uso deportivo e industrial). Esta figura sintetiza la predominancia de unos u otros usos en relación al porcentaje de superficie respecto los valores medios de la ciudad. Esto permite identificar barrios más especializados en uno o dos de estos sectores. Los barrios del interior de la M30 destacan por su predominio residencial, y en muchos de ellos predominio además del sector terciario. Los barrios que destacan por tener predominancia de otros usos son: Timón, Corralejos, Rejas, Canillejas, Rosas, Ciudad universitaria, Campamento, Ángeles, Entrevías, Butarque, Medialegua, Casco histórico de Vicalvaro, Fuentelarreina y Aeropuerto.

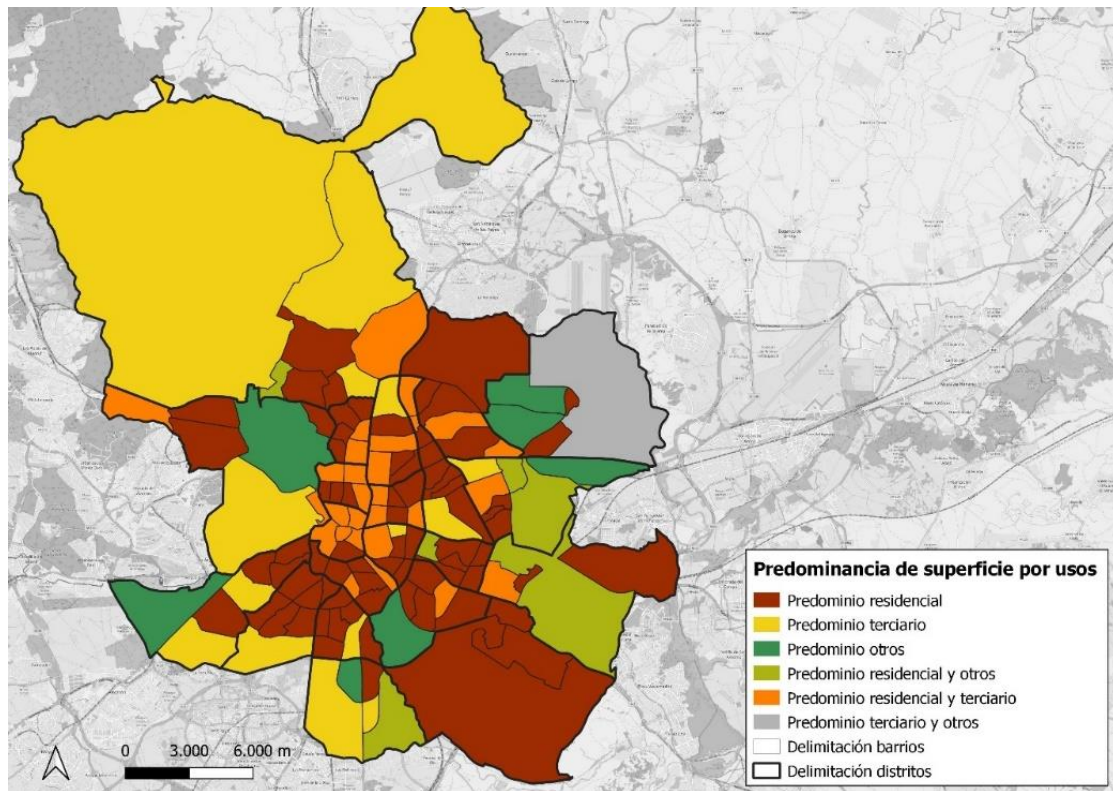


Figura 4 Predominancia de usos según el porcentaje de superficie calefactada del barrio en las siguientes categorías: residencial, terciario u otros (industrial + deportiva). Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Ministerio de Hacienda - Dirección general de Catastro, Catastro Madrid, 2025.

Por último, se ha extraído la demanda media de calefacción kWh/m²·año a partir de los valores de los certificados de eficiencia energética (ver Figura 5). Atendiendo a esta fuente, los barrios con mayor demanda media de calefacción estarían por lo general en la periferia, aunque pudiendo estar influidos en algunos casos como El Plantío por la presencia de tipología unifamiliar, en otros casos como en el centro de la ciudad o en el Pardo por la época constructiva y en el Sur probablemente por la tipología edificatoria.

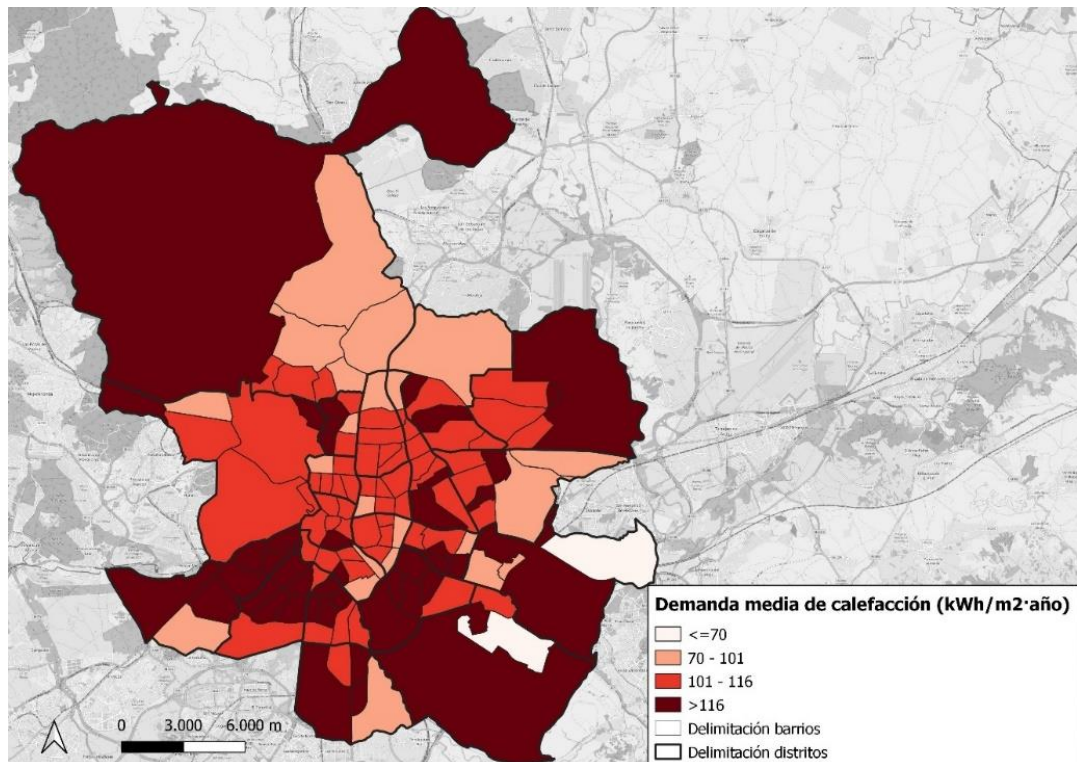


Figura 5 Demanda media de calefacción (kWh/m²). Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Comunidad de Madrid, 2025, Registro de certificados de eficiencia energética.

3.2 Calderas por vector

A partir de los datos facilitados por el Ayuntamiento se han podido geolocalizar las calderas de tres vectores: la biomasa, el gasóleo y el gas. A continuación, se presentan el número de calderas de cada uno de esos vectores agregadas por barrio.

La Figura 6 muestra el número de calderas de biomasa por barrio. Para este vector se contaba con un listado de 303 calderas de biomasa, de las que se han podido geolocalizar 302. Siendo un vector con tan poca penetración, los barrios que más calderas de biomasa tienen (según el listado), no superan las 15 calderas.

Las calderas de gasóleo por su parte tienen mayor presencia en el municipio. Partiendo de un listado de 3.036 calderas potenciales, se han podido geolocalizar 3.026 que se distribuyen entre los barrios de la siguiente manera (ver Figura 7). Se puede ver una gran presencia de este tipo de calderas en algunos barrios con mayor porcentaje de vivienda unifamiliar y también en barrios centrales siguiendo el eje de la Castellana.

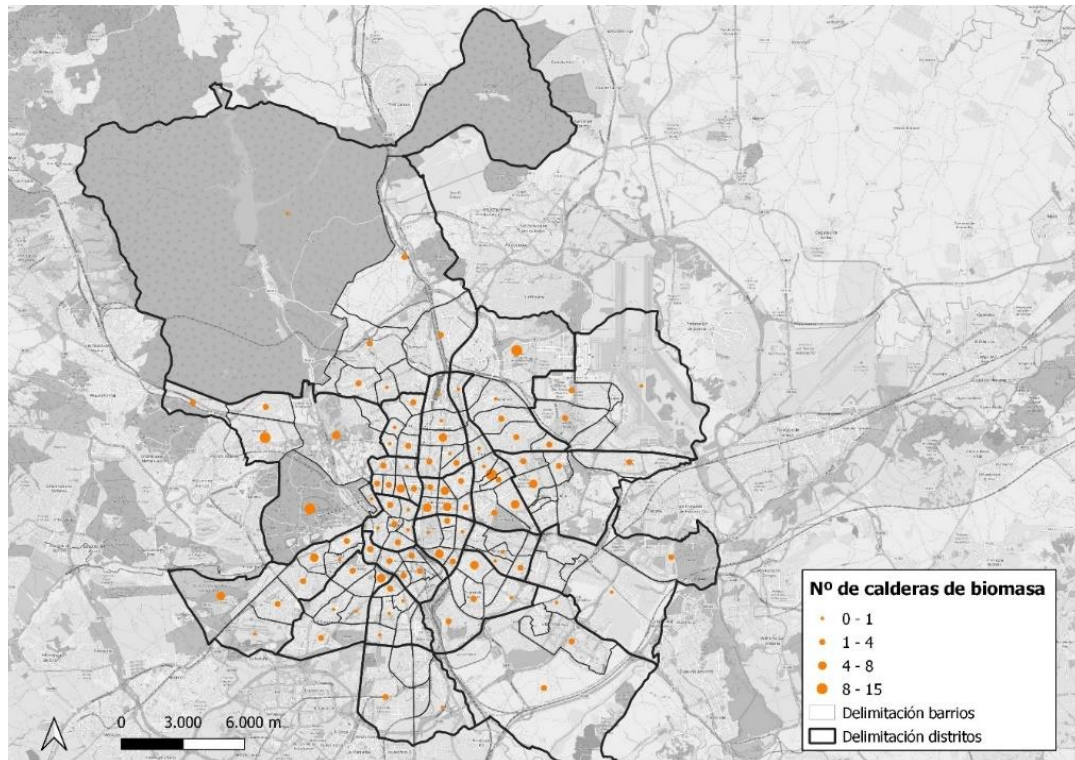


Figura 6 Número de calderas de biomasa. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Ayuntamiento de Madrid, 2024, Datos para la elaboración del balance energético e inventario de emisiones del Ayuntamiento de Madrid.

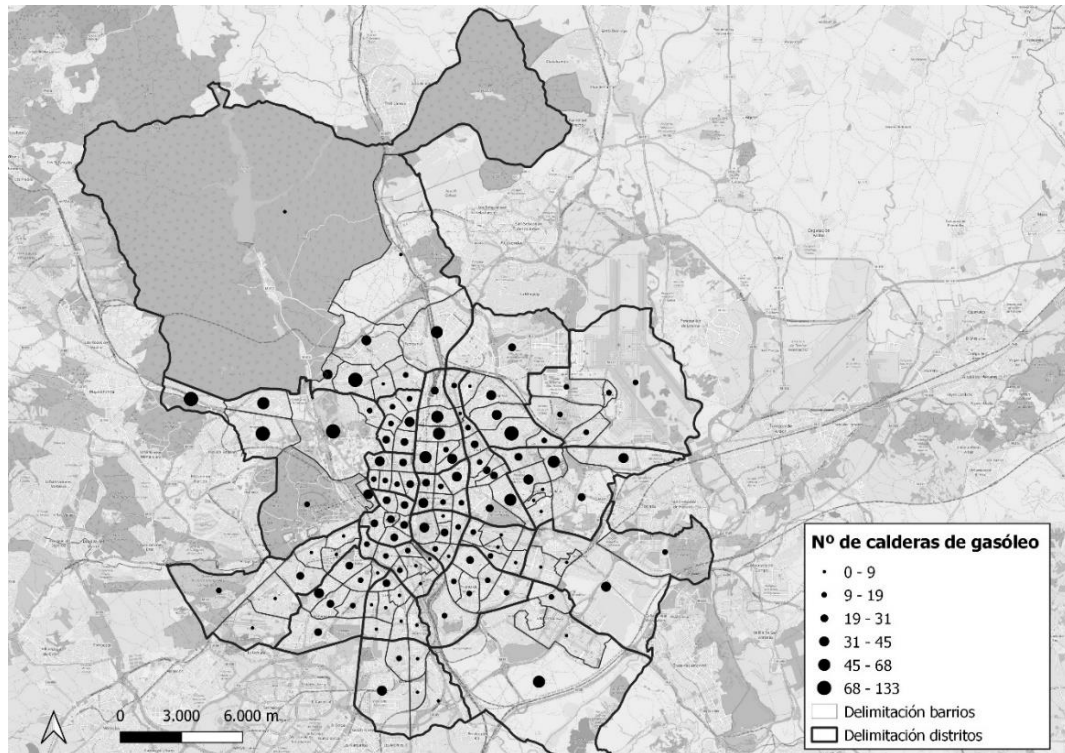


Figura 7 Número de calderas de gasóleo. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Ayuntamiento de Madrid, 2024, Datos para la elaboración del balance energético e inventario de emisiones del Ayuntamiento de Madrid.

Aunque no se dispone de información adicional de las calderas de gasóleo, se ha cruzado su geolocalización con el catastro para tratar de identificar si estas se encuentran en edificios unifamiliares o de bloque. Atendiendo a los usos del catastro, de los 3.026 registros: 1.253 caen en bloques residenciales, 1.093 en bloque no residencial y 680 en edificación unifamiliar. Debido a las imprecisiones que puede haber de geolocalización se presenta a continuación un mapa (ver Figura 8) simplificando los registros en dos categorías: bloque (independientemente de su uso) y unifamiliar.

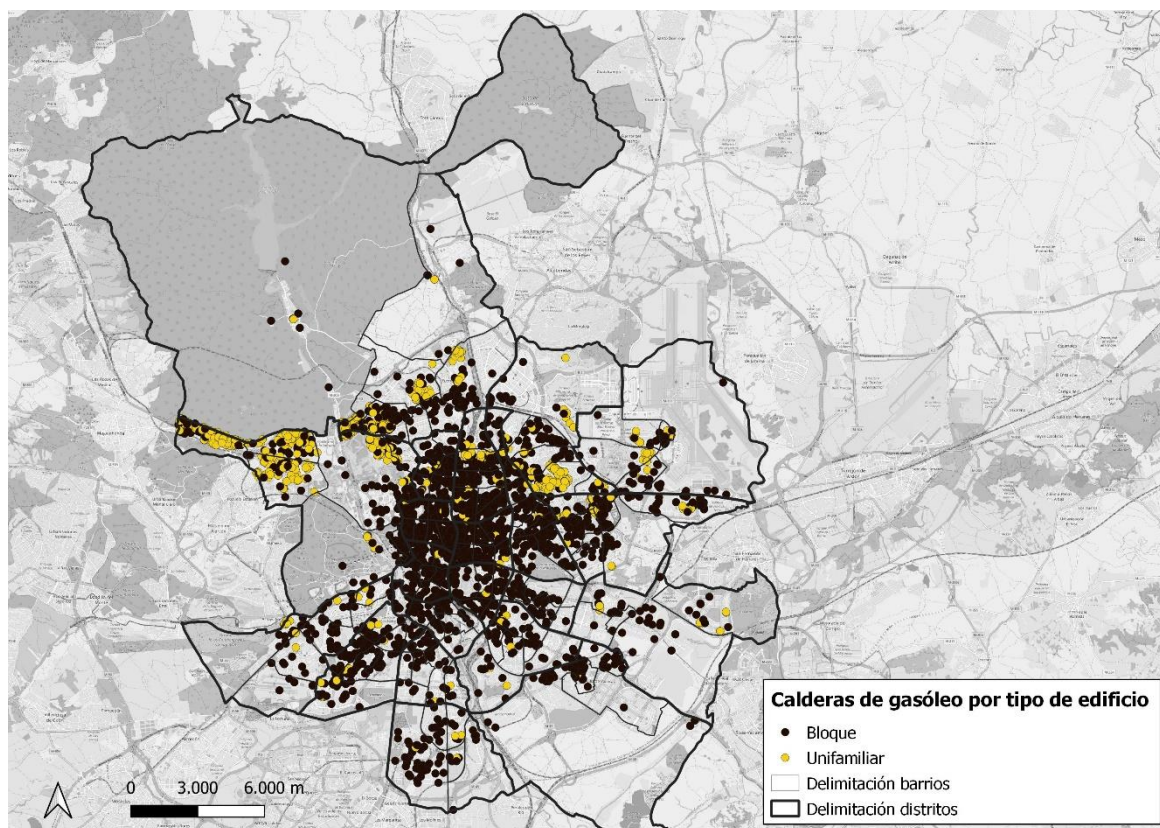


Figura 8 Calderas de gasóleo por tipo de edificio: bloque o unifamiliar. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Ayuntamiento de Madrid, 2024, Datos para la elaboración del balance energético e inventario de emisiones del Ayuntamiento de Madrid. Ministerio de Hacienda - Dirección general de Catastro, Catastro Madrid, 2025.

De los consumos de gas se han tratado de deducir el número de calderas de cada tipo a partir del tipo de tarifas. Aquellos contratos de tarifas RL3 o inferiores se han considerado calderas individuales (aunque puedan ser contratos de gas para cocina, ACS,...) y aquellos contratos de tarifas superiores a RL3 se han considerado calderas colectivas. Tomando esto como referencia, en la Figura 9 se presenta el volumen de calderas colectivas resultante por barrio. Se puede ver una clara concentración de este tipo de calderas sobre todo en los barrios dentro de la M30 (y también fuera de ella coincidente con barrios de bloques de vivienda altos como Aluche, El Pilar, Peñagrande, etc. y/o barrios con un peso significativo del sector terciario).

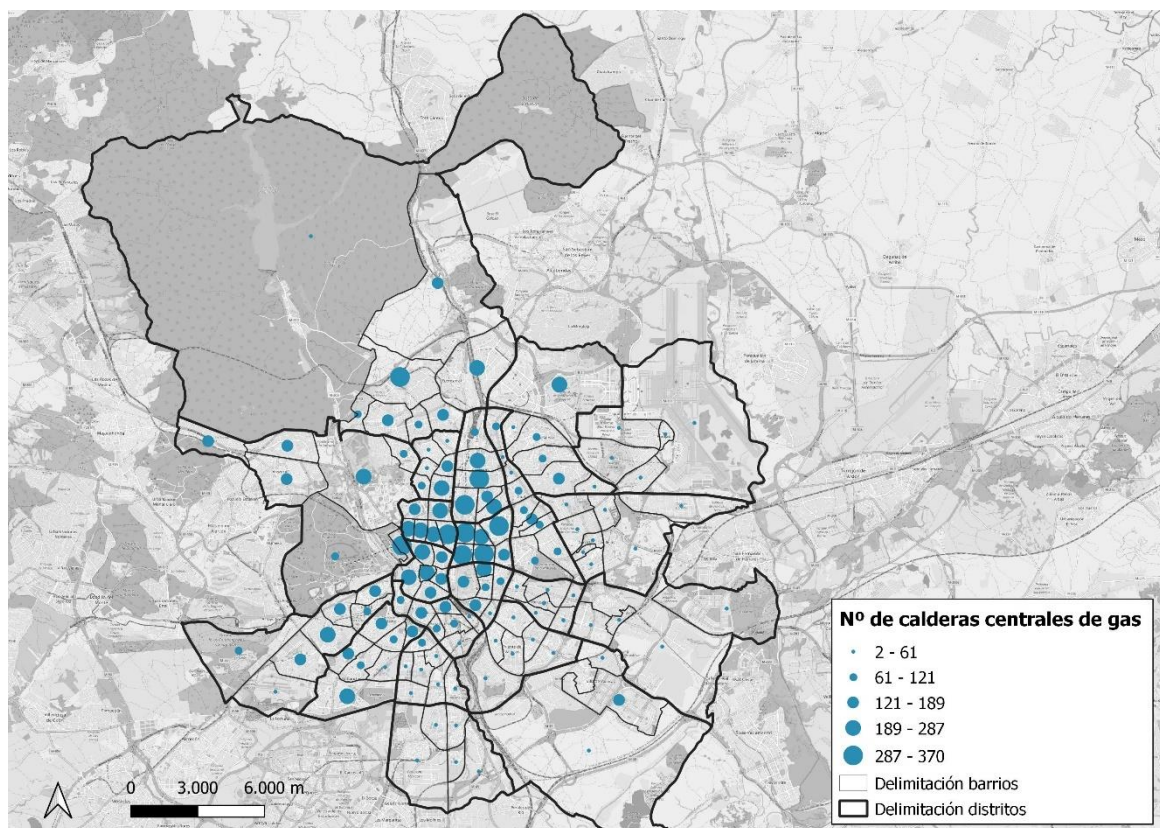


Figura 9 Número de calderas centrales de gas por barrio. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Sistema avanzado para el diagnóstico, simulación y evaluación de escenarios de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid (SI-MAD), 2024.

3.3 Consumos de gas

En este subapartado se analizan los datos de los consumos de gas territorializados por barrio a partir del procesado y geolocalización de direcciones descrito en la sección 2.1.2. En las dos siguientes figuras se muestra el consumo total de gas del barrio en relación a la superficie construida calefactable¹ del barrio (Figura 10) y en relación al área del barrio (Figura 11), incluyendo esta última también el valor absoluto de consumo por barrio. En ambos casos se puede ver una tendencia a mayor densidad de consumo en los barrios centrales, aunque con ciertas diferencias dependiendo el indicador de densidad manejado.

¹ Se ha calculado la superficie construida en 5 usos diferenciados (vivienda, terciario, deportivo, industrial y no habitable -esta última incluye garajes, trasteros y otras superficies no calefactables-). La superficie construida calefactable suma la superficie de los 4 primeros usos, excluyendo la no habitable.

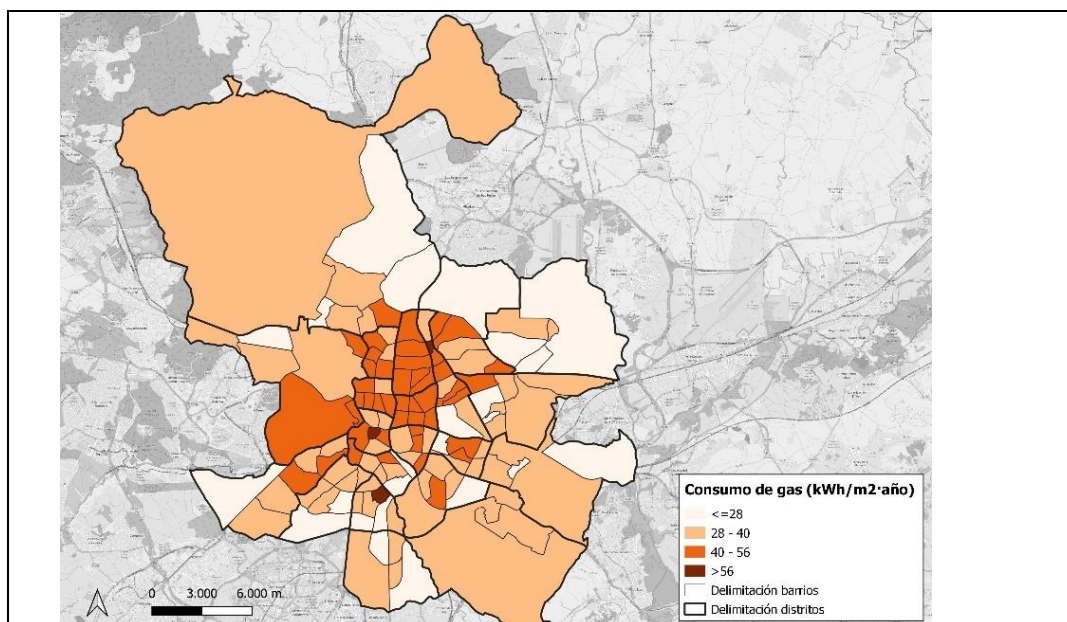


Figura 10 Densidad de consumo de gas (kWh/m²·año) respecto a la superficie construida calefactable del barrio.

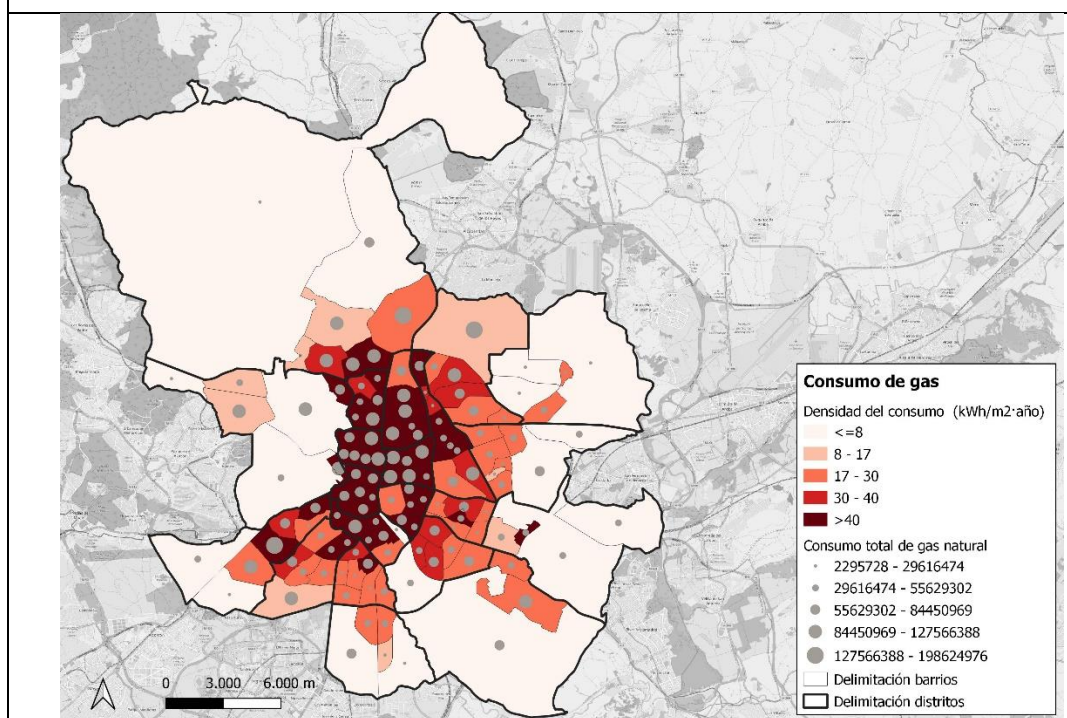


Figura 11 Densidad de consumo total de gas (kWh/m²·año) respecto al área del barrio y consumos totales por barrio. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Sistema avanzado para el diagnóstico, simulación y evaluación de escenarios de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid (SI-MAD), 2024. Ministerio de Hacienda - Dirección general de Catastro, Catastro Madrid, 2025.

Dado que los datos de consumos de gas se han clasificado por tarifas bajas (presunción de calderas individuales) y tarifas altas (presunción de calderas colectivas), se analiza a continuación la distribución con las siguientes situaciones: direcciones que sólo tienen calderas individuales (tarifas hasta RL3), direcciones que sólo tienen contratos con tarifas colectivas (tarifas superiores a RL3) y direcciones que combinan calderas colectivas e individuales.

En la Figura 12 se muestra la distribución del consumo por las tres tipologías, donde se ve que en el centro predominan situaciones de direcciones con mix de situaciones. Esto puede deberse a la existencia de calderas centrales y pequeños contratos de termos de ACS, para cocinar o bien de locales de uso terciario en la misma dirección, o bien a situaciones en las que existe un contrato alto de gas de una gran superficie de uso no residencial ubicada en la misma dirección en la que también haya calderas individuales en las viviendas.

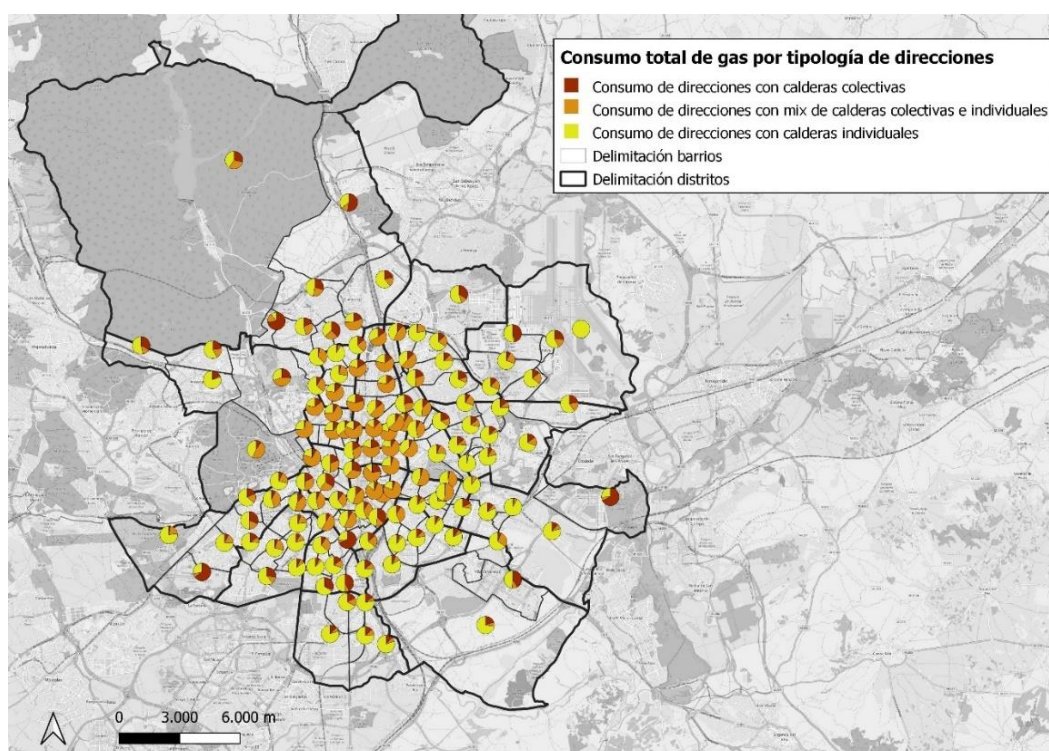


Figura 12 Consumo de gas por tipología de direcciones. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Sistema avanzado para el diagnóstico, simulación y evaluación de escenarios de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid (SI-MAD), 2024.

Para simplificar estos datos, se ha agregado el consumo de las direcciones con caldera colectiva y las direcciones con mix de calderas (que combinan colectivas e individuales en una misma dirección) y se han sacado los porcentajes que suponen ambos grupos. En la Figura 13 se puede ver el porcentaje de consumo del barrio que suponen las direcciones con sólo calderas individuales y en la Figura 14 el porcentaje de consumo que suponen las direcciones con calderas colectivas o mix de ambas. En el caso de las individuales, se puede ver que suponen un alto porcentaje del consumo ($>70\%$) en barrios periféricos del Sur y Este de la ciudad. En cuanto a las calderas colectivas, hay un mayor consumo de esta tipología en barrios centrales, principalmente siguiendo el eje de la Castellana.

Por otro lado, se ha calculado la densidad de consumo que suponen estos consumos sobre el área del barrio. En la densidad de consumo relativa al consumo de calderas individuales (ver Figura 15) destacan un eje más corto que atraviesa el distrito Centro, y en el caso de la densidad de consumo de calderas colectivas (ver Figura 16) destaca de nuevo el centro de la ciudad siguiendo el eje de la Castellana.

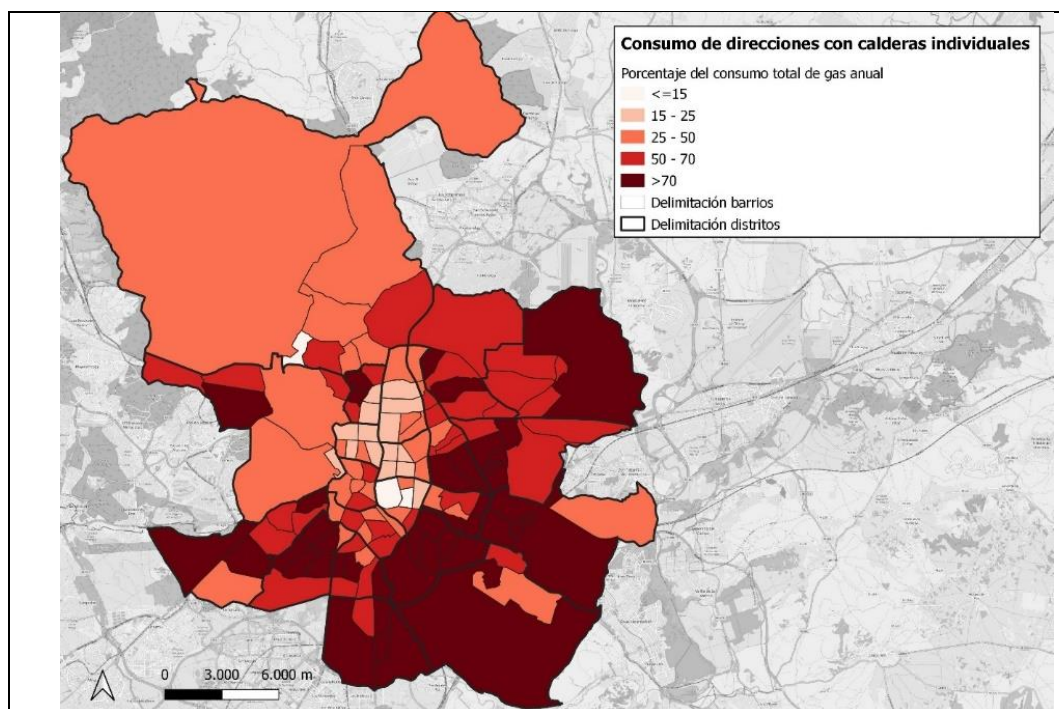


Figura 13 Porcentaje del consumo de gas total anual de direcciones con sólo calderas individuales.

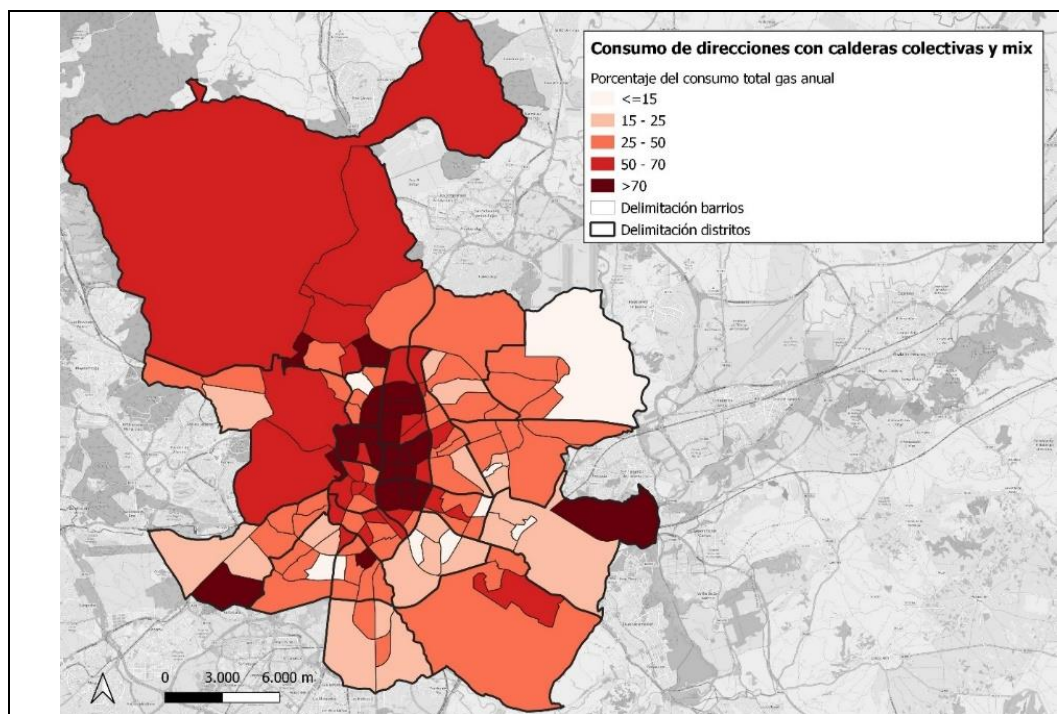


Figura 14 Porcentaje del consumo de gas total anual de direcciones con calderas colectivas o calderas mix de calderas individuales y colectivas. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Sistema avanzado para el diagnóstico, simulación y evaluación de escenarios de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid (SIMAD), 2024.

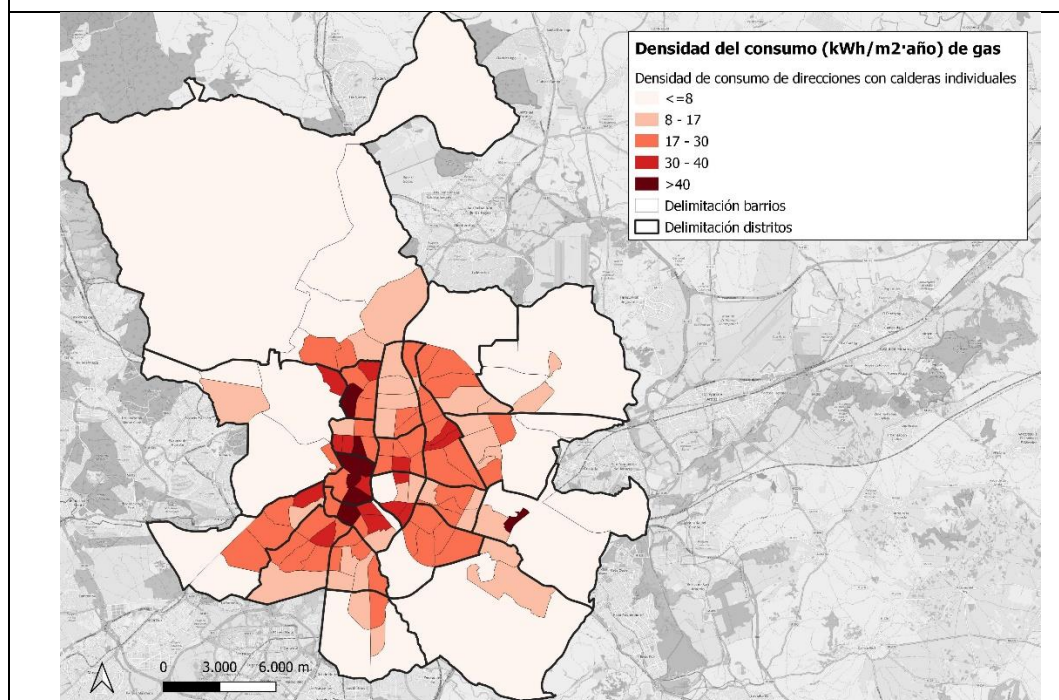
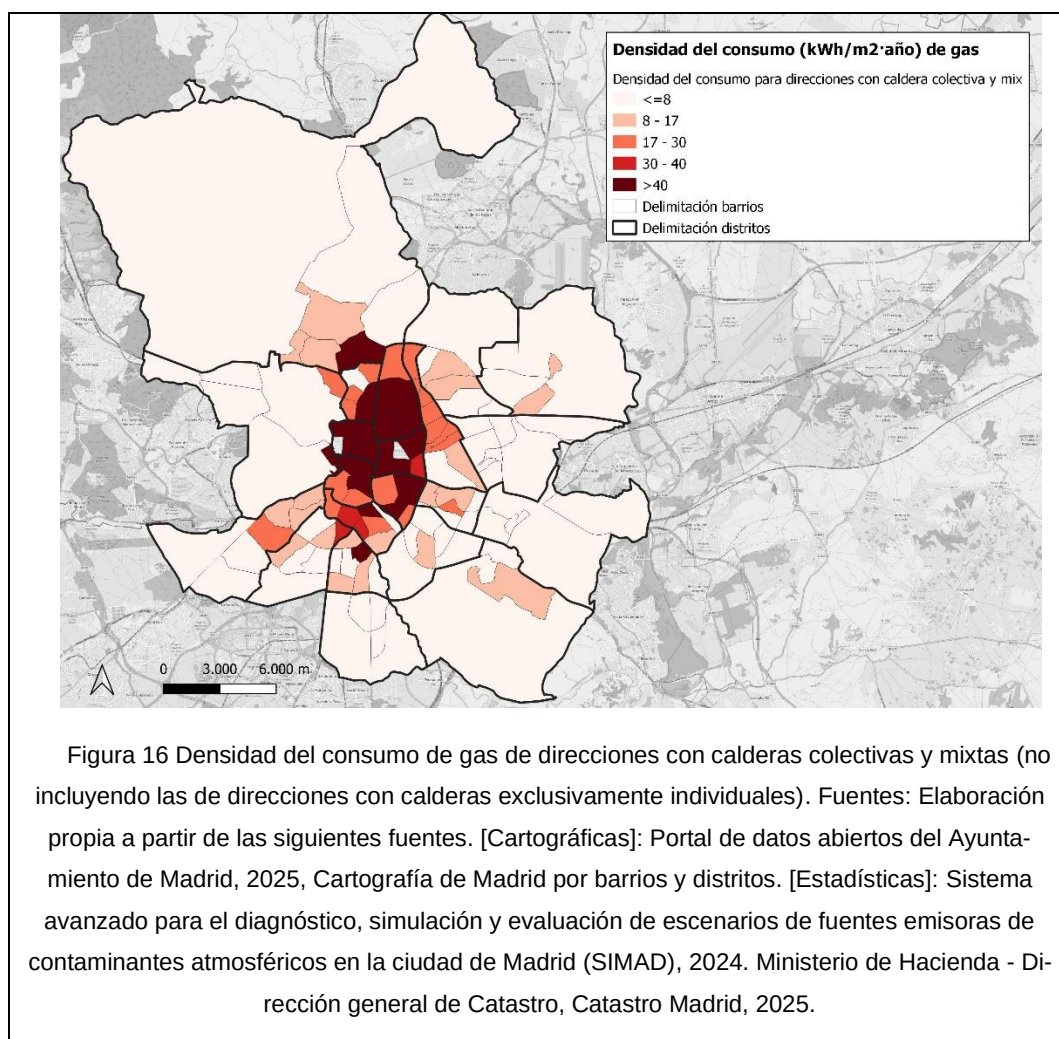


Figura 15 Densidad del consumo de gas de direcciones con calderas individuales.



Por último, aunque no se cuenta con todos los datos de consumos altos de la ciudad (como ya se comentaba en la sección 2.1.2), se han querido destacar en la siguiente figura (Figura 17) consumos superiores a los 3.000.000 de kWh asociados a una misma dirección. Es importante señalar que debido a la automatización de la geolocalización y los problemas ya descritos en la sección 2.1.2, puede haber imprecisiones en la localización de estos consumos.

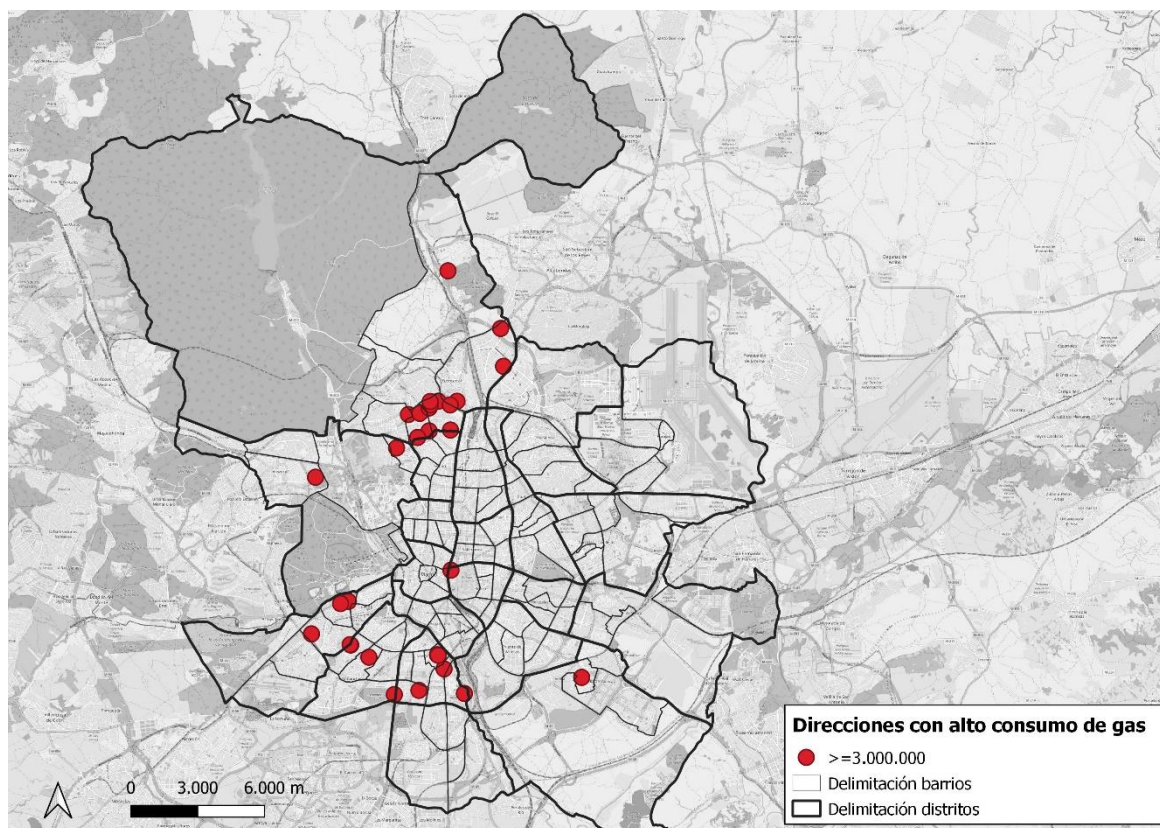


Figura 17 Direcciones con tarifas a partir de RL5 con consumo anual $\geq 3.000.000$ kW. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Sistema avanzado para el diagnóstico, simulación y evaluación de escenarios de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid (SIMAD), 2024.

3.4 Consumos de electricidad

Tal como se indicaba en la sección 2.1.1 se parte de los datos de electricidad de UFD e IDE, que vienen de origen por barrio, y se agregan y homogenizan para poderlos combinar. Se realizan diversas pruebas agregando inicialmente los datos por trimestre y posteriormente por meses para explorar la detección de anomalías relativas a la calefacción o a la refrigeración. Estas pruebas permiten identificar algunas inconsistencias en los datos, bien de orden de magnitud (cambios en un mismo barrio a lo largo de los meses), carencia de datos en algunos meses para algunos barrios o valores medios bajos con relación al número de viviendas.

Con el fin de no distorsionar el análisis a nivel de ciudad, se han identificado aquellos barrios con inconsistencias, eliminándolos de los indicadores analizados. Estos barrios, que en las siguientes figuras aparecen sin valor, son: Zofío, Pradolongo, Casco histórico de Vallecas, Ensanche de Vallecas, Valdebernardo, Valderribas, El cañaveral, Aeropuerto y Timon.

En la Figura 18 se presenta el consumo total por barrio (en círculos de menor a mayor tamaño según el volumen de GWh/año) y en colores la densidad de consumo por hectárea. El barrio con mayor densidad de consumo eléctrico es el barrio de Sol y en general hay una tendencia de mayor densidad de consumo entorno al eje de la Castellana. Destaca sin embargo al Este el barrio de Simancas, tanto en densidad como en valor absoluto de consumo eléctrico.

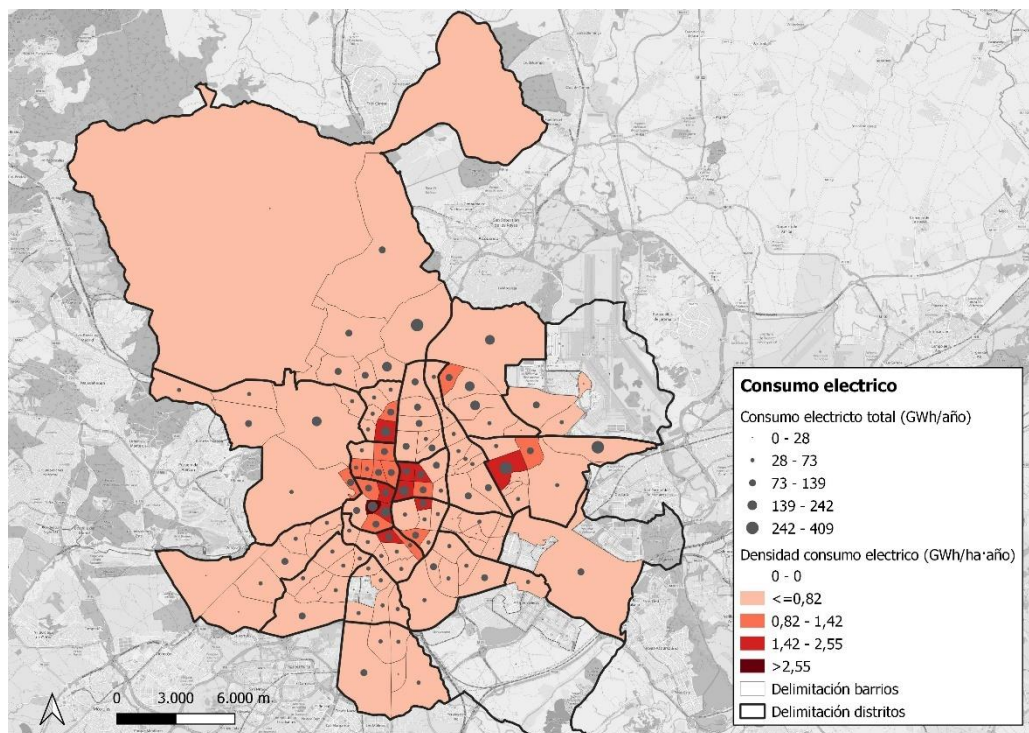


Figura 18 Consumo eléctrico total y densidad de consumo por hectárea. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Sistema avanzado para el diagnóstico, simulación y evaluación de escenarios de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid (SIMAD), 2024.

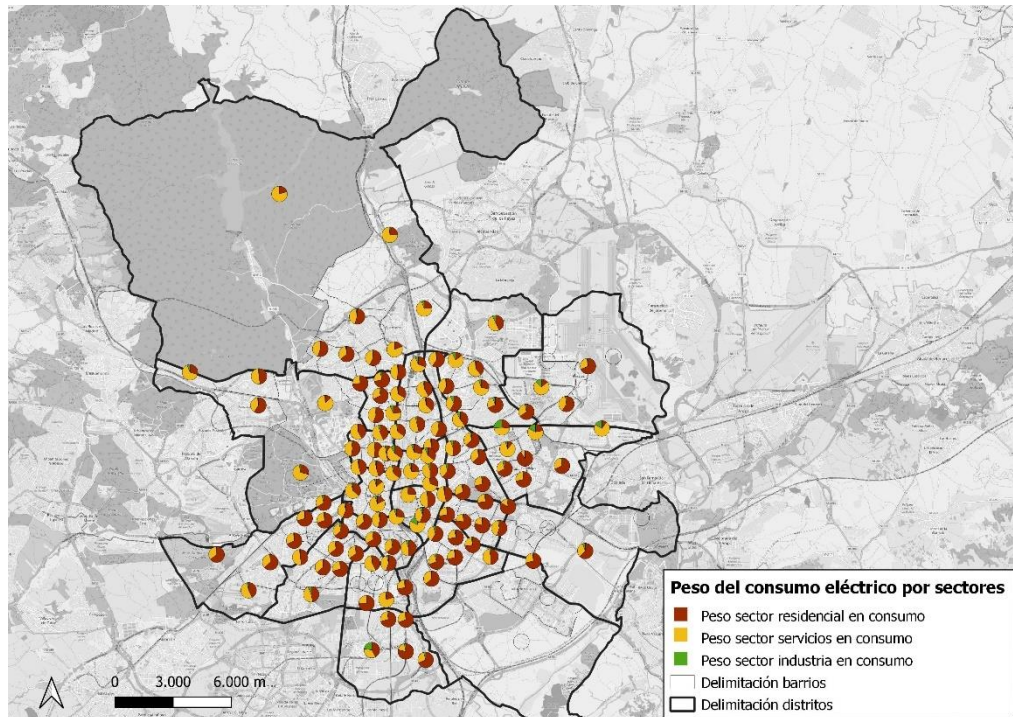


Figura 19 Peso del consumo eléctrico por sectores. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Sistema avanzado para el diagnóstico, simulación y evaluación de escenarios de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid (SI-MAD), 2024.

En la Figura 19 se presenta la distribución del consumo eléctrico por los tres sectores principales recogidos por las dos operadoras: residencial, servicios e industria. En muchos de los barrios del Sur y Este tiene más peso el sector residencial en el consumo eléctrico, en los que se encuentran dentro de la M30 hay más pugna entre el sector residencial y terciario, con variaciones considerables entre unos barrios y otros. El sector industrial no tiene mucho peso en general, aunque destaca un poco más en los barrios cercanos a la A2 (El Salvador, Canillejas y Rejas), y en los barrios de Corralejos, Atocha, Villaverde alto-Casco histórico de Villaverde.

La siguiente figura (Figura 20) relaciona el consumo residencia con las viviendas del barrio, identificando las zonas con mayor consumo por vivienda en buena parte del distrito Centro y los barrios en torno al eje de la Castellana, y en el barrio de El Plantío, que era uno de los que destaca también en número de calderas de gasóleo, porcentaje de edificación unifamiliar y rentas más altas.

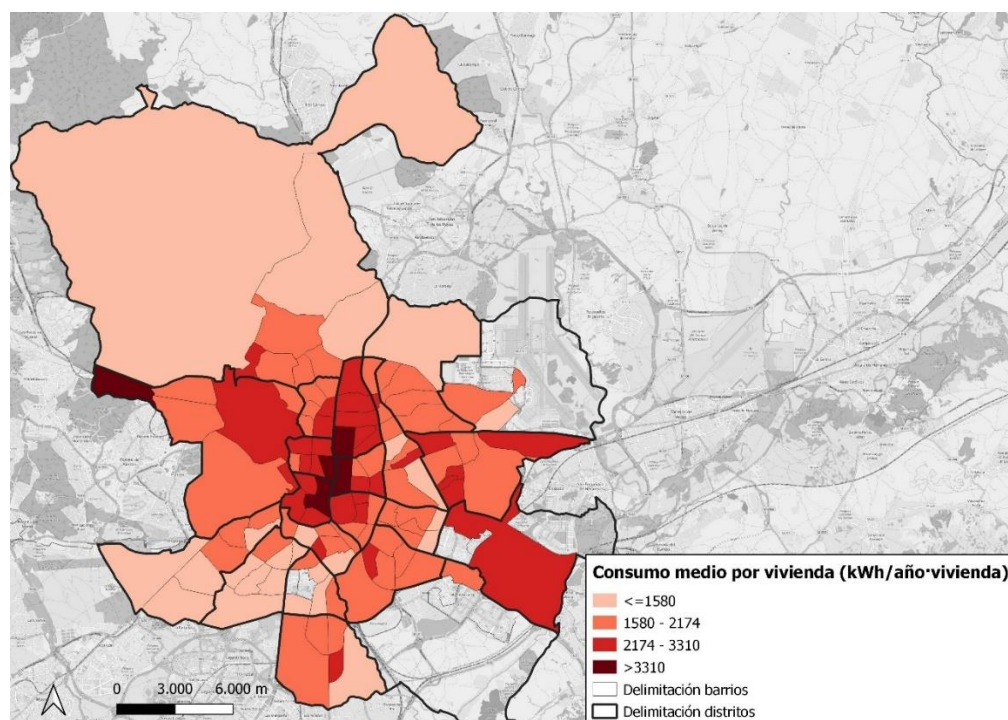


Figura 20 Consumo eléctrico medio por vivienda. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Ministerio de Hacienda - Dirección general de Catastro, Catastro Madrid, 2025. Sistema avanzado para el diagnóstico, simulación y evaluación de escenarios de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid (SIMAD), 2024.

Las siguientes figuras (Figura 21 y Figura 22) buscan detectar anomalías en invierno y verano que puedan ser debidas al uso de la calefacción y refrigeración respectivamente. En el caso del invierno los valores más altos que pueden estar indicando un uso de más calefacción eléctrica o de afección por calefacciones de efecto Joule se dan principalmente en el Este de la ciudad, con la excepción de algunos barrios en el centro (Sol y Universidad) y en el Sur-Oeste (Buenavista y Puerta del Ángel).

En el caso del verano, hay también una tendencia de valores más altos al Este de la ciudad, aunque los valores de anomalía más extremos están en los barrios de Castellana, Rejas, Adelfas, San Fermín y Los Rosales.

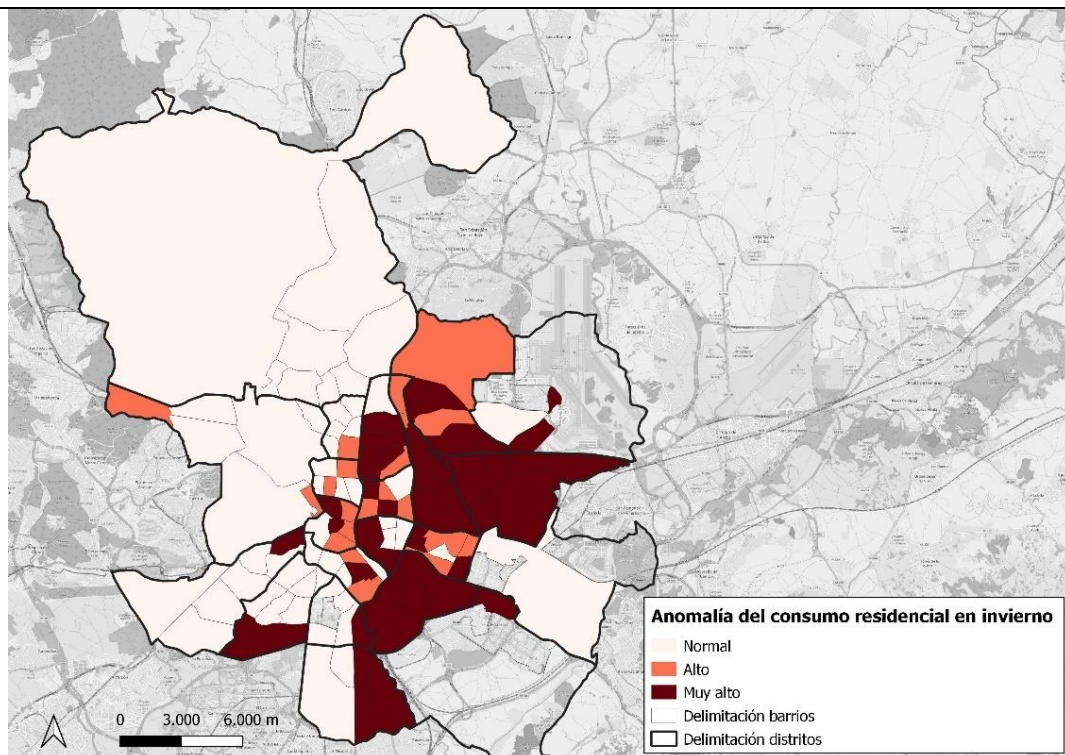


Figura 21 Indicador de anomalía del consumo eléctrico residencial en invierno.

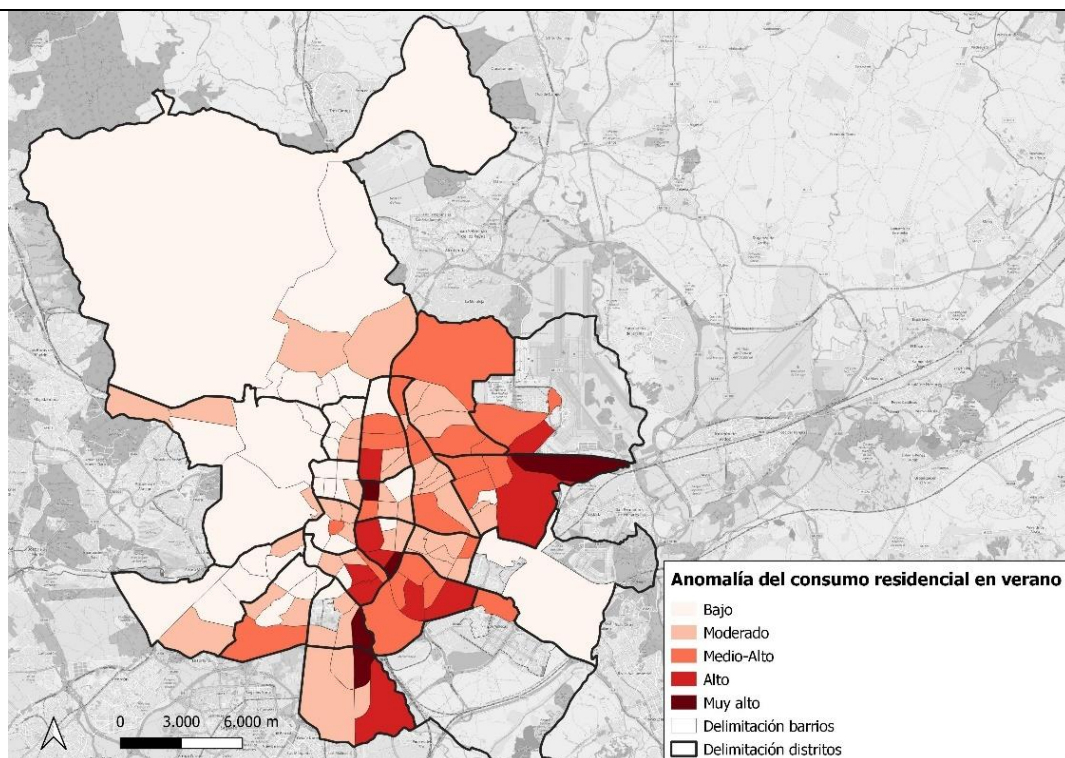


Figura 22 Indicador de anomalía del consumo eléctrico residencial en verano. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos. [Estadísticas]: Sistema avanzado para el diagnóstico, simulación y evaluación de escenarios de fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Madrid (SIMAD), 2024.

4 CARACTERIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

Tras el diagnóstico de la situación de partida de los sistemas térmicos en la ciudad, se han caracterizado en términos ambientales y de costes energéticos los sistemas térmicos de partida más habituales en Madrid (entre las edificaciones de baja o media eficiencia energética y que por tanto presentan potencial de descarbonización), y las alternativas más comunes para sustitución tecnológica en cada caso.

Los casos de estudio que se presentan se han dividido en función de su tipología (vivienda unifamiliar y bloques de viviendas o edificios terciarios) y de los sistemas de calefacción y ACS (centralizados y/o individuales). Se asume en todos los casos el sistema de refrigeración de referencia establecido por el CTE (para permitir una mejor comparativa entre intervenciones) y una envolvente sin rehabilitar previa a la NBE-79.

Se han considerado en total un total de 10 situaciones de partida que, por cuestión de síntesis, vienen detalladas en el Anexo III, y que pretenden reflejar los diferentes sistemas de calefacción y ACS que se pueden dar en la actualidad. Se analizan sistemas de generación colectiva de uno (calefacción) o dos servicios (calefacción y ACS) y sistemas individuales. Así como los tipos de combustibles fósiles más comunes en la ciudad: gas natural y gasóleo. El tipo de sustitución tecnológica para sistemas centralizados en bloques de viviendas y en edificios terciarios se asemeja en aquellos casos que empleen calderas de combustión (mientras que los edificios terciarios pudieran presentar sistemas más complejos combinados con la renovación y conducción del aire, demanda de ACS baja o muy elevada en función de los usos a los que esté destinado el edificio, etc.). Así mismo, la certificación energética de los edificios terciarios es heterogénea por lo que resulta más complicado crear arquetipos que cuantifiquen todos los impactos. En cualquier caso, se recogen a continuación situaciones de partida comunes a bloques de vivienda y ciertos edificios terciarios.

A continuación, se han seleccionado para la presente sección las situaciones más representativas del total analizado. En el caso de edificios de mayor tamaño:

- Caldera individual para calefacción y ACS (escenario habitual en bloques de viviendas y en unifamiliares)
- Radiadores y termo eléctricos basados en efecto joule (escenario habitual en bloques de viviendas y en unifamiliares, así como en locales comerciales o pequeño terciario)
- Caldera centralizada de calefacción y ACS (escenario habitual en bloques de viviendas y en edificios terciarios con la distribución térmica por agua como

centros educativos, centros deportivos o edificios administrativos con sistemas antiguos)

Una vez definidos los casos de partida se han elaborado las diferentes soluciones de actuación sobre la envolvente y los sistemas de calefacción y ACS para cada uno de ellos.

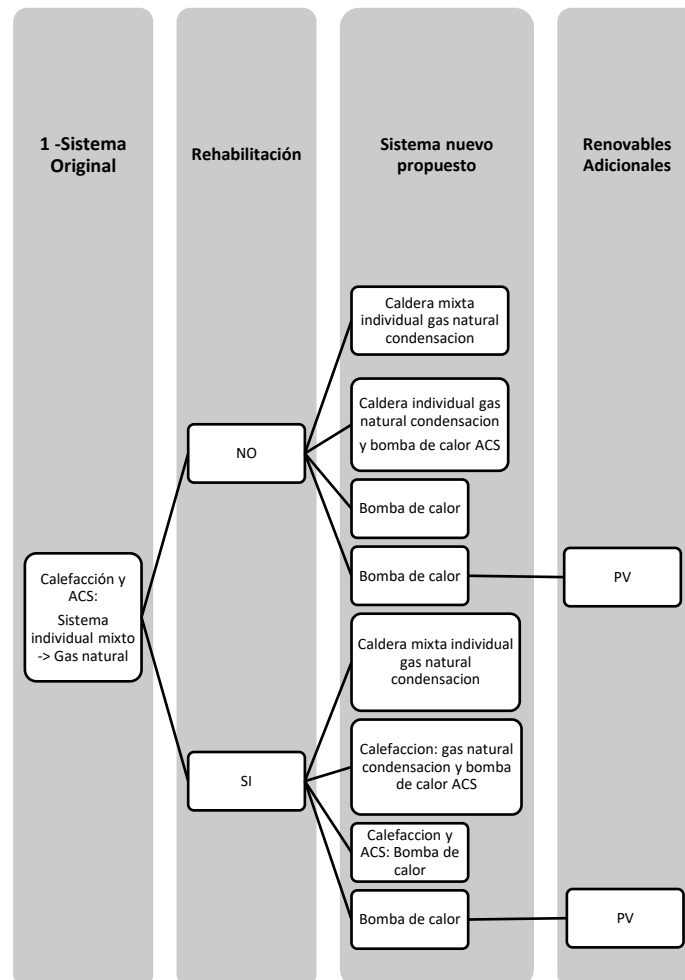
Para la comparación de las soluciones propuestas respecto de su situación de partida se han seleccionado los siguientes indicadores o parámetros:

- % Consumo Electrificado
- % Consumo por combustión
- Demanda CALEF
- Letra y su letra asociada
- % disminución respecto del caso de partida de:
 - Energía Final
 - Factura energética
 - EPT
 - EPNR y su letra asociada
 - Emisiones CO₂ y su letra asociada
- Rehabilitación (de la envolvente): SI/NO
- Nivel económico de intervención (cualitativo):
- Tiempo implementación (cualitativo):
- Renovables adicionales de respaldo: SÍ/NO

4.1 BLOQUES DE VIVIENDA Y/O EDIFICIOS TERCIARIOS

4.1.1 CALDERA INDIVIDUAL PARA CALEFACCIÓN Y ACS

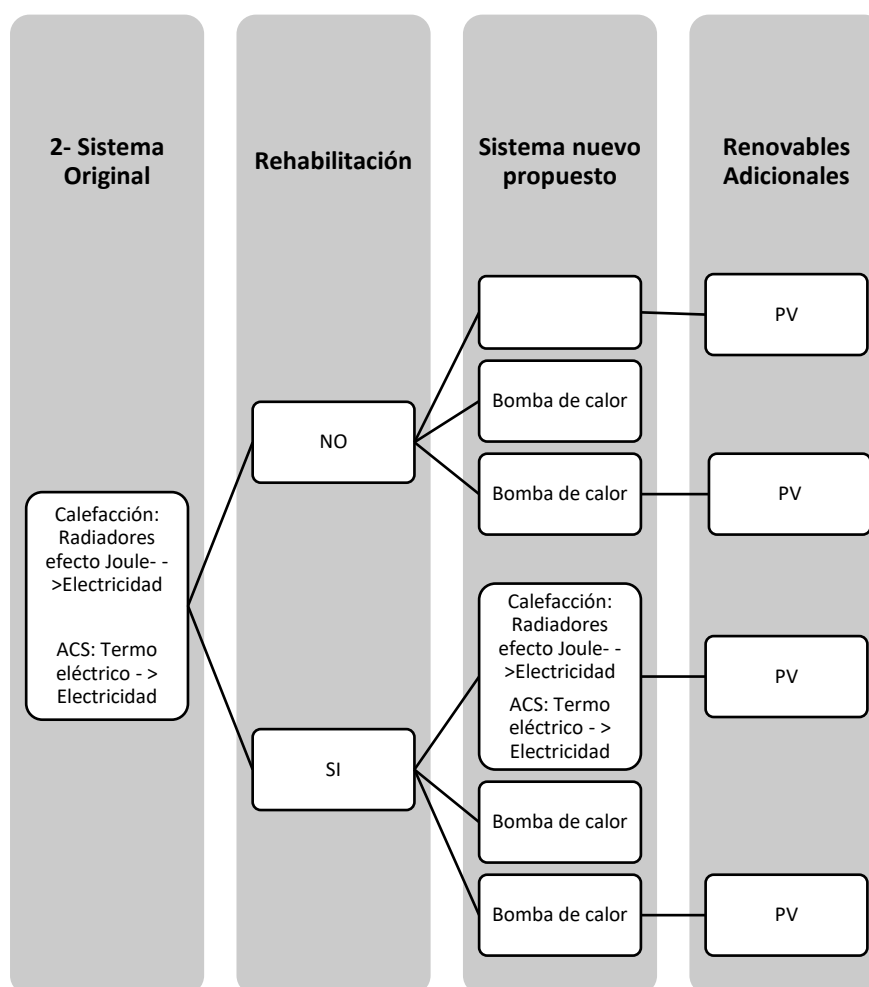
En estos casos el vector inmensamente mayoritario empleado en calderas murales es el gas natural. Es un escenario más habitual en el sector residencial:



Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución								Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda CA- LEF	Letra	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2				
Caldera individual gas natural mixta (CALEF+ACS)	4%	96%		E					E		E			
Caldera individual condensación gas natural mixta (CALEF+ACS)	6%	94%	0%	E	-29%	-27%	-28%	-27%	E	-29%	D	€		
Caldera individual condensación gas natural (CALEF) + Bomba de Calor (ACS)	16%	84%	0%	E	-40%	-28%	-35%	-22%	D	-37%	D	€€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	0%	E	-75%	-36%	-60%	-10%	C	-68%	C	€€€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	0%	E	-75%	-56%	-73%	-19%	B	-78%	B	€€€	 	
Rehabilitación + Sistema original	6%	94%	-46%	C	-34%	-32%	-33%	-31%	E	-33%	D	SI €€		
Rehabilitación + Caldera individual condensación gas natural mixta (CALEF+ACS)	9%	91%	-46%	C	-53%	-49%	-51%	-49%	D	-52%	D	SI €€€		
Rehabilitación + Caldera individual condensación gas natural (CALEF) + Bomba de Calor (ACS)	25%	75%	-46%	C	-63%	-50%	-58%	-44%	C	-61%	C	SI €€€		
Rehabilitación + Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	-46%	C	-82%	-55%	-72%	-38%	C	-77%	B	SI €€€		
Rehabilitación + Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	-46%	C	-82%	-74%	-84%	-47%	A	-87%	A	SI €€€€	 	

4.1.2 RADIADORES Y TERMO ELÉCTRICOS (EFECTO JOULE)

Se trata de un escenario sin emisiones directas locales al ser edificios con sus necesidades térmicas satisfechas mediante electricidad, pero con sistemas de baja eficiencia y que en ocasiones son más comunes en contextos de menor confort térmico o facturas energéticas elevadas. Es un escenario que ocurre tanto en el sector residencial como en el pequeño terciario o locales comerciales:



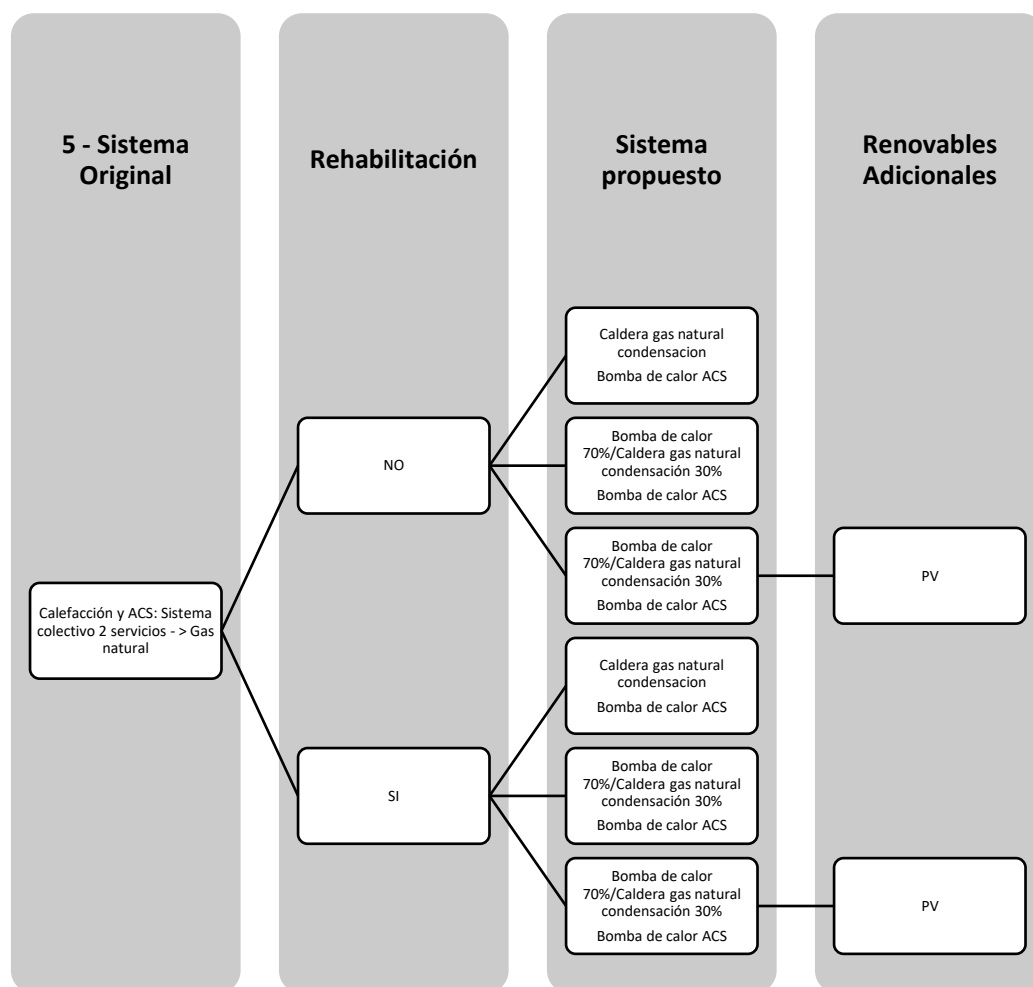
	% Consumo Electrifi- cado	% consumo por com- bustión	% disminución								Letra	Rehabilitación	Nivel intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda	Letra DEM CALEF	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2					
Radiadores eléctricos (CALEF)+Termo eléc- trico (ACS)	100%	0%		E					E		E				
Radiadores eléctricos (CALEF)+Termo eléc- trico (ACS) + PV	100%	0%	0%	E	0%	-10%	-10%	-6%	E	-10%	E		€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	0%	E	-68%	-68%	-68%	-44%	C	-68%	C		€€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS) +PV	100%	0%	0%	E	-68%	-78%	-78%	-49%	B	-78%	B		€€€	 	
Rehabilitación + Sistema original	100%	0%	-46%	C	-29%	-29%	-29%	-28%	E	-29%	D	SI	€€		
Rehabilitación + Radiadores eléctricos (CA- LEF)+Termo eléctrico (ACS) + PV	100%	0%	-46%	C	-29%	-39%	-39%	-34%	E	-39%	D	SI	€€€	 	
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	-46%	C	-77%	-77%	-77%	-61%	C	-77%	B	SI	€€€		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS) +PV	100%	0%	-46%	C	-77%	-87%	-87%	-66%	A	-87%	A	SI	€€€€	 	

Nota: las estimaciones de calificación energética suponen un edificio residencial. Para escenarios de edificios o locales terciarios requeriría calcularse en función de sus usos concretos y podrían incluir otros consumos como la iluminación, conducción y renovación de aire, etc.

4.1.3 CALDERA CENTRALIZADA DE CALEFACCIÓN Y ACS

A continuación, se ilustran alternativas de sustitución tecnológica para las calderas convencionales centralizadas que emplean el gas natural como vector energético, así como sus impactos esperables. El caso para calderas centralizadas de gasóleo es muy similar, en términos de impactos de emisiones equivalentes de CO₂ y ahorro en energía final (siendo en el caso de gasóleo mayores las emisiones contaminantes locales con impacto en la calidad del aire).

Este escenario es representativo tanto de edificios residenciales como de uso terciario (como colegios o edificios de la administración pública con sistemas antiguos).

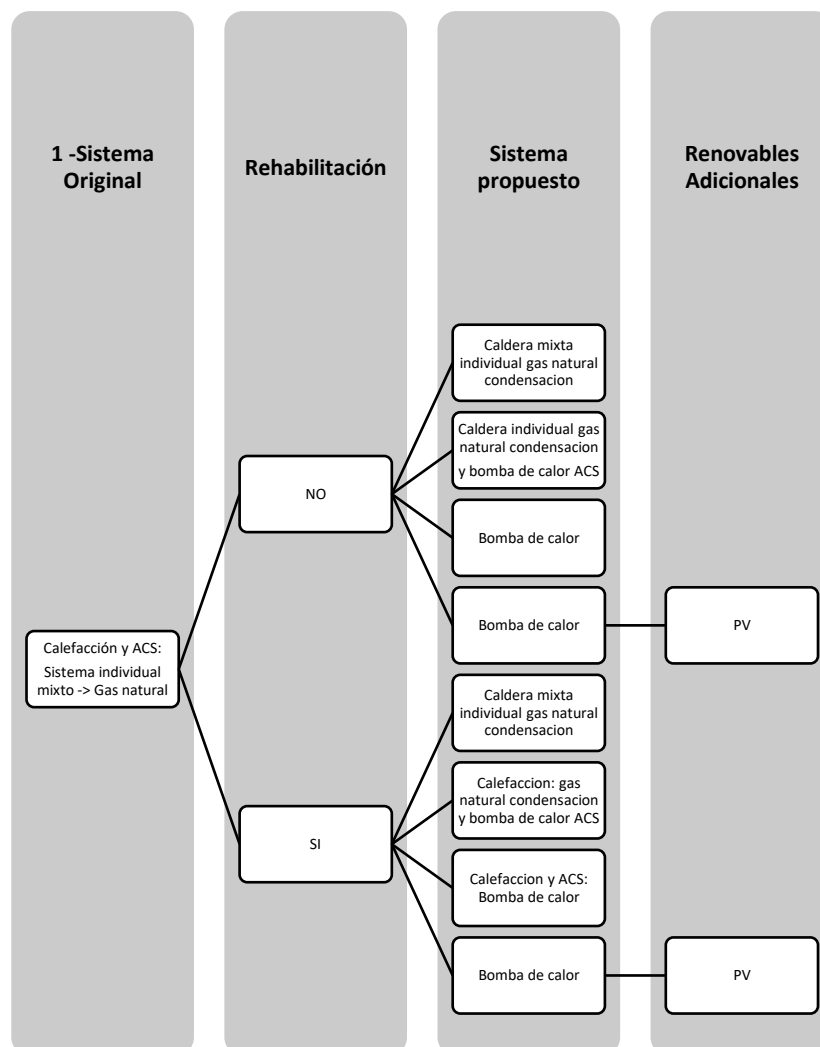


Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución								Letra	Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda CA- LEF	Letra DEM CALEF	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2					
Caldera colectiva gas natural 2 servicios (CA- LEF+ACS)	5%	95%		E					E		E				
Caldera colectiva condensación gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)	14%	86%	0%	E	-35%	-24%	-31%	-17%	D	-33%	D		€€		
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)	52%	48%	0%	E	-65%	-38%	-55%	-11%	C	-60%	C		€€		
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)+PV	52%	48%	0%	E	-65%	-59%	-68%	-21%	C	-71%	B		€€€		
Rehabilitación + Sistema original	6%	94%	-46%	C	-32%	-30%	-31%	-29%	D	-31%	D	SI	€€		
Rehabilitación + Caldera colectiva condensa- ción gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)	24%	76%	-46%	C	-61%	-48%	-56%	-41%	C	-58%	C	SI	€€€		
Rehabilitación +Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)	61%	39%	-46%	C	-77%	-56%	-69%	-37%	C	-73%	B	SI	€€€		
Rehabilitación + Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)+PV	61%	39%	-46%	C	-77%	-77%	-82%	-47%	A	-84%	A	SI	€€€€		

Nota: las estimaciones de calificación energética suponen un edificio residencial. Para escenarios de edificios o locales terciarios requeriría calcularse en función de sus usos concretos y podrían incluir otros consumos como la iluminación, conducción y renovación de aire, etc.

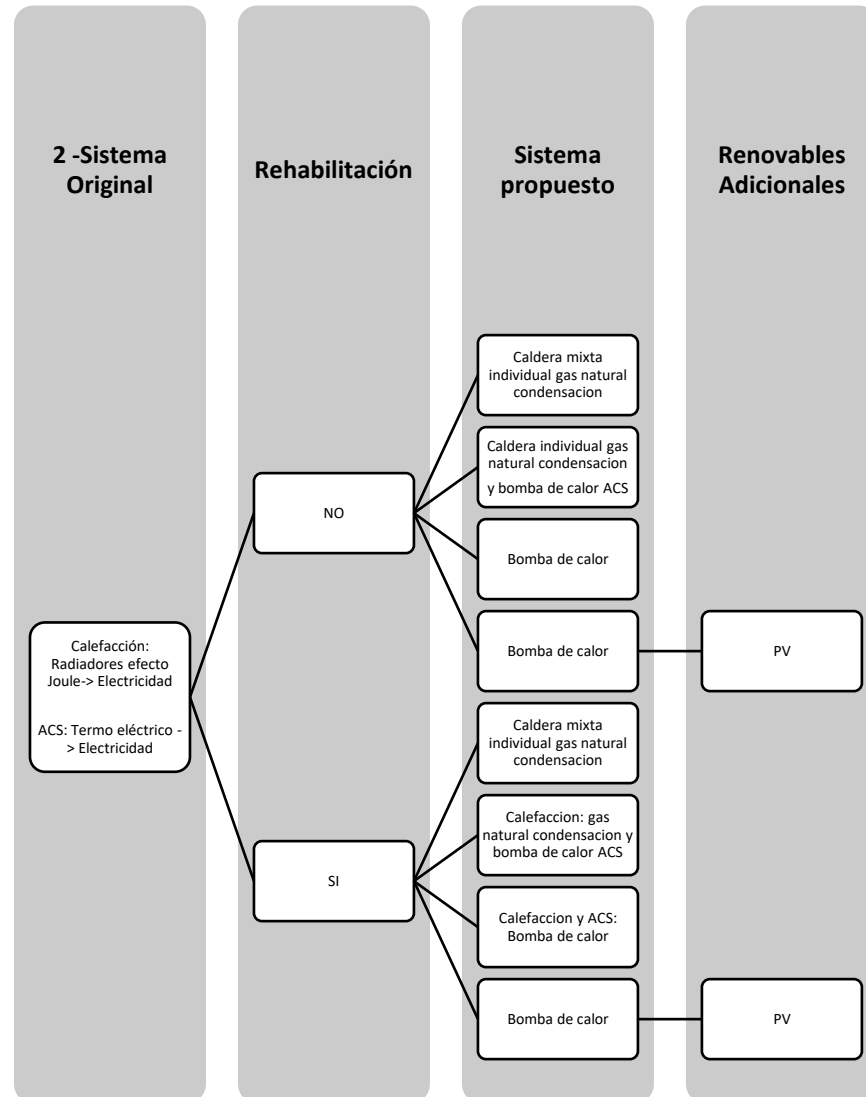
4.2 VIVIENDA UNIFAMILIAR

4.2.1 CALDERA INDIVIDUAL PARA CALEFACCIÓN Y ACS



Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución								Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda CA- LEF	Letra	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2	Letra			
Caldera individual gas natural mixta (CA- LEF+ACS)	3%	97%		E					E		E			
Caldera individual condensación gas natural mixta (CALEF+ACS)	5%	95%	0%	E	-29%	-28%	-29%	-27%	E	-29%	E			
Caldera individual condensación gas natural (CALEF) + Bomba de Calor (ACS)	11%	89%	0%	E	-36%	-28%	-33%	-25%	E	-35%	D			
Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	0%	E	-76%	-38%	-61%	-11%	C	-69%	C			
Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	0%	E	-76%	-51%	-69%	-17%	C	-75%	B			
Rehabilitación + Sistema original	3%	97%	-49%	D	-42%	-42%	-42%	-42%	D	-42%	D	SI		
Rehabilitación + Caldera individual condensa- ción gas natural mixta (CALEF+ACS)	5%	95%	-49%	D	-59%	-58%	-58%	-58%	D	-59%	C	SI		
Rehabilitación + Caldera individual condensa- ción gas natural (CALEF) + Bomba de Calor (ACS)	16%	84%	-49%	D	-66%	-59%	-63%	-55%	C	-64%	C	SI		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	-49%	D	-86%	-63%	-77%	-48%	B	-82%	B	SI		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	-49%	D	-86%	-76%	-85%	-54%	A	-88%	A	SI		

4.2.2 RADIADORES Y TERMO ELÉCTRICOS (EFECTO JOULE)



Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución								Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implemen- tación	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda CA- LEF	Letra	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2	Letra			
Radiadores eléctricos (CALEF)+Termo eléc- trico (ACS)	100%	0%		E					F		E			
Radiadores eléctricos (CALEF)+Termo eléc- trico (ACS) + PV	100%	0%	0%	E	0%	-7%	-7%	-4%	E	-7%	E	€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	0%	E	-67%	-67%	-67%	-42%	C	-67%	C	€€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	0%	E	-67%	-74%	-74%	-46%	C	-74%	B	€€€		
Rehabilitación + Sistema original	100%	0%	-49%	D	-38%	-38%	-38%	-38%	E	-38%	D	€€		
Rehabilitación +Radiadores eléctricos (CA- LEF)+Termo eléctrico (ACS)	100%	0%	-49%	D	-38%	-45%	-45%	-42%	E	-45%	D	€€		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	-49%	D	-81%	-81%	-81%	-66%	B	-81%	B	€€€		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	-49%	D	-81%	-88%	-88%	-70%	A	-88%	A	€€€€		

5 POTENCIAL DE EFICIENCIA DE LAS MEDIDAS

Esta sección explora el potencial de las diferentes alternativas tecnológicas para los diferentes barrios de la ciudad.

Partiendo de las tecnologías caracterizadas en la tarea anterior, se ha planteado en primer lugar un análisis de idoneidad de diferentes estrategias en los diferentes barrios de Madrid. En segundo lugar, se ha hecho un análisis exploratorio de los costes de intervención acorde a estas estrategias, basado en cálculos de ahorros económicos y de rentabilidad de las inversiones para cada barrio.

Este análisis sirve como ejemplo de metodología para cuantificar eficiencia de medidas propuestas, y potencialmente alimentar toma de decisiones sobre la implementación de las distintas estrategias teniendo en cuenta sus potenciales de eficiencia.

5.1 Análisis técnico de la viabilidad de posibles alternativas

En esta tarea se plantea un análisis inicial de la idoneidad de diferentes estrategias en los distintos barrios de Madrid.

Las tecnologías inicialmente descritas en puntos anteriores han sido agrupadas para este ejercicio en dos grandes grupos, separando en dos estrategias:

- Actuaciones edificio a edificio de rehabilitación y cambio de sistemas (basadas en las tecnologías definidas en la sección 4 anterior)
- Actuaciones de implementación de redes de calor para suministrar a múltiples edificios.

La identificación de los barrios potencialmente más favorables al despliegue de estas estrategias, requiere evaluar no solo la viabilidad técnica y económica, sino también considerar aspectos más relacionados con la estructura edificatoria del barrio y su comportamiento energético, para lo que se utilizarán las múltiples capas de datos identificadas (sección 3) .

Para combinar toda la información es necesario aplicar métodos multicriterio que permitan integrar parámetros de diferentes tipos, tanto cualitativos como cuantitativos. En este caso, se propone la combinación de los métodos AHP (Proceso de Jerarquía Analítica) y TOPSIS (Técnica para el Orden de Preferencia según la Similitud con la Solución Ideal), ya que el primero permite la clasificación jerárquica de los criterios mediante la asignación de pesos relativos que permiten comparar información de diferentes áreas y unidades, obteniendo un índice de prioridad dimensional y estandarizado para cada zona, mientras que el segundo proporciona una clasificación directa de las alternativas

(áreas) y permite ver cuál es la mejor opción en términos de proximidad a la solución ideal.

La combinación de estos dos métodos permite tomar decisiones más objetivas y racionales, optimizando el proceso de priorización de zonas de intervención, especialmente en contextos complejos y multidimensionales como la planificación energética urbana.

Las siguientes capas de datos se han utilizado para aplicar esta metodología y priorizar las distintas estrategias:

Estrategia de actuación edificio a edificio, incluyendo rehabilitación y cambio de sistemas térmicos

NcalColGas	Número de calderas colectivas de gas
NcalGasoleo_multif	Número de calderas de gasóleo en edificios de bloque
a_constru_mean	Año de construcción medio
renta_media_neta_hogar	Renta neta media del hogar
s_climat_total	Superficie calefactada total (superficie construida excluyendo elementos no calefactables -trasteros, garajes...-)

La aplicación de la metodología AHP se ha realizado a través de una comparación por pares de la importancia de cada una de estas capas a esta estrategia, lo que resulta en una ponderación que otorga un peso relativo a cada una de las capas.

El resultado de esta ponderación se muestra en la figura 23

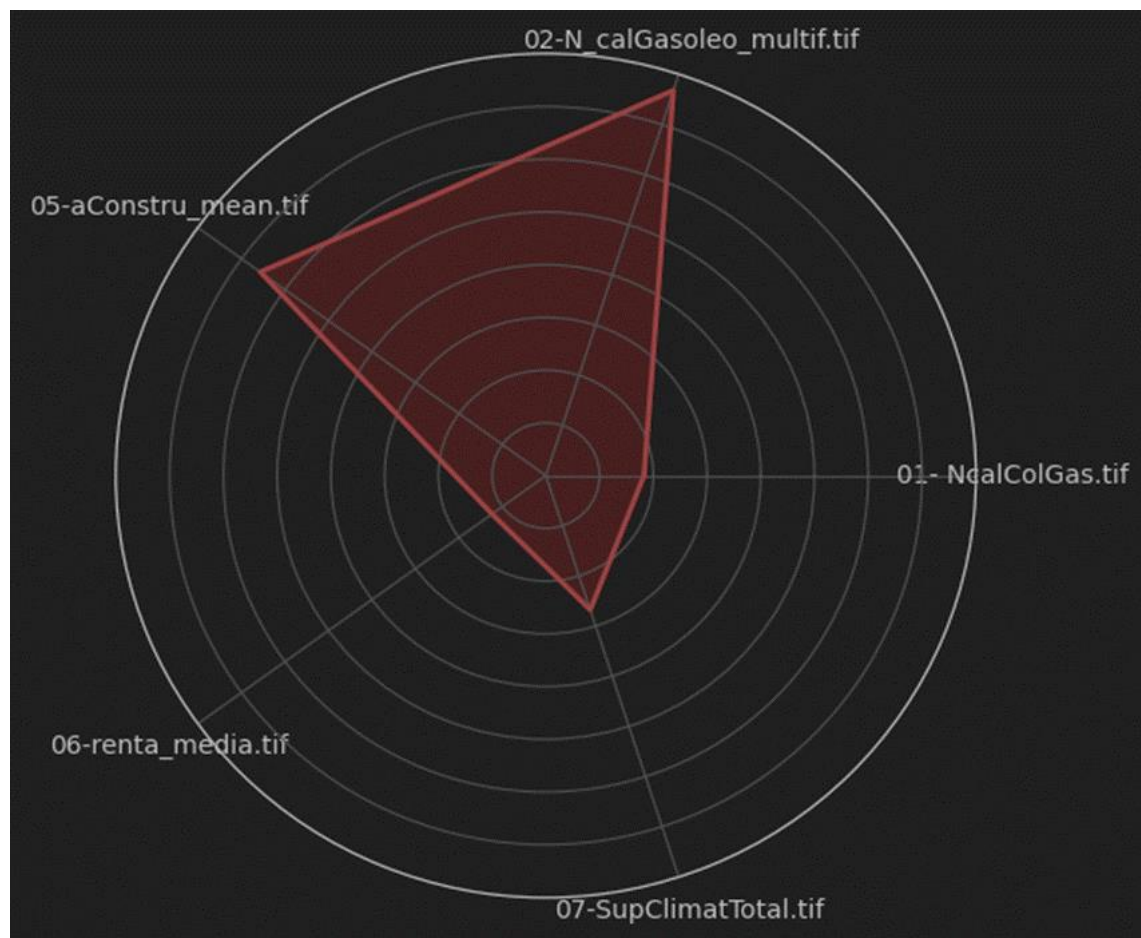


Figura 23 Representación gráfica de la ponderación aplicada tras una comparación por pares entre las variables consideradas para actuaciones individuales

Estrategia de implementación de redes de calor para suministrar a múltiples edificios.

NcalColGas	Número de calderas de gas
NcalGasoleo_multif	Número de calderas de gasóleo en edificios de bloque
Densid_ConsumoGas	Densidad de consumo de gas de direcciones con caldera colectiva o mixta (sobre la superficie en planta)
Predominancia_superficies	Usos predominantes (en función de la tipología de superficie calefactada)

De la misma manera, para ver la importancia de estos aspectos en la priorización de barrios para redes térmicas, se ha utilizado la metodología AHP con el siguiente resultado:

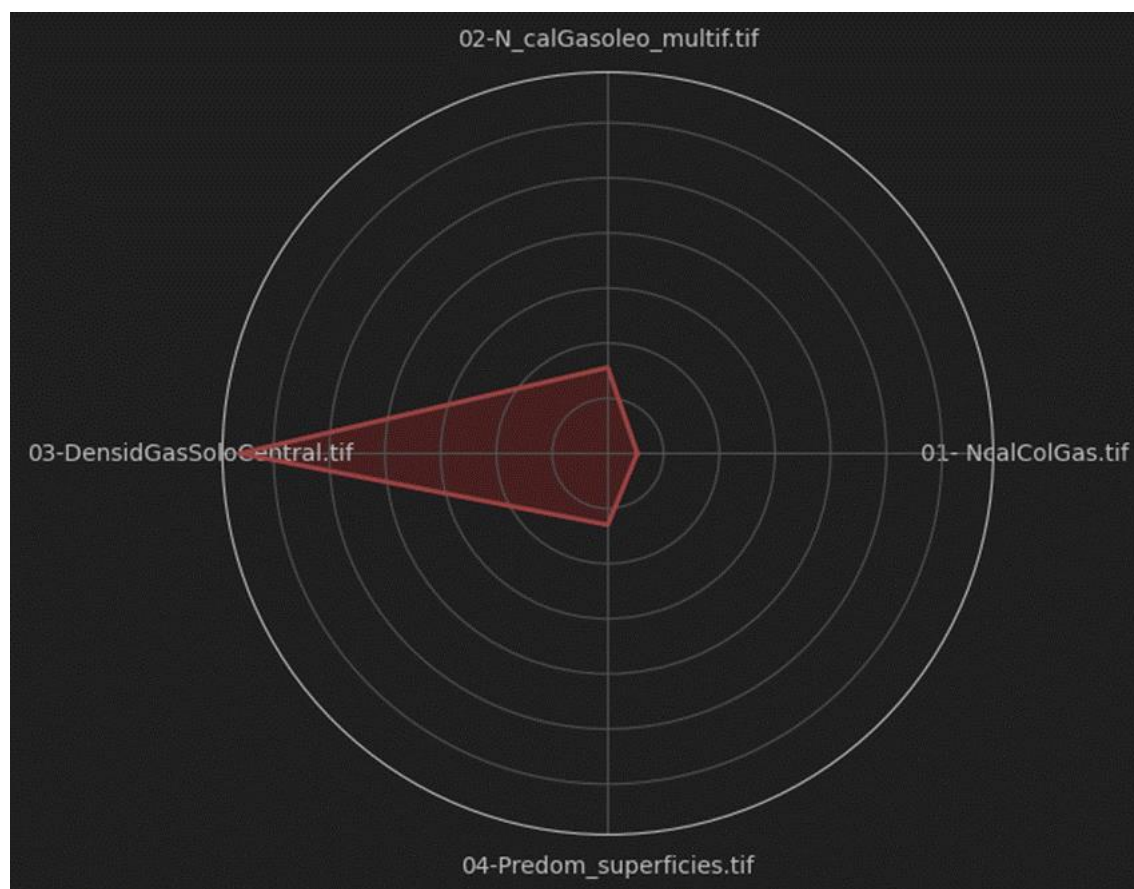


Figura 24 Representación gráfica de la ponderación aplicada tras una comparación por pares entre las variables consideradas para redes de calor

Al combinar las capas de datos y sus ponderaciones en un formato SIG (Sistema de Información Geográfica), se obtiene una identificación espacial de los barrios con mayor potencial para aplicar la estrategia correspondiente.

Como resultado de este análisis, se obtiene una matriz con puntuaciones de 0 a 1, que al transferirla a una capa ráster, da lugar a un mapa de barrios con prioridad relativa para el desarrollo de las diferentes estrategias. Este proceso facilita la visualización e informa la toma de decisiones para promover las diferentes estrategias en los barrios con mayor potencial para lograr los objetivos de descarbonización.

En el caso de la rehabilitación y sustitución de sistemas centralizados a escala edificio, destacan aquellos barrios dentro de la M-30 o colindantes al este con ella, que además presentan mayor antigüedad de la construcción y que concentran la mayoría de

calderas colectivas de gasóleo, sobresaliendo Argüelles, Sol, Recoletos Cuatro Caminos y Prosperidad.

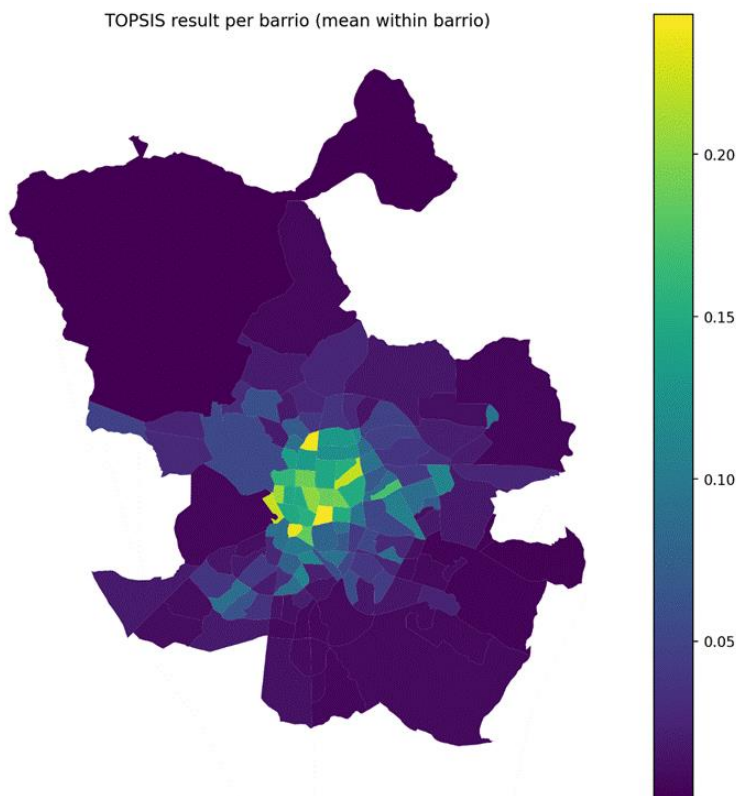


Figura 25 Priorización de barrios para la estrategia de rehabilitación y cambio de sistemas edificio a edificio

Por otra parte, los resultados del análisis para potencial despliegue de redes térmicas destacan aquellos barrios con mayor densidad de consumo de gas natural en calderas centralizadas o direcciones mixtas (al menos una caldera centralizada y varios puntos de consumo menores o individuales), por tanto aquellos barrios con gran densidad constructiva y a su vez uso principal de grandes calderas (tanto en edificios residenciales como terciarios). Destacan varios arcos y ejes: la confluencia de los distritos Centro y Chamberí (Argüelles, Gaztambide, Vallehermoso, etc.), hacia el norte de la Castellana (en el distrito de Chamartín y aquellos barrios de Tetuán más cercanos al Paseo), entre los distritos Chamartín y Salamanca (sobre todo el arco Guindalera-Niño Jesús) o al norte de la M-30 en el eje de avenida de la ilustración (que concentra el consumo de gas tanto calefacciones centrales residenciales de barrios como La Paz y Peñagrande como los principales hospitales de la zona).

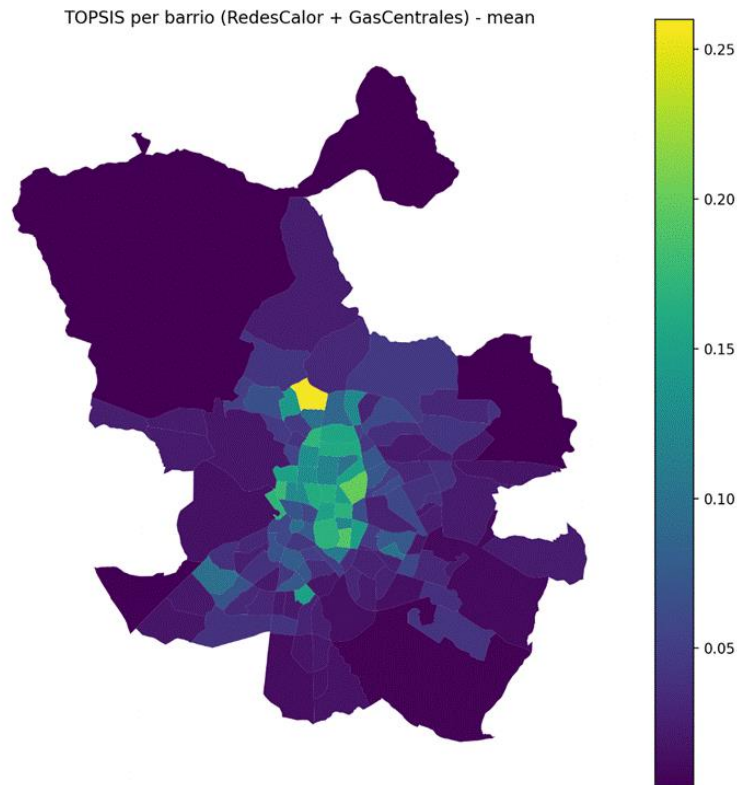


Figura 26 Identificación de barrios con mayor potencial en el despliegue de redes de calor

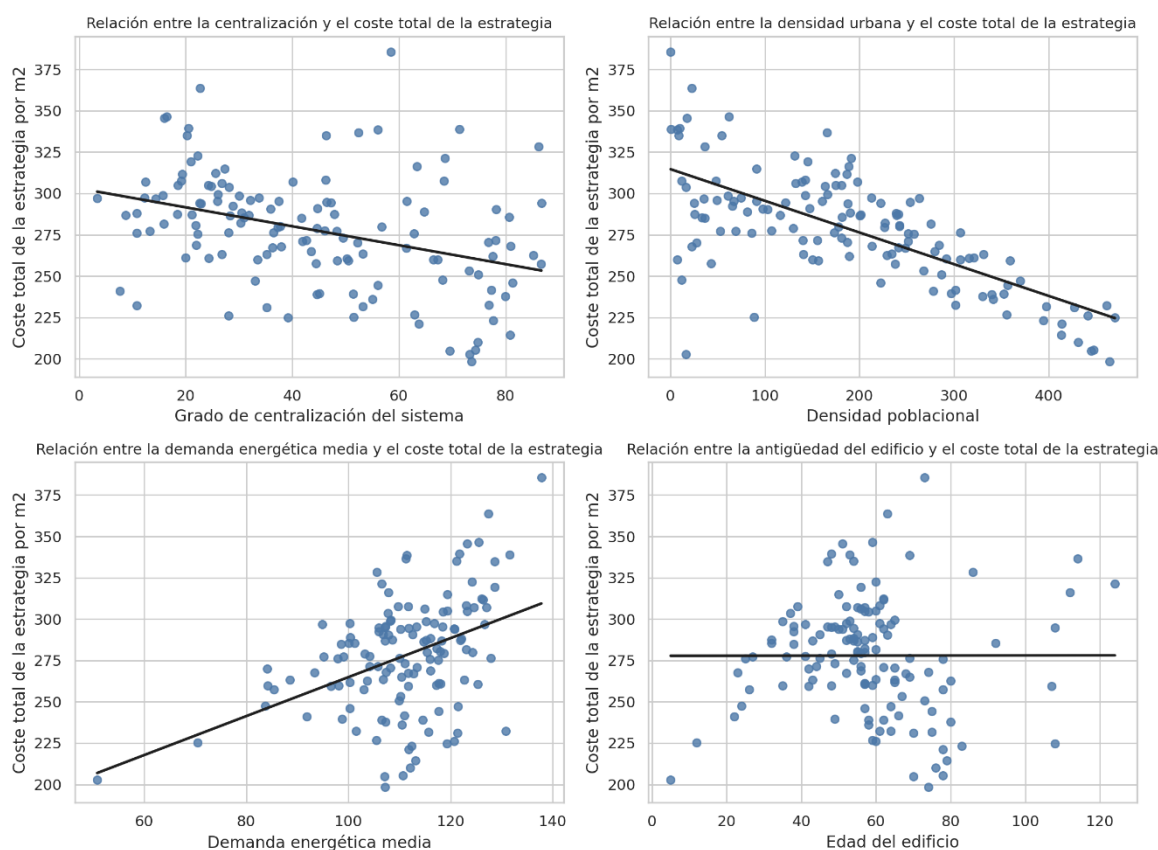
5.2 Análisis económico de las estrategias

A partir del análisis anterior de priorización de estrategias por barrios, se plantea un análisis económico que estima los costes de inversión, y los ahorros económicos derivados de las intervenciones en cada uno de los barrios, en función de sus características.

Estrategia de actuación edificio a edificio, incluyendo rehabilitación y cambio de sistemas térmicos

Para la estimación de los costes de cambio de sistema, el factor determinante se ha considerado el tipo de sistema existente (individual vs colectivo). Para estimar costes de rehabilitación, se han considerado como factores relevantes la edad del edificio, la demanda térmica por vivienda, y la densidad de población del barrio.

Estas relaciones lineales, se han combinado en el cálculo del total de la estrategia combinada de rehabilitación y cambio de sistema . Se observa en estas combinaciones el coste total tiende a disminuir a medida que aumenta el grado de centralización del sistema y también en entornos con mayor densidad urbana, mientras que aumenta en ámbitos con mayor demanda energética media y con edificios de mayor antigüedad.



Cabe resaltar que la antigüedad del edificio no muestra una relación especialmente intensa con el coste total de la estrategia por metro cuadrado, lo que significa que el efecto que cabría atribuir a la edad del parque está siendo absorbido o compensado principalmente por las variables de densidad poblacional o el grado de centralización del sistema.

La siguiente gráfica muestra estos datos de costes totales de la estrategia mapeados para cada barrio de Madrid

Coste total de la estrategia de rehabilitación y cambio de sistema por m²

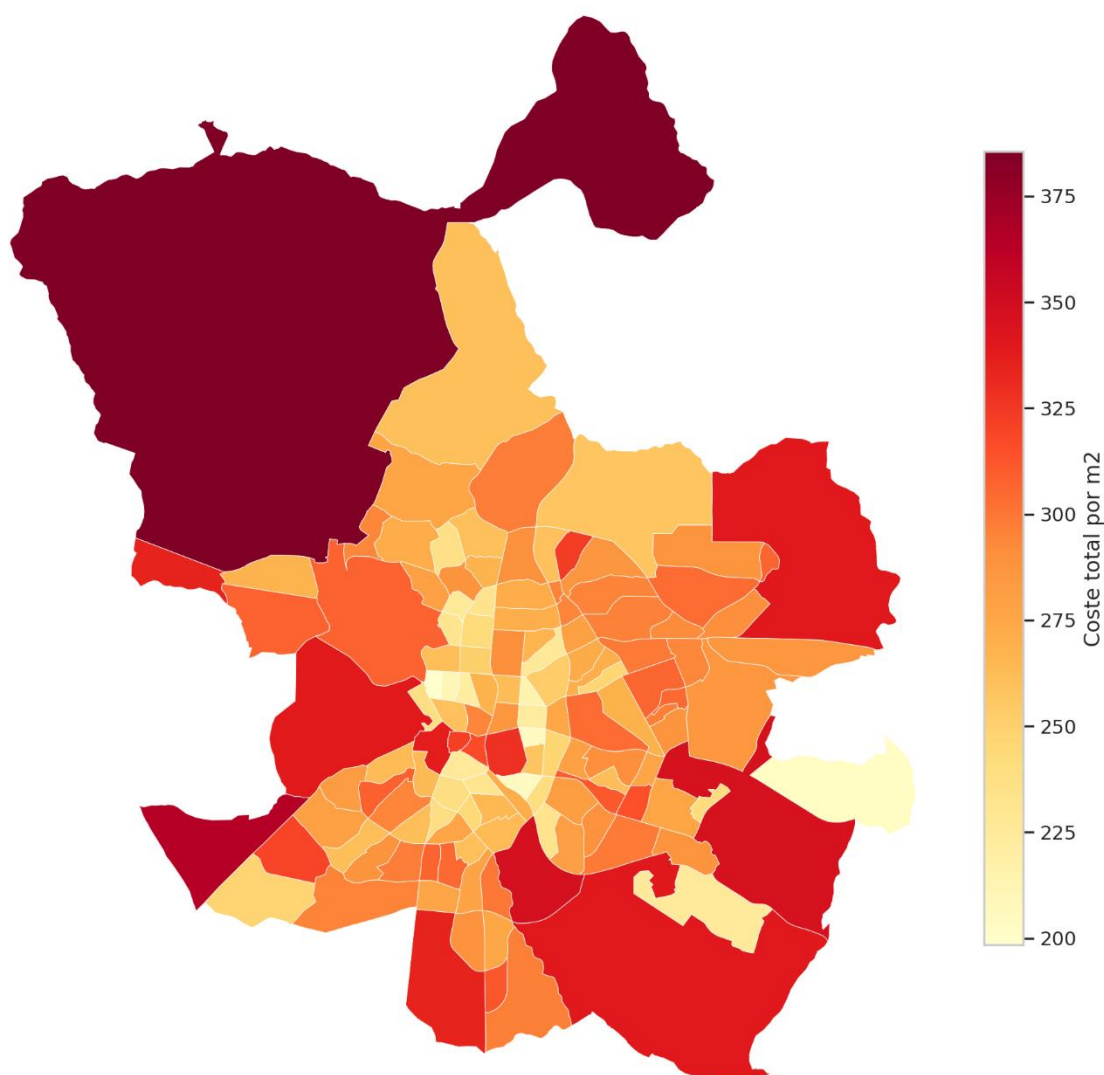


Figura 27 Coste total estrategia rehabilitación junto con cambio de sistema por m² (€/m²) por barrio

Los ahorros de calefacción se han calculado tomando como base un porcentaje de ahorro medio del 48% sobre la demanda, en línea con los resultados de los arquetipos de edificios presentados en la sección 4. Los costes de calefacción por kWh se han definido teniendo en cuenta costes de 0,08 €/kWh para el gas natural, y 0,24 €/kWh para

la electricidad, valores conservadores que reflejan precios medios en España para el usuario final, según Eurostat² para 2024.

Ahorros por m2 de la estrategia de rehabilitación y cambio de sistemas

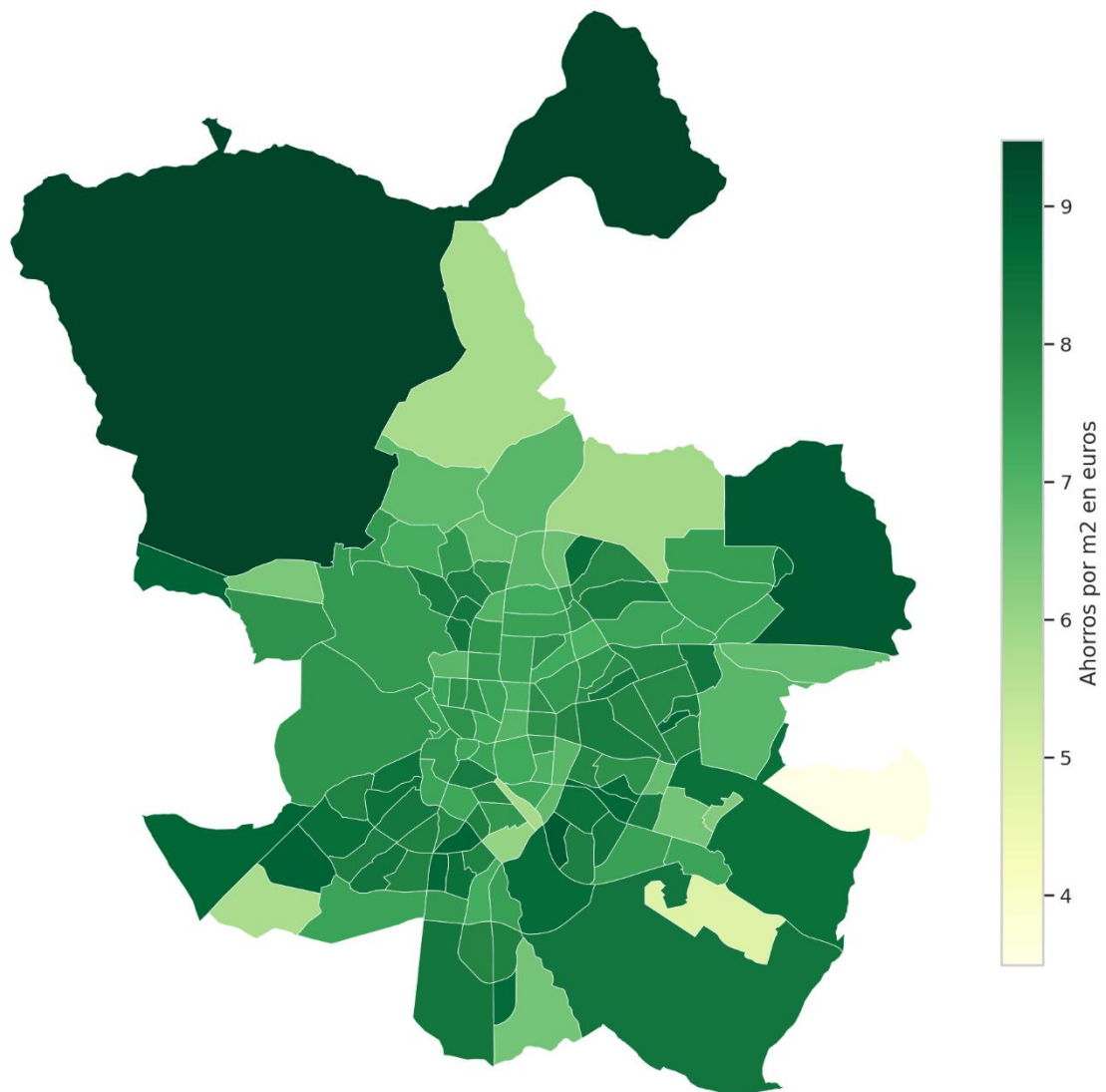


Figura 28 Ahorro anual que proporciona la estrategia de rehabilitación y cambio de por barrio (€/m²)

² <https://ec.europa.eu/eurostat/>

A partir de estos datos de inversión y ahorro, se pueden estimar indicadores como el TIR medio de las inversiones en los distintos barrios:

TIR media de las intervenciones por barrio (%)

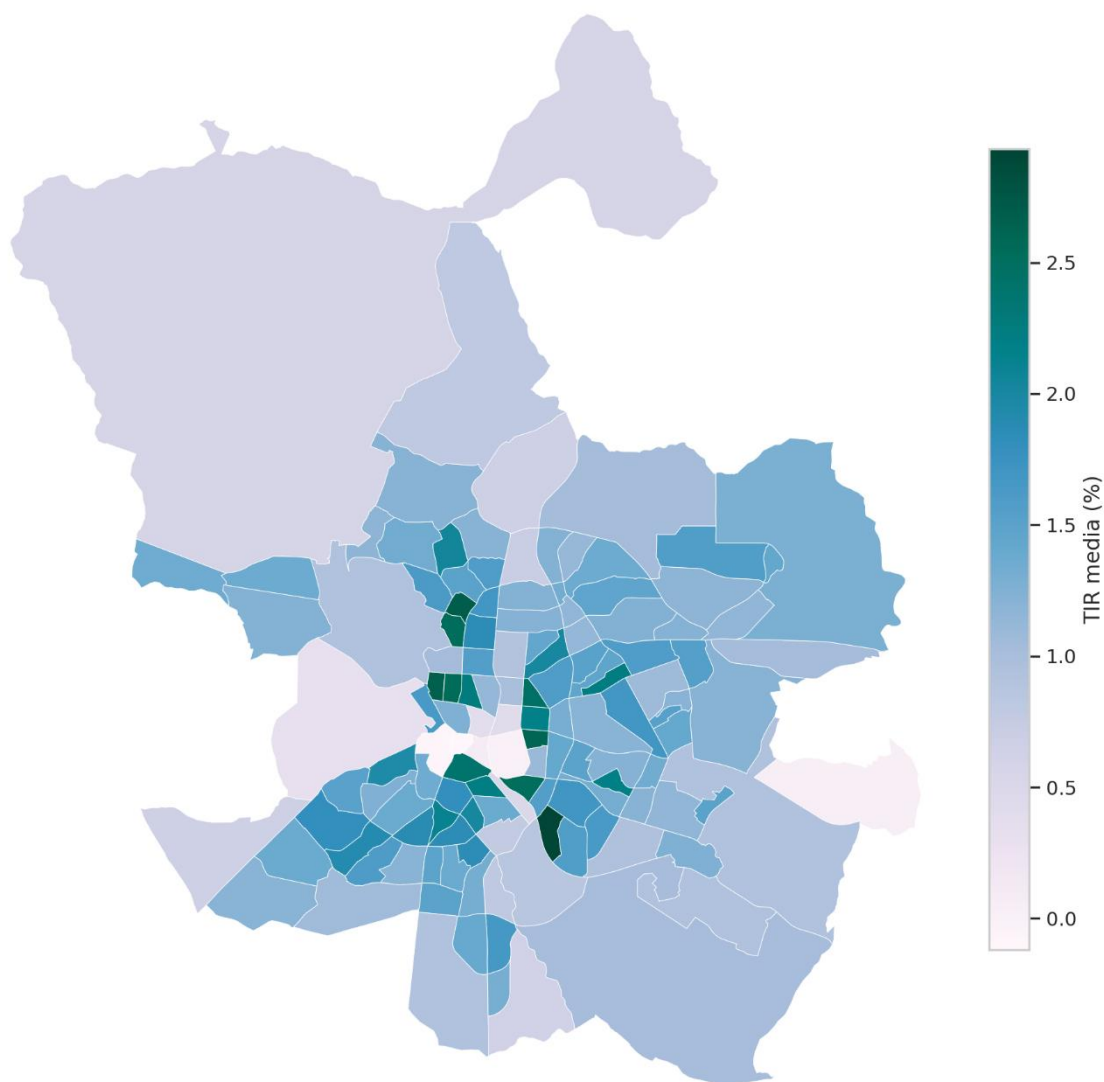


Figura 29 TIR medio que proporciona la estrategia de rehabilitación y cambio de sistema por barrio (%)

Se puede observar que, con esta metodología, los TIR medios que se obtendrían para la estrategia de rehabilitación y cambio de sistemas en los distintos barrios serían en todos los casos muy bajos, con máximos en torno al 3% y mínimos ligeramente negativos.

Cabe destacar, que estos cálculos se han realizado sobre la hipótesis comentada de calcular el ahorro como un porcentaje sobre la demanda. Este ahorro calculado es generalmente mayor al ahorro real de energía en edificios, principalmente porque en muchos casos no se mantienen todas las estancias habitables de los edificios a una temperatura de confort todas las horas de ocupación, como se considera al utilizar estos cálculos de demanda.

Para un análisis más detallado, sería necesario plantear hipótesis de ahorros reales, y proyecciones de precios de la energía, realizando un análisis de inversiones incluyendo estudio de incertidumbre.

En cualquier caso, es de esperar que las TIR para este tipo de estrategia sigan en números relativamente bajo, debido al alto coste de las intervenciones, respecto a los ahorros anuales conseguidos.

Estrategia de implementación de redes de calor para suministrar a múltiples edificios.

Con similar metodología, los costes estimados para las intervenciones de la estrategia de redes de calor, han sido ajustados en base al indicador de consumo por hectárea en calderas centralizadas, teniendo en cuenta que es el factor más decisivo en la viabilidad y el coste de redes de calor. (a mayor consumo, menor coste de inversión por m² calefactado).

La siguiente gráfica muestra estos datos de costes totales de la estrategia de implantación de redes de calor en los barrios de Madrid.

Inversión por m2 intervenido en redes de calor

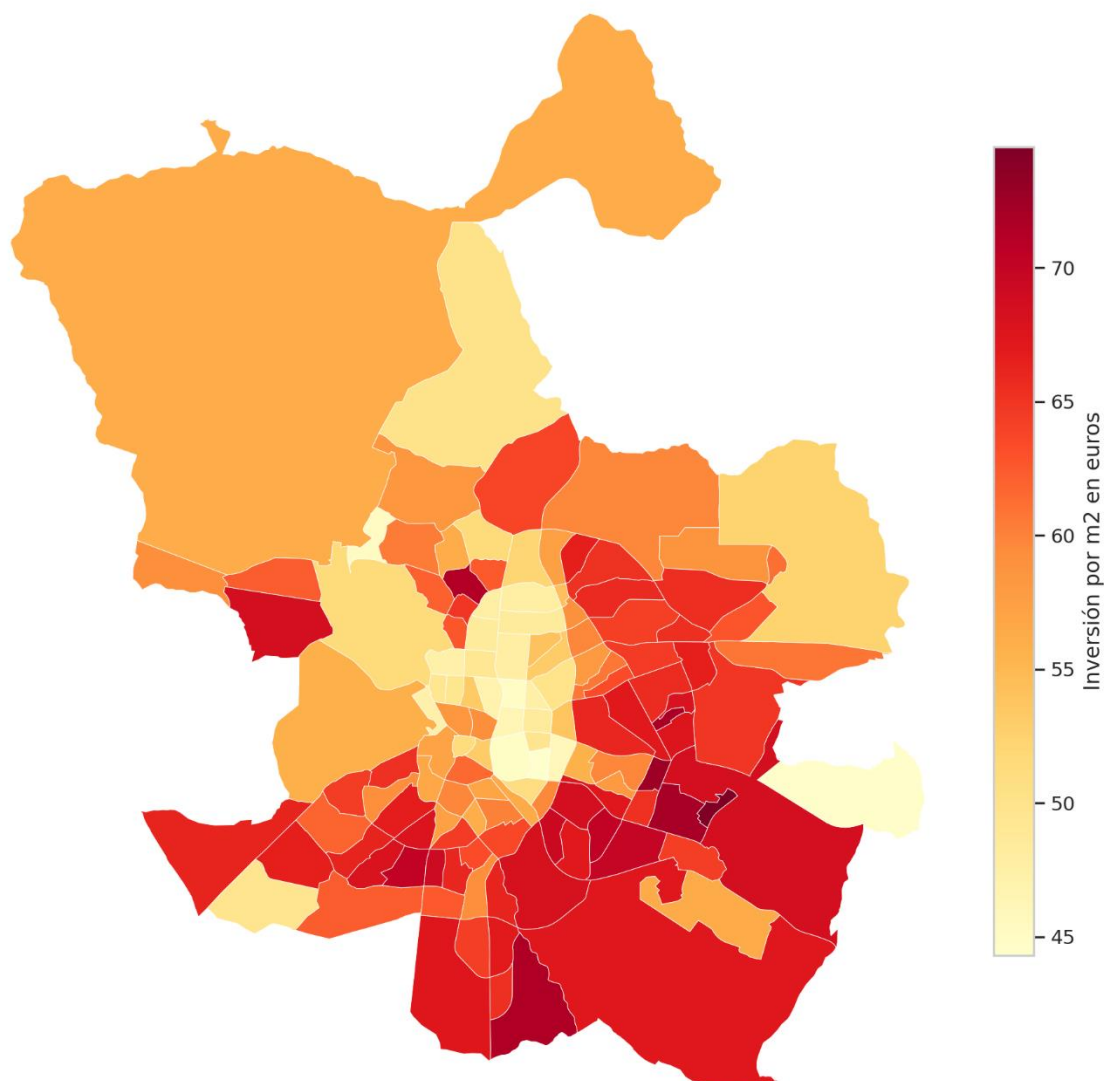


Figura 30 Coste total estrategia implantación de redes de calor , por m² de superficie calefactada, (€/m²) por barrio

Del mismo modo podemos mapear los ahorros anuales por metro cuadrado intervenido derivado de la implantación de redes de calor en los barrios de Madrid.

Para el cálculo de estos ahorros anuales, se ha considerado, al igual que en la estrategia anterior, costes de 0,08 €/kWh para el gas natural, y 0,24 €/kWh para la electricidad , y un coste de 0,07 €/kWh para el calor suministrado a través de la red.

Ahorro anual por m2 intervenido en redes de calor

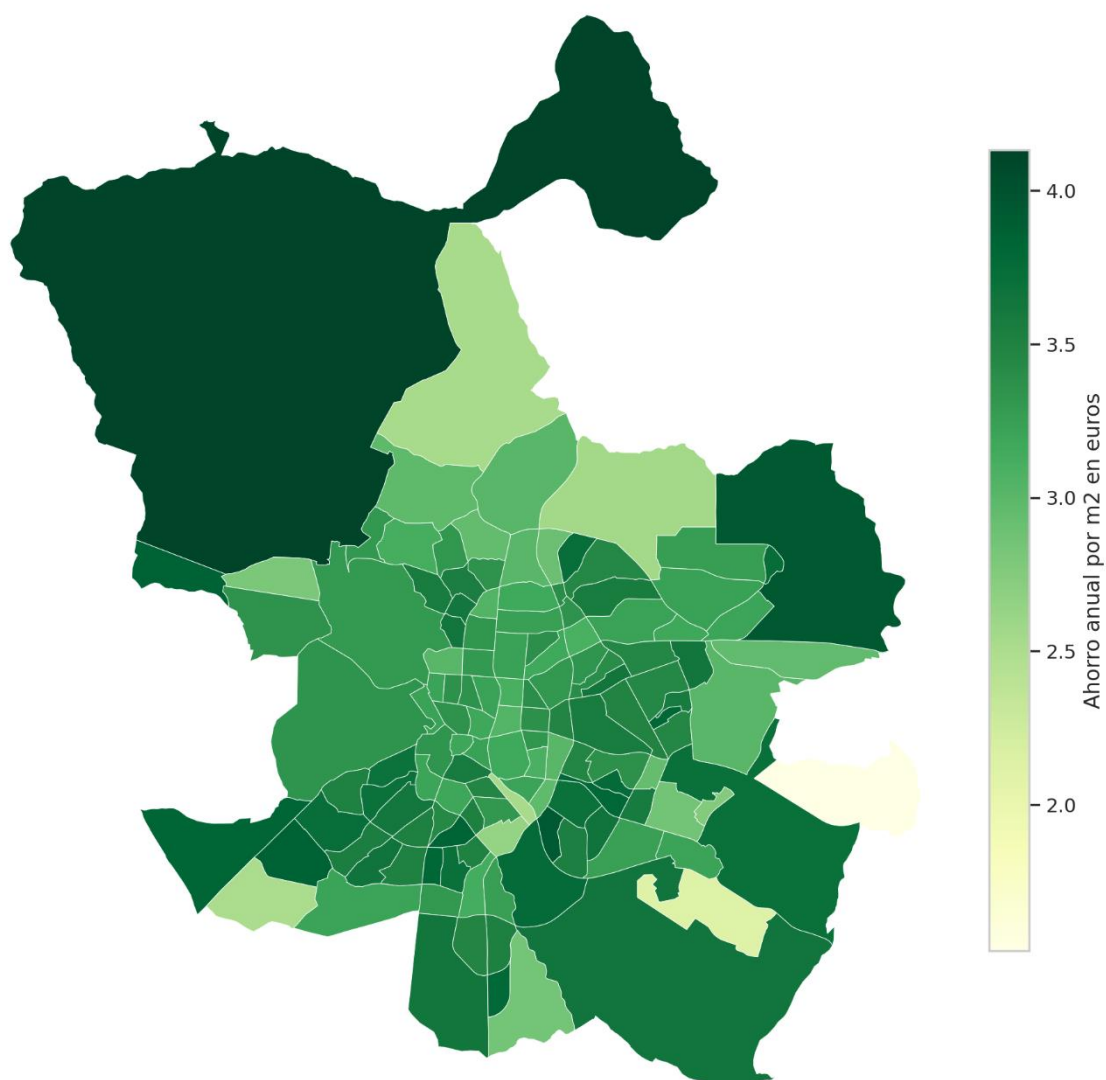


Figura 31 Ahorro anual que proporciona la estrategia de implantación de
redes de calor (€/m²)

De nuevo, a partir de estos datos de inversión y ahorro, se pueden estimar indicadores como el TIR medio de las inversiones en los distintos barrios:

TIR media de las intervenciones en redes de calor (%)

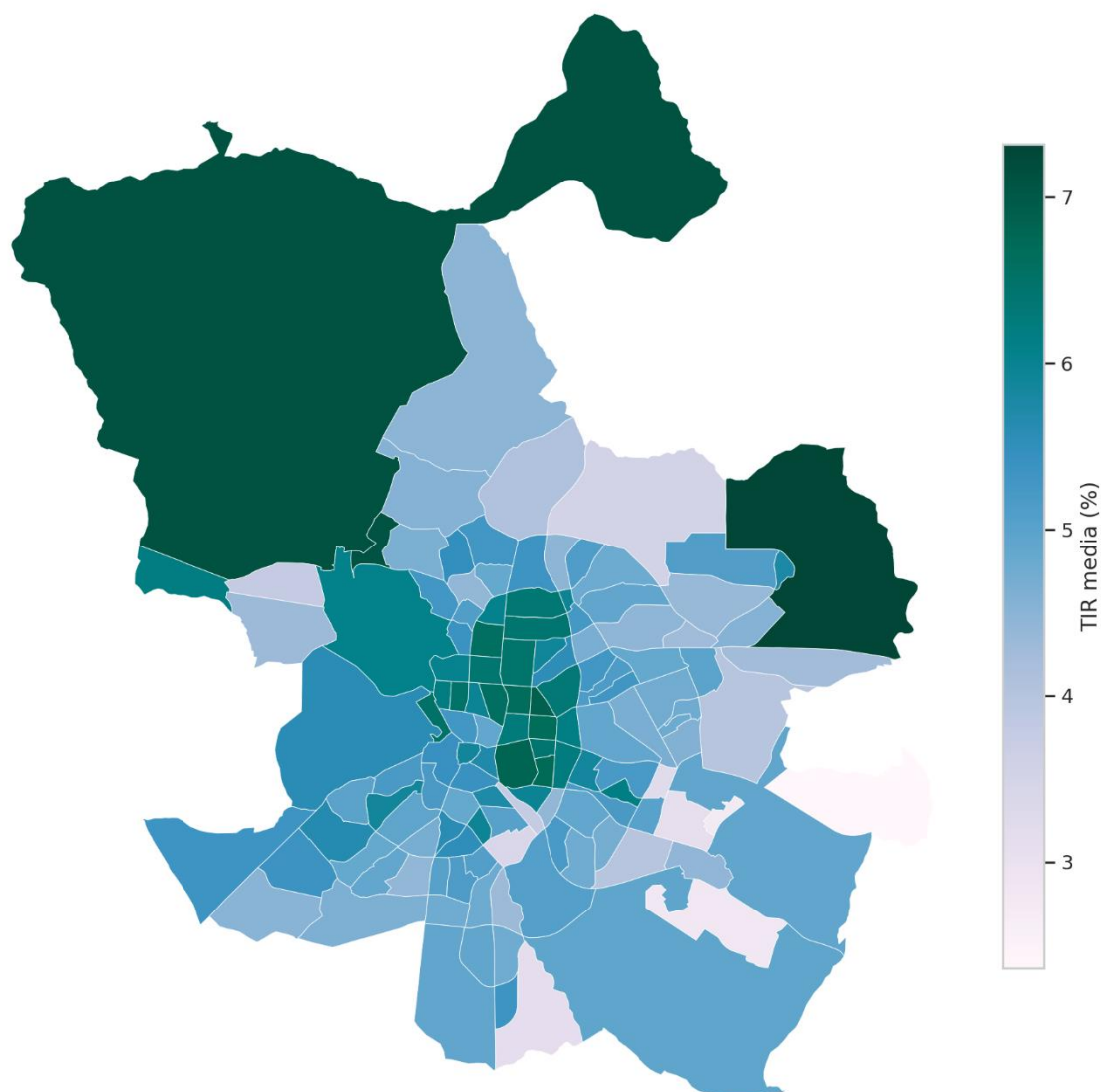


Figura 32 TIR medio que proporciona la estrategia de implantación de redes de calor (%)

Para esta estrategia, se puede observar que la TIR oscilaría entre el 3% y el 7% para los distintos barrios. Cabe destacar que están basados en valores de demanda teóricos, con lo que el ahorro real podría ser menor, con lo que bajarían estos valores de TIR.

6 SIMULACIÓN DE ESCENARIOS

A partir de la información, indicadores y resultados de las tareas previas, se ha realizado una propuesta de escenarios a nivel de ciudad, incluyendo diferentes objetivos como premisas de implementación de las estrategias propuestas.

Escenario 1. Reemplazo de calderas de gasoil.

A partir de los datos disponibles de geolocalización de calderas, y atendiendo a la gran incertidumbre en cuanto a la asociación de las calderas a tipologías de edificio por su asociación a las parcelas correspondientes en Catastro, se ha orientado este análisis para el sector residencial. Se han estimado en **482** las viviendas unifamiliares suministradas por calderas de gasóleo, y en **26.212** el número de viviendas en bloque suministradas con calderas de gasóleo.

No obstante, atendiendo a los valores correspondientes en el INE³, el número de viviendas con calderas de gasóleo ascendería a **87.837 viviendas en bloque y 4.225 viviendas unifamiliares**.

Asumiendo estos últimos valores como referencia, y considerando un consumo medio anual de **11 MWh/año** de gasóleo para las viviendas en bloque y de **14 MWh/año** para las viviendas unifamiliares, el consumo total de gasóleo para calefacción se estima en **1,03 TWh/año**.

Este valor resulta coherente con el orden de magnitud del consumo residencial de gasóleo que se obtendría a partir del Balance Energético Municipal (2023), si el consumo de gasóleo incluido bajo el epígrafe RCI —residencial, comercial e institucional— se distribuyera entre residencial y servicios en una proporción similar a la observada para el gas natural. Bajo esta hipótesis, el consumo residencial representaría aproximadamente el **63%** del consumo RCI.

Con estos valores de consumo, resulta razonable asumir que el número de viviendas con gasóleo recogido por el INE es más próximo a la realidad que la estimación obtenida únicamente a partir del posicionamiento geográfico de calderas y su asociación a parcelas catastrales.

³ <https://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?tpx=56785&L=0>

A partir de los datos anteriores, puede realizarse una estimación preliminar del coste-beneficio asociado a la sustitución de las calderas de gasóleo por sistemas de aeroterminia, solución preferida en los arquetipos definidos en la sección 4.

La inversión total se situaría en torno a los **394 millones de euros**. Este valor resulta de considerar costes unitarios del orden de 10.000 € por vivienda unifamiliar y 4.000 € por vivienda en bloque,

Los ahorros en operación vendrían de sustituir el consumo actual de aproximadamente **1.025 GWh/año de gasóleo**, equivalente a unos **102,5 millones de euros/año**, considerando un coste de **0,10 €/kWh** para el gasóleo, por un consumo de aproximadamente **342 GWh/año de electricidad**.

Asumiendo COPs de 3 para las bombas de calor, y un precio de la electricidad de **0,24 €/kWh** —valor asumido a lo largo de este informe como referencia de precio medio final, tal y como se ha indicado en la referencia Eurostat para 2024—, el coste anual de operación se situaría en torno a **82 millones de euros/año**.

Por tanto, el ahorro operativo anual se sitúa cerca de **20 millones de euros**. Bajo una hipótesis de vida útil de **20 años**, sin considerar subvenciones, financiación ni posibles ingresos asociados a la reducción de emisiones, la **TIR se situaría en torno al 0,4%**.

Desde el punto de vista ambiental, la sustitución de estas calderas conllevaría una reducción sustancial de emisiones. Considerando un factor de emisión del gasóleo de aproximadamente **0,27 kgCO₂/kWh**, el sistema actual genera del orden de **277.000 toneladas de CO₂/año**. La electrificación mediante bombas de calor reduciría estas emisiones a aproximadamente **68.000 tCO₂/año**, considerando un factor de emisión de la electricidad de **0,20 kgCO₂/kWh**, lo que supone un ahorro neto de unas **209.000 toneladas de CO₂ anuales**, equivalente a una reducción cercana al **75%** de las emisiones previas de estas calderas.

Estos ahorros de CO₂ no se han considerado en el cálculo económico, aunque es esperable que mejoren la viabilidad económica de la sustitución de las calderas cuando entre en juego el ETS2.

Adicionalmente, deben considerarse otros aspectos no cuantificados directamente en el análisis económico y de emisiones anterior. Desde el punto de vista de la calidad del aire urbano, el proceso de combustión del gasoil, emite anualmente en torno a 250

toneladas de NOx, entre 5 y 6 toneladas o de partículas finas PM2,5, y una cantidad de SOx que podría estar en el entorno de 290 toneladas⁴. Adicionalmente, evitar el consumo de gasoil de 1.025 GWh/año, equivale a más de 100 millones de litros de gasóleo, corresponde a miles de operaciones de camiones cisterna circulando por la ciudad rellenando depósitos en edificios o su entorno. Su sustitución supondría una reducción de olores, riesgos de fugas o vertidos, operaciones de carga y descarga, y otras molestias asociadas al transporte y almacenamiento de combustibles líquidos en el entorno urbano.

Escenario 2 : Estrategia de actuación edificio a edificio, incluyendo rehabilitación y cambio de sistemas térmicos

En este escenario se propone como ejemplo llegar al 10% del parque edificado con esta estrategia. De igual manera que el escenario anterior, se orienta este escenario al sector residencial, ya que hay gran incertidumbre en los datos de demanda y consumo de gas en los otros sectores.

La distribución de ese porcentaje de rehabilitación entre barrios, se repartiría de acuerdo a la priorización detallada en la sección 4, de manera que quedaría el siguiente % de edificios rehabilitados en cada barrio de Madrid en este escenario.

⁴[EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 | Publications | European Environment Agency \(EEA\)](#)

[1.A.4 Small combustion 2023 | 1.A Combustion | European Environment Agency \(EEA\)](#)

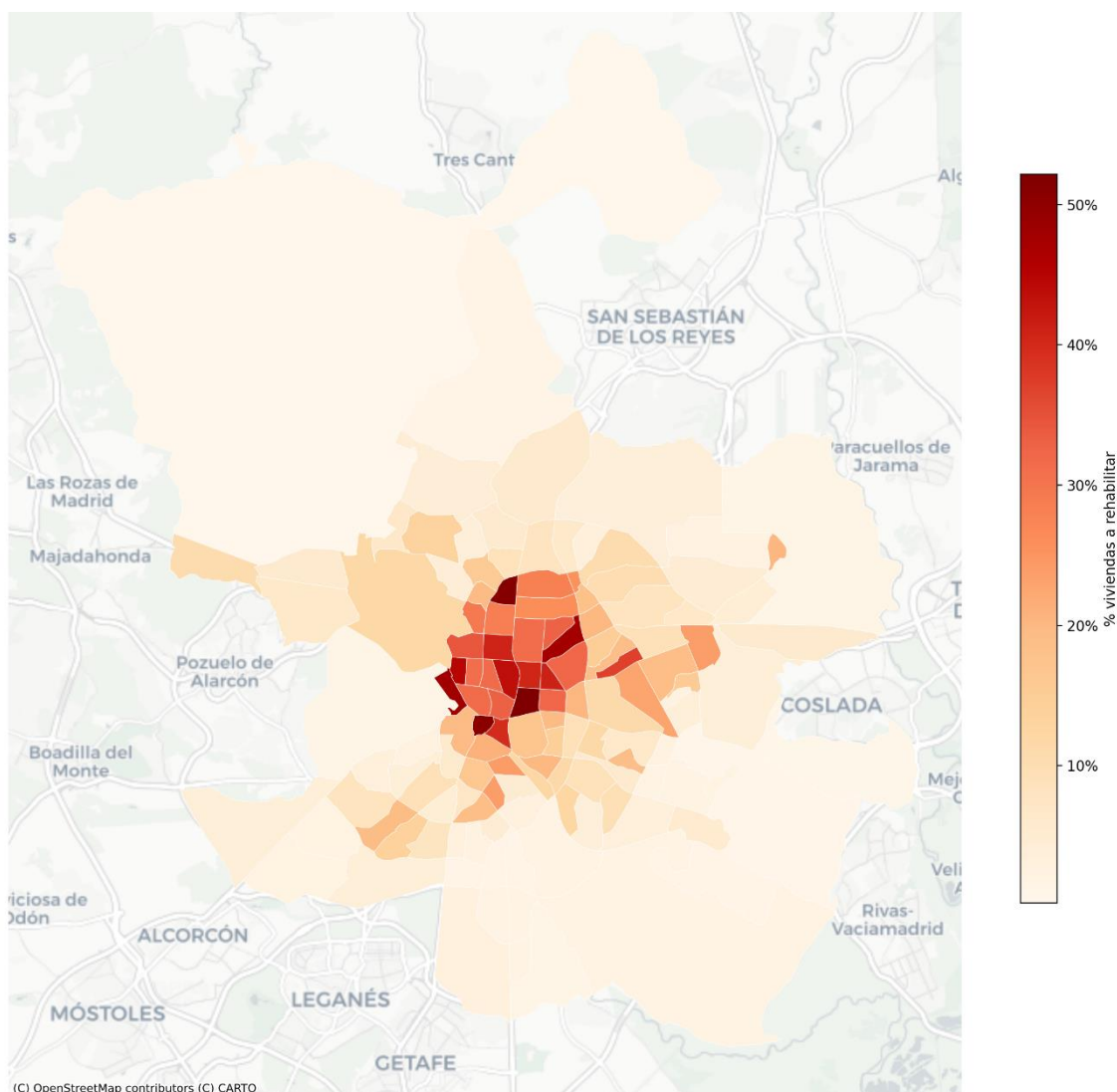


Figura 33. Porcentaje de viviendas a rehabilitar por barrio, en el escenario de rehabilitación del 10% de viviendas para el Municipio de Madrid.

Tomando como referencia el área total de viviendas en Madrid (**127 millones de m²**), y teniendo en cuenta que según la encuesta del INE 2021 el **72% de las viviendas utilizan gas natural para calefacción**, así como una demanda media de **111 kWh/m²·año**, la rehabilitación del **10% de las viviendas** supondría, en términos teóricos, una reducción de la demanda de calor del orden de **660 GWh anuales**.

Adicionalmente al ahorro de demanda, este escenario incorpora un cambio de sistemas térmicos hacia bombas de calor. Centrándonos en los ahorros de uso de gas natural, y considerando que el combustible sustituido sería gas natural, así como una eficiencia media de las calderas del **85%** (Encuesta INE 2021), el ahorro teórico de gas natural se situaría en el entorno de **1.200 GWh/año**.

Hay que destacar que este ahorro supone casi el 32% del consumo total de gas en el sector residencial en Madrid, si atendemos a los 3747 GWh de consumo de gas en sector residencial que aparecen en el Balance Energético Municipal (2023). Aún teniendo en cuenta que las viviendas a rehabilitar en este escenario (10% del total de viviendas en el municipio), se priorizarían entre las de mayor consumo energético, este ahorro basado en cálculos de demanda es optimista, ya que el consumo real es previsiblemente sensiblemente menor al valor teórico de demanda, debido a patrones de uso y otros factores, con lo que el ahorro real en uso de gas sería previsiblemente menor.

El análisis agregado para el conjunto de la ciudad de Madrid muestra que esta estrategia combinada de rehabilitación energética y cambio de sistemas supone una inversión total estimada cercana a los **3.570 millones de euros**, para una superficie intervenida de **12,7 millones de m²**, con un coste medio de inversión de **281 €/m²**.

Desde el punto de vista económico, el coste anual actual asociado al 10% de viviendas a rehabilitar, considerando de nuevo demanda teórica y un precio ponderado del suministro de calor actual de **0,10 €/kWh**, se sitúa en torno a **140 millones de euros/año**. La sustitución por bombas de calor implicaría un consumo eléctrico del orden de **400 GWh/año**. Asumiendo COPs de 3 para las bombas de calor, y un precio de la electricidad de **0,24 €/kWh** —valor asumido a lo largo de este informe como referencia de precio medio final [ref. Eurostat]—, el coste anual de operación se situaría en torno a **96 millones de euros/año**, lo que supondría un ahorro de **44 millones de euros/año**.

Con la hipótesis de vida útil de 50 años para la rehabilitación y 20 años para los sistemas, el TIR de la inversión se situaría cercano al **0%**.

La intervención permitiría reducir las emisiones asociadas al uso de gas natural desde aproximadamente **240.000 tCO₂/año** hasta unas **80.000 tCO₂/año**, considerando el consumo eléctrico asociado a las bombas de calor. Esto supone un ahorro neto de alrededor de **160.000 tCO₂/año**. Estos ahorros de CO₂ no se han considerado en el cálculo económico, aunque es esperable que mejoren la viabilidad económica de la estrategia cuando entre en juego la ETS2.

Adicionalmente, de manera similar al estudio de calderas de gasóleo, deben considerarse otros aspectos no cuantificados directamente en el análisis económico y de

emisiones anterior. Desde el punto de vista de la calidad del aire urbano, se evitarían en torno a **180 toneladas de NOx al año**, así como aproximadamente **0,9 toneladas de partículas finas PM2,5** y **1,3 toneladas de SOx**, de acuerdo con factores de emisión de referencia de la guía EMEP/EEA (Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2023).

Escenario 3 Redes de calor

En este escenario se propone el despliegue de las redes de calor.

Para estudiar el despliegue, se ha pre-seleccionado el 20% de los barrios con mayor prioridad, según calculado en la metodología de la sección 4 de este informe. Esto responde a una lógica de que las redes necesitan una mínima masa crítica para su despliegue, lo que previsiblemente concentraría las actuaciones en un número limitado de barrios, en contraposición a la rehabilitación, que presentaría un despliegue más distribuido, a pesar de que haya barrios con más prioridad.

Para representar un escenario realista de implantación de redes, se divide el grupo prioritario de barrios en dos mitades. La mitad de los barrios con mejor puntuación en la metodología TOPSIS se propone una cobertura máxima del **10% de sus viviendas**, mientras que la mitad restante recibe una cobertura del **5%**. Los barrios fuera del top 20% no tendrían cobertura de red de distrito en este escenario.

La siguiente figura muestra los barrios seleccionados, y la estimación de cobertura del 10% de viviendas en los barrios con mayor puntuación, un 5% de cobertura en los barrios con menor puntuación, y nula implementación en el resto de barrios.

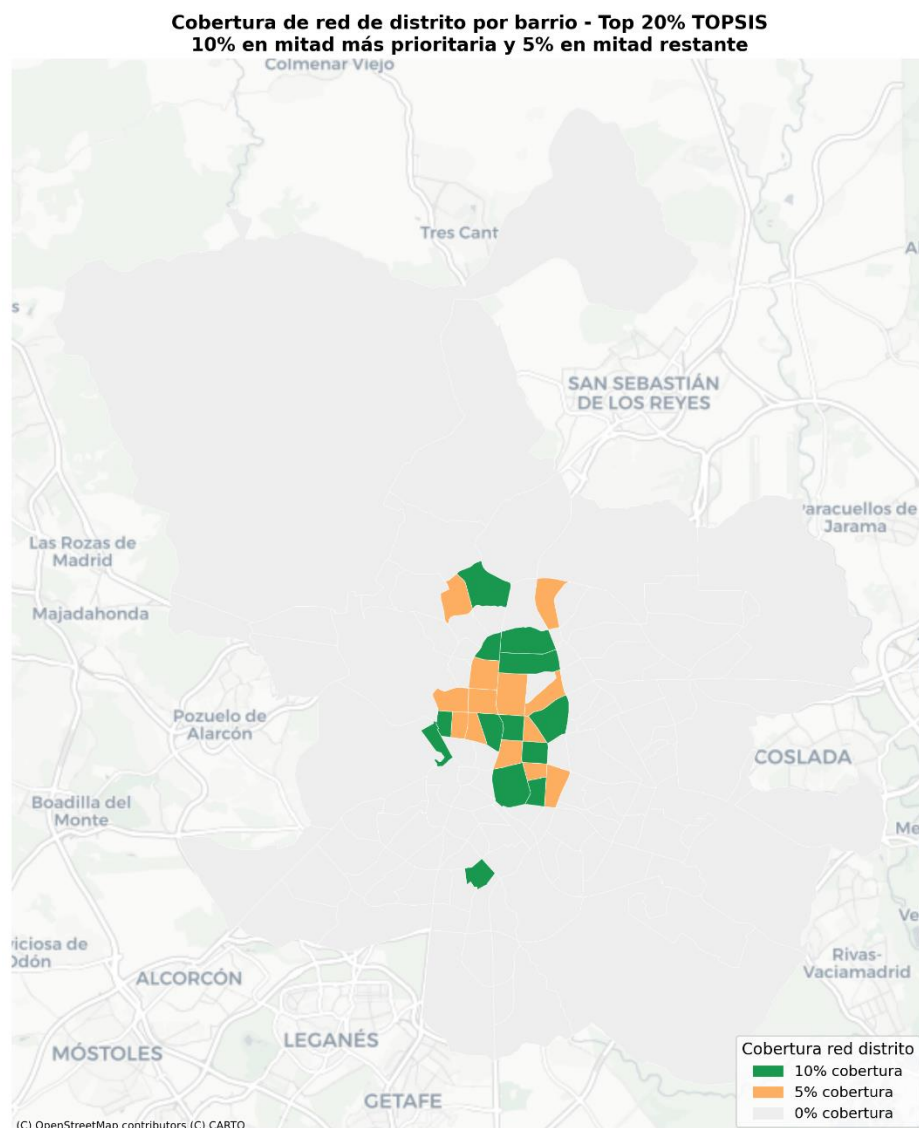


Figura 34. Porcentaje de cobertura de redes de distrito por barrio, en el escenario de despliegue de redes de distrito para el Municipio de Madrid.

En este escenario exploratorio no se entrará a definir las tecnologías de estas redes de calor. Para los siguientes cálculos, se entiende que el calor será suministrado a partir de bombas de calor, con focos de calor bien sea aerotermia, geotermia, hidrotermia, u otras fuentes de calor residual disponibles. Las redes podrían ser de diferentes escalas, desde cobertura de cientos de viviendas (micro-redes) a miles de viviendas. El COP medio estimado de estas redes de calor es 3.

Este escenario supondría intervenir en una superficie de **2 millones de m²**, con una inversión estimada en este caso de **110 millones de euros**, con un coste medio de coste de la red de distrito por metro cuadrado cubierto de de **55€**.

Los ahorros en cuanto a reducción de demanda térmica son inexistentes en este caso, pero los ahorros en uso de gas natural se pueden calcular de manera análoga al escenario anterior en cuanto al cambio de sistema por bomba de calor.

Tomando como referencia una demanda térmica media de **111 kWh/m²·año**, la superficie intervenida presenta un consumo térmico del orden de **220 GWh/año**. Considerando que el **72% de las viviendas utilizan gas natural**, las redes podrían sustituir un consumo anual en torno a **160 GWh/año de gas natural**.

Desde el punto de vista económico, el coste energético actual asociado a esta demanda térmica se situaría actualmente en torno a **22 millones de euros/año**, considerando un coste medio ponderado del calor de **0,10 €/kWh**, representativo del conjunto del parque residencial.

La sustitución por una red de distrito basada en bombas de calor implicaría un consumo eléctrico del orden de **73 GWh/año**. Asumiendo un precio de la electricidad de **0,24 €/kWh** —valor asumido a lo largo de este informe como referencia de precio medio final [ref. Eurostat]—, el coste anual de operación se situaría en torno a **17,5 millones de euros/año**.

Por tanto, el balance operativo resultaría favorable, con un ahorro del orden de **4,5 millones de euros/año**. Bajo una hipótesis de vida útil de **50 años**, sin considerar subvenciones, financiación ni posibles ingresos asociados a la reducción de emisiones, el TIR de la inversión en redes de calor se situaría en torno al 3%.

Desde el punto de vista ambiental, la intervención permitiría evitar del orden de **17.000 toneladas de CO₂ anuales**, equivalente a una reducción cercana al **50%** de las emisiones asociadas al sistema actual en este ámbito.

Adicionalmente, deben considerarse beneficios asociados a la eliminación de emisiones distribuidas en el tejido urbano. Desde el punto de vista de la calidad del aire, la actuación permitiría evitar aproximadamente **24 toneladas de NOx al año**, así como cantidades reducidas de **partículas finas PM_{2,5}** y **SOx**, del orden de **0,1 y 0,2**

toneladas anuales, respectivamente, de acuerdo con factores de emisión de la guía EMEP/EEA.

La centralización de la producción térmica mediante redes de distrito permite, además, concentrar las emisiones en puntos controlados, facilitando su gestión y reducción, así como integrar de forma progresiva fuentes renovables o calor residual en el sistema.

RESUMEN COMPARATIVO DE ESCENARIOS.

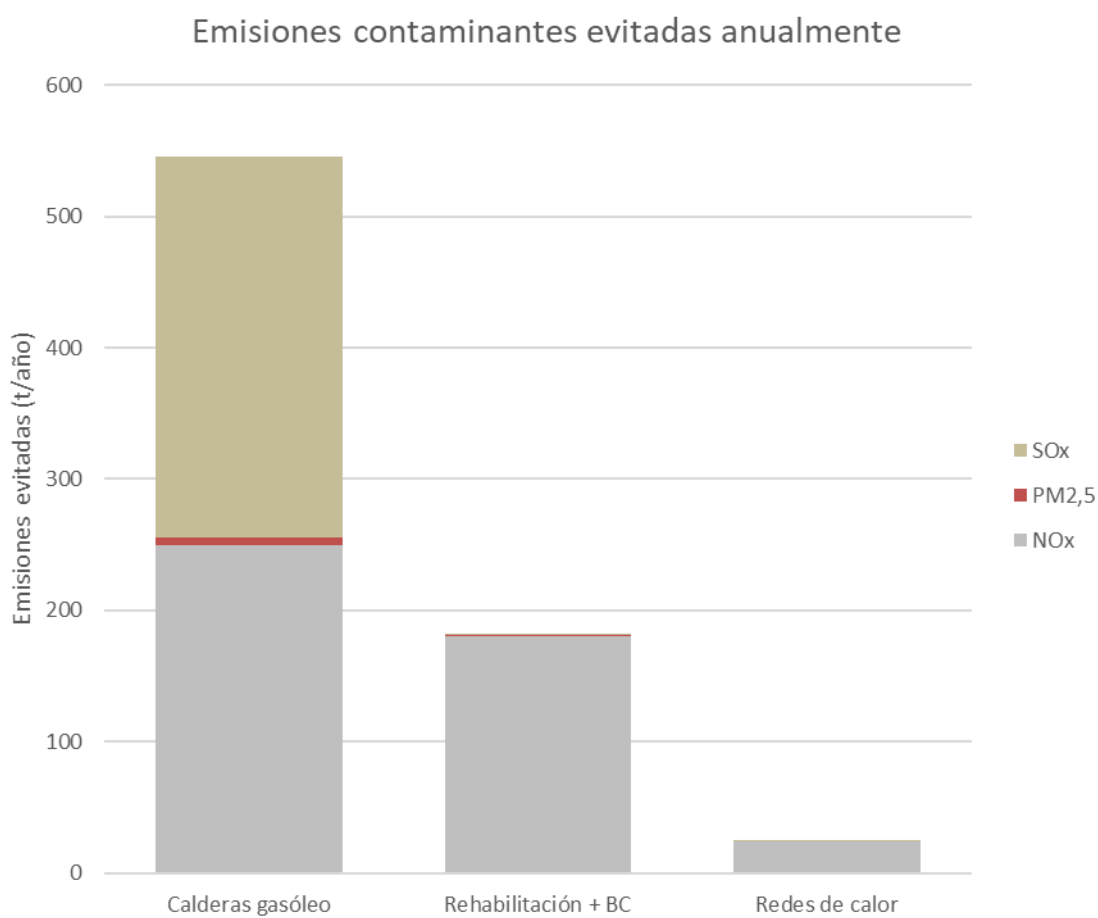
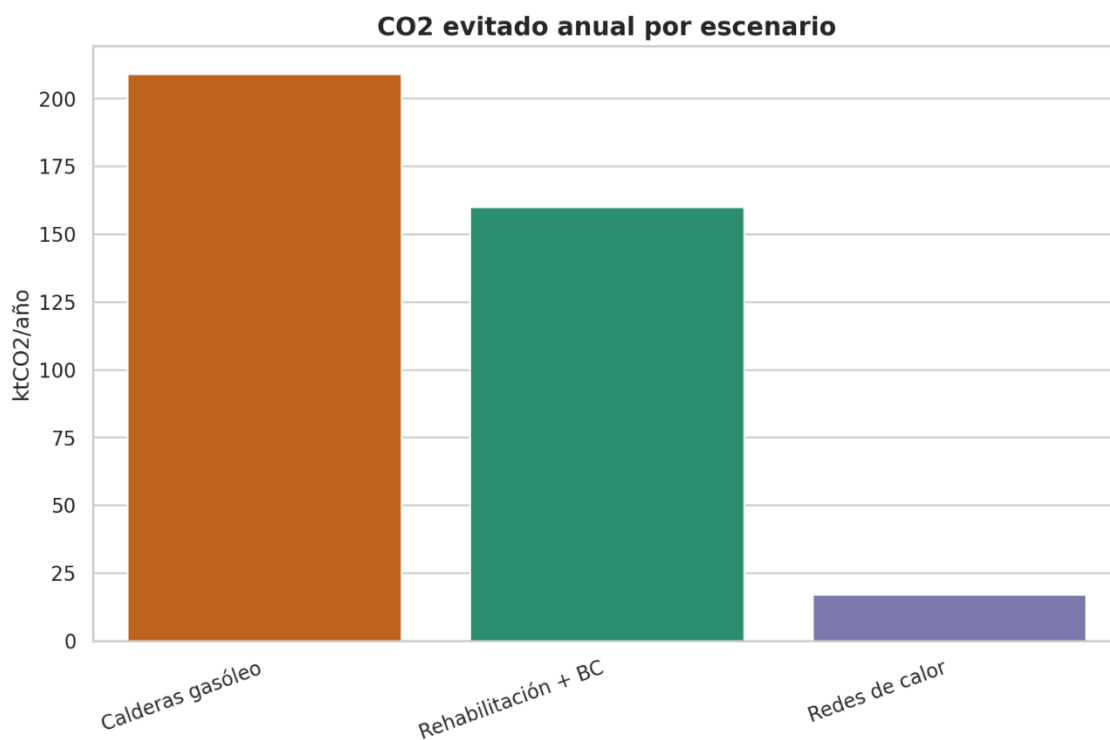
La comparación de los tres escenarios muestra diferencias significativas tanto en el volumen de inversión requerido como en el impacto energético, económico y ambiental obtenido. El **Escenario 1**, centrado en la sustitución de calderas de gasóleo, presenta una inversión intermedia, en torno a **394 millones de euros**, pero genera el mayor ahorro neto de emisiones de CO₂, con aproximadamente **209.000 tCO₂/año evitadas**. Esto se debe a que actúa sobre un combustible con un factor de emisión elevado y con impactos adicionales relevantes sobre la calidad del aire urbano. Además, presenta un ahorro operativo anual del orden de **20 millones de euros**, con una TIR cercana al **0,4%** para una vida útil de 20 años. Aunque la rentabilidad económica directa es limitada, se trata del escenario con mayor eficiencia climática por euro invertido.

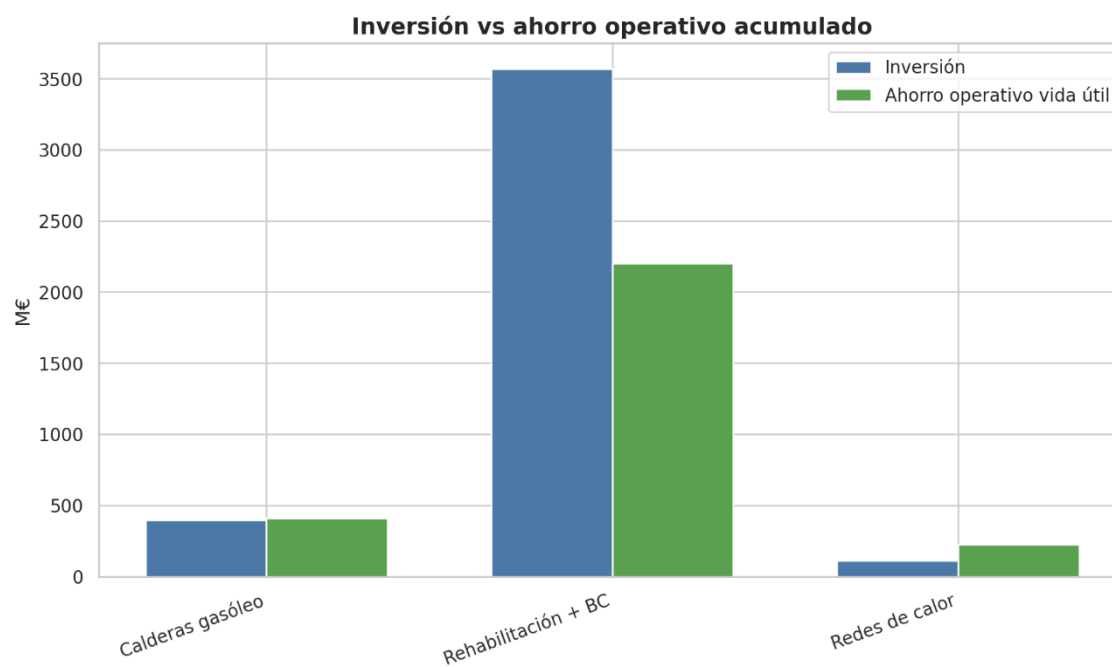
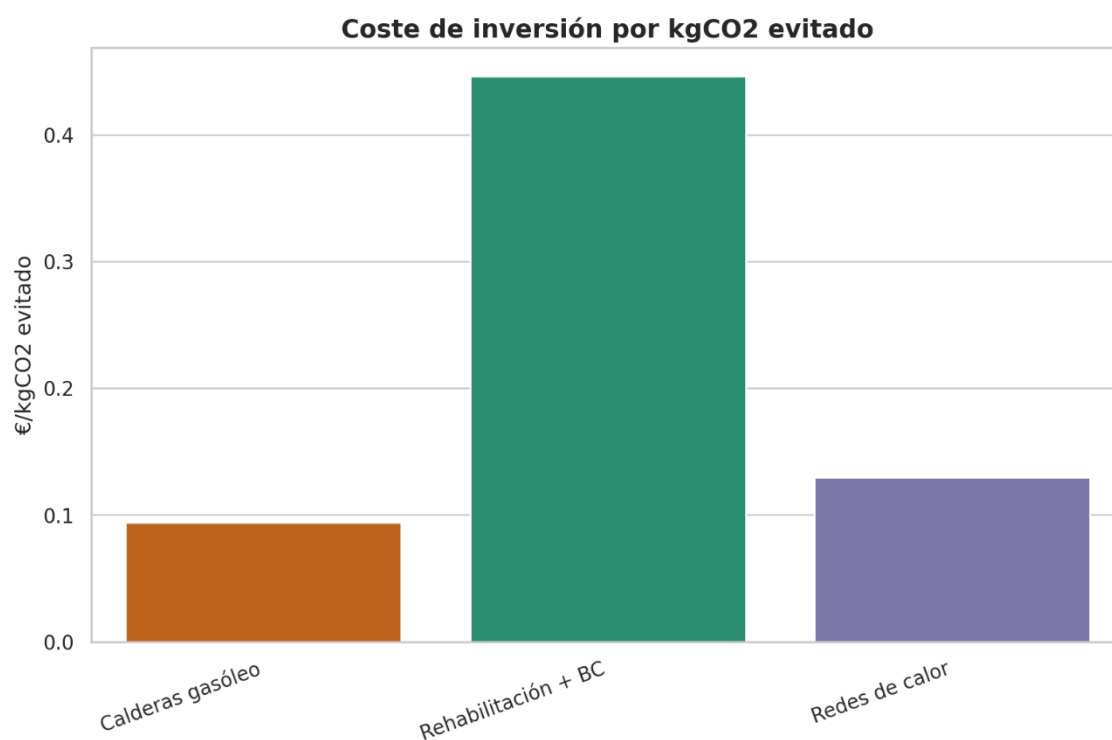
El **Escenario 2**, basado en una estrategia de actuación edificio a edificio que combina rehabilitación energética y sustitución de sistemas térmicos por bombas de calor, es el más ambicioso en términos de transformación del parque edificado. Supone intervenir sobre aproximadamente **12,7 millones de m²**, con una inversión estimada de **3.570 millones de euros**. Este escenario permite reducir las emisiones netas en torno a **160.000 tCO₂/año**, derivadas de la sustitución de aproximadamente **1.200 GWh/año de gas natural** por sistemas eléctricos más eficientes. Sin embargo, desde el punto de vista estrictamente económico, la elevada inversión inicial hace que la rentabilidad sea reducida si sólo se consideran los ahorros energéticos directos, con una TIR negativa o muy baja incluso bajo horizontes largos de vida útil. No obstante, este escenario aporta beneficios estructurales no capturados plenamente en el análisis financiero, como la reducción de la demanda energética, la mejora del confort térmico, la reducción de la vulnerabilidad energética, el incremento del valor del parque edificado y una mayor resiliencia frente a futuros incrementos de precios energéticos o del coste del carbono.

El **Escenario 3**, relativo al despliegue de redes de calor alimentadas mediante bombas de calor, presenta una escala de intervención menor, con aproximadamente **2**

millones de m² cubiertos y una inversión estimada de **110 millones de euros**. Su impacto agregado en términos de reducción de emisiones es más limitado, con un ahorro neto del orden de **17.000 tCO₂/año**, pero requiere una inversión significativamente menor que los otros escenarios. Bajo una hipótesis de vida útil de **50 años** para la infraestructura de red, el ahorro operativo anual de aproximadamente **4,5 millones de euros** permitiría situar la TIR en torno al **3%**, sin considerar subvenciones, financiación ni posibles ingresos asociados a la reducción de emisiones. Por tanto, aunque su impacto agregado es inferior, puede constituir una solución interesante en ámbitos urbanos densos y priorizados, especialmente cuando exista disponibilidad de fuentes de calor residual, geotermia, hidrotermia u otras fuentes renovables que mejoren el rendimiento y la competitividad del sistema.

En términos comparativos, el escenario de sustitución de calderas de gasóleo aparece como la actuación más eficiente desde el punto de vista climático, al conseguir una elevada reducción de emisiones con una inversión relativamente contenida. La rehabilitación energética presenta el mayor potencial de transformación urbana y reducción estructural de la demanda, pero requiere un esfuerzo inversor muy elevado y su viabilidad económica depende en mayor medida de subvenciones, instrumentos financieros, valorización de beneficios no energéticos y evolución futura del precio del carbono. Por su parte, las redes de calor ofrecen una alternativa intermedia en términos de inversión y rentabilidad, especialmente adecuada para zonas de alta densidad térmica, aunque su impacto global dependerá de la escala final de despliegue y del mix energético empleado.





7 ANEXO I – CÓDIGOS DE BARRIOS

En la siguiente figura (Figura 35) se identifican la delimitación de barrios y distritos, y se incluyen los códigos de barrio. Para consultar el nombre del barrio o el distrito al que pertenece se puede consultar la

Tabla 1 a continuación.

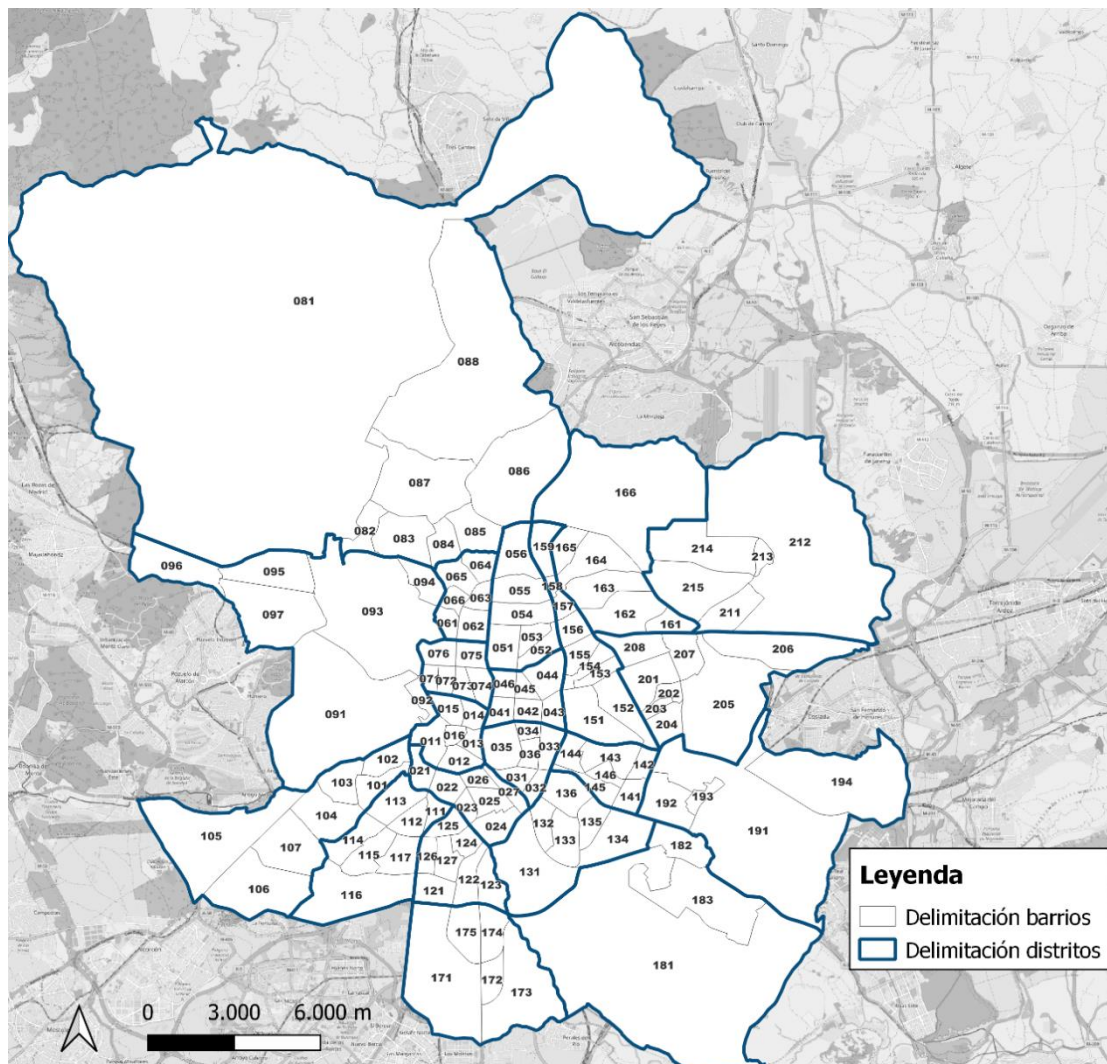


Figura 35 Mapa de barrios y distritos. Fuentes: Elaboración propia a partir de las siguientes fuentes. [Cartográficas]: Portal de datos abiertos del Ayuntamiento de Madrid, 2025, Cartografía de Madrid por barrios y distritos.

Tabla 1 Listado de barrios y distritos con su codificación.

CO-DDIS	DIS-TRITO	CO-DBAR	BARRIO
1	Centro	011	PALACIO
		012	EMBAJADORES
		013	CORTES
		014	JUSTICIA
		015	UNIVERSIDAD
		016	SOL
2	Arganzuela	021	IMPERIAL
		022	ACACIAS
		023	CHOPERA
		024	LEGAZPI
		025	DELICIAS
		026	PALOS DE LA FRONTERA
		027	ATOCHA
3	Retiro	031	PACIFICO
		032	ADELFA
		033	ESTRELLA
		034	IBIZA
		035	LOS JERONIMOS
		036	NIÑO JESUS
4	Salamanca	041	RECOLETOS
		042	GOYA
		043	FUENTE DEL BERRO
		044	GUINDALERA
		045	LISTA

		046	CASTELLANA
5	Cha- martín	051	EL VISO
		052	PROSPERIDAD
		053	CIUDAD JARDIN
		054	HISPANOAMERICA
		055	NUEVA ESPAÑA
		056	CASTILLA
6	Tetuán	061	BELLAS VISTAS
		062	CUATRO CAMINOS
		063	CASTILLEJOS
		064	ALMENARA
		065	VALDEACEDERAS
		066	BERRUGUETE
7	Cham- berí	071	GAZTAMBIDE
		072	ARAPILES
		073	TRAFALGAR
		074	ALMAGRO
		075	RIOS ROSAS
		076	VALLEHERMOSO
8	Fuen- carral - El Pardo	081	EL PARDO
		082	FUENTELARREINA
		083	PEÑAGRANDE
		084	PILAR
		085	LA PAZ
		086	VALVERDE
		087	MIRASIERRA
		088	EL GOLOSO

9	Mon-cloa - Aravaca	091	CASA DE CAMPO
		092	ARGÜELLES
		093	CIUDAD UNIVERSITARIA
		094	VALDEZARZA
		095	VALDEMARIN
		096	EL PLANTIO
		097	ARAVACA
10	Latina	101	LOS CARMENES
		102	PUERTA DEL ANGEL
		103	LUCERO
		104	ALUCHE
		105	CAMPAMENTO
		106	CUATRO VIENTOS
		107	AGUILAS
11	Cara-banchel	111	COMILLAS
		112	OPAÑEL
		113	SAN ISIDRO
		114	VISTA ALEGRE
		115	PUERTA BONITA
		116	BUENAVISTA
		117	ABRANTES
12	Usera	121	ORCASITAS
		122	ORCASUR
		123	SAN FERMIN
		124	ALMENDRALES
		125	MOSCARDO
		126	ZOFIO

		127	PRADOLONGO
13	Puente de Valle- cas	131	ENTREVÍAS
		132	SAN DIEGO
		133	PALOMERAS BAJAS
		134	PALOMERAS SURESTE
		135	PORTAZGO
		136	NUMANCIA
14	Mora- talaz	141	PAVONES
		142	HORCAJO
		143	MARROQUINA
		144	MEDIA LEGUA
		145	FONTARRON
		146	VINATEROS
15	Ciudad Lineal	151	VENTAS
		152	PUEBLO NUEVO
		153	QUINTANA
		154	LA CONCEPCION
		155	SAN PASCUAL
		156	SAN JUAN BAUTISTA
		157	COLINA
		158	ATALAYA
		159	COSTILLARES
16	Horta- leza	161	PALOMAS
		162	PIOVERA
		163	CANILLAS
		164	PINAR DEL REY
		165	APOSTOL SANTIAGO

		166	VALDEFUENTES
17	Villa- verde	171	VILLAVERDE ALTO - CASCO HISTORICO DE VILLA- VERDE
		172	SAN CRISTOBAL
		173	BUTARQUE
		174	LOS ROSALES
		175	ANGELES
18	Villa de Valle- cas	181	CASCO HISTORICO DE VALLECAS
		182	SANTA EUGENIA
		183	ENSANCHE DE VALLECAS
19	Vicál- varo	191	CASCO HISTORICO DE VICALVARO
		192	VALDEBERNARDO
		193	VALDERRIVAS
		194	EL CAÑAVERAL
20	San Blas - Ca- nillejas	201	SIMANCAS
		202	HELLIN
		203	AMPOSTA
		204	ARCOS
		205	ROSAS
		206	REJAS
		207	CANILLEJAS
		208	EL SALVADOR
21	Bara- jas	211	ALAMEDA DE OSUNA
		212	AEROPUERTO
		213	CASCO HISTORICO DE BARAJAS
		214	TIMON
		215	CORRALEJOS

8 ANEXO II – TABLAS CON LOS DATOS DE DIAGNÓSTICO

8.1 Datos de contexto por barrio

En la siguiente tabla se incluyen los indicadores de contexto representados por barrio en los mapas de la sección 3.

CO-DBAR	Edad media de la edificación	Renta neta media por hogar	Edificación unifamiliar (%)	Predominancia por tipo de uso	Demanda media de calefacción
011	1912	41063	0,40	residencial y terciario	111,3
012	1918	32175	0,48	residencial	119,3
013	1914	40390	0,45	residencial y terciario	107,9
014	1918	49701	0,35	residencial y terciario	105,9
015	1919	37786	0,38	residencial y terciario	111,7
016	1902	36036	0,73	residencial y terciario	106,5
021	1966	45763	0,25	residencial	106,8
022	1968	45208	0,47	residencial	106,5
023	1951	36431	0,00	residencial y terciario	117,7
024	1983	53258	0,47	residencial	88,5
025	1957	42917	0,55	residencial	110,3
026	1951	39976	0,52	residencial	115,6
027	1984	50235	0,00	residencial y terciario	84,1
031	1956	43522	0,24	residencial	107,1
032	1977	48678	0,32	residencial	98,7
033	1969	59640	0,30	residencial	100,2
034	1948	54699	0,22	terciario	110,7
035	1940	78338	0,96	residencial y terciario	105,6
036	1948	77479	3,76	residencial	103,0
041	1934	79633	0,07	residencial y terciario	101,2
042	1943	57996	0,14	residencial	112,3

043	1948	54231	4,93	residencial y terciario	116,0
044	1959	50093	1,61	residencial	110,2
045	1947	56449	0,26	residencial	113,1
046	1946	79146	0,19	residencial y terciario	103,7
051	1963	85420	14,45	residencial y terciario	107,8
052	1967	47039	0,89	residencial	105,4
053	1958	68623	8,78	residencial	112,8
054	1961	78934	6,21	residencial y terciario	108,2
055	1970	84346	8,31	residencial	105,8
056	1967	71829	2,35	terciario	100,4
061	1956	34512	2,06	residencial	121,4
062	1960	44826	0,37	residencial y terciario	110,9
063	1965	45046	0,44	residencial y terciario	101,4
064	1974	33372	2,14	residencial	111,7
065	1972	32161	2,81	residencial	118,2
066	1966	33506	2,15	residencial	120,7
071	1952	49125	0,35	residencial	107,2
072	1950	48516	0,34	residencial	112,1
073	1948	48504	0,22	residencial	111,8
074	1952	72394	0,63	residencial y terciario	107,4
075	1953	57323	0,34	residencial y terciario	109,9
076	1961	63762	1,26	residencial y terciario	100,3
081	1953	43342	38,03	terciario	137,8
082	1976	88729	22,87	residencial y otros	110,2
083	1982	65277	17,09	residencial	104,1
084	1968	33184	0,07	residencial	110,5
085	1978	58713	0,18	terciario	98,0
086	1974	43168	6,43	residencial y terciario	100,3
087	1990	79861	26,42	residencial	99,0

088	1991	74092	6,50	terciario	84,1
091	1957	44042	5,47	terciario	111,4
092	1946	58754	0,14	residencial y terciario	107,2
093	1974	78110	19,73	otros	109,7
094	1970	41583	6,10	residencial	118,7
095	2003	88769	37,84	residencial	93,3
096	1979	88769	83,49	residencial y terciario	128,6
097	1987	76371	48,10	residencial	111,7
101	1965	30252	8,90	residencial	123,0
102	1961	30188	2,57	residencial	122,6
103	1969	31381	1,34	residencial	117,3
104	1969	32673	0,86	terciario	124,2
105	1963	36505	8,01	otros	127,4
106	2002	40247	0,00	terciario	83,7
107	1970	33830	3,39	residencial	128,6
111	1964	29918	0,65	residencial	114,5
112	1969	31262	1,91	residencial	117,6
113	1964	30852	6,16	residencial	120,7
114	1969	29631	1,06	residencial	118,1
115	1969	29661	2,61	residencial	121,9
116	1978	31239	2,49	terciario	107,2
117	1965	28441	2,53	residencial	116,8
121	1981	29805	30,84	residencial	110,0
122	1985	28077	1,31	terciario	104,2
123	1961	27713	3,46	residencial	108,3
124	1967	27965	1,58	residencial	117,2
125	1957	28569	6,65	residencial	127,8
126	1969	27024	0,90	residencial	127,1
127	1969	26220	1,20	residencial	123,3
131	1967	26635	24,78	otros	125,5
132	1962	24808	4,79	residencial	130,8
133	1971	28496	4,03	residencial	117,9
134	1973	28569	0,38	residencial	108,2
135	1973	26785	0,88	residencial y terciario	122,1

136	1966	26982	2,31	residencial	123,0
141	1976	31987	0,21	residencial	119,4
142	2001	50242	0,51	residencial	97,9
143	1971	37727	0,21	residencial	112,6
144	1971	35086	0,19	residencial y otros	115,4
145	1964	31633	1,05	residencial	126,4
146	1969	32969	0,00	residencial	125,3
151	1968	32039	0,34	terciario	118,5
152	1970	32261	0,58	residencial	116,1
153	1962	34730	2,33	residencial	121,4
154	1964	47740	4,97	residencial	113,4
155	1977	50261	1,84	residencial	111,0
156	1978	69023	2,83	residencial	103,2
157	1972	64389	7,74	residencial	111,8
158	1979	72122	5,26	residencial y terciario	113,3
159	1984	71938	0,40	residencial y terciario	96,6
161	1988	87563	40,60	residencial y terciario	106,0
162	1988	83210	45,19	residencial	107,3
163	1977	49064	16,23	residencial y terciario	118,4
164	1971	40179	2,45	residencial	114,7
165	1966	50097	15,82	residencial	124,2
166	2000	68083	11,11	residencial	85,4
171	1972	28482	3,90	terciario	121,1
172	1964	23117	0,36	terciario	126,1
173	1985	29736	0,28	residencial y otros	94,9
174	1972	28296	1,15	residencial	117,5
175	1972	30639	0,22	otros	116,0
181	1978	28378	1,81	residencial	121,7
182	1983	37607	0,26	residencial	107,2
183	2014	40771	8,07	residencial	70,5
191	1975	29686	4,15	residencial y otros	123,2
192	1999	43902	0,14	residencial y terciario	95,1
193	2004	45714	0,11	residencial	91,8

194	2021	41638	70,49	residencial	50,8
201	1970	31894	5,31	residencial y terciario	114,9
202	1966	26637	0,00	residencial	119,3
203	1962	23505	0,16	residencial	126,6
204	1974	33656	4,94	residencial	115,2
205	1994	50130	5,30	residencial y otros	100,1
206	1988	46786	8,07	otros	98,6
207	1975	39927	11,19	residencial y otros	120,8
208	1991	59158	29,38	terciario	115,1
211	1981	70100	9,61	residencial	106,7
212	1973	29734	6,06	terciario y otros	131,6
213	1971	32028	8,71	residencial	124,5
214	1994	58552	16,59	otros	108,6
215	1989	74312	28,89	otros	107,7

8.2 Datos de calderas por vector

En la siguiente tabla se incluyen los indicadores de calderas por vector representados por barrio en los mapas de la sección 3.

CO-DBAR	Nº calderas bio-masa	Nº calderas gasóleo	Nº de calderas colectivas de gas
011	1	29	199
012	3	26	154
013	1	24	158
014	1	22	189
015	4	24	204
016	3	20	195
021	3	13	89
022	2	14	131
023	3	11	79
024		4	38
025	2	5	106
026	3	14	131
027		5	8
031	5	14	178

032	2	8	47
033	1	14	107
034	3	6	224
035	1	34	137
036		21	105
041	6	40	352
042	7	19	368
043	3	15	163
044	3	44	339
045	7	19	265
046	4	25	318
051	4	61	350
052	4	45	204
053	1	18	155
054	7	50	330
055	1	55	251
056	1	22	116
061	1	22	88
062	3	29	287
063		33	170
064	2	10	60
065		17	29
066	1	11	60
071	2	16	252
072	2	13	254
073	5	18	243
074	4	31	356
075	1	27	275
076	3	36	185
081	1	9	24
082		40	100
083	3	94	136
084	1	5	101
085		17	168
086	4	50	275
087	3	42	309

088	2	7	126
091	10	14	91
092	1	35	342
093	6	111	236
094		15	72
095	4	68	127
096	3	133	137
097	11	98	158
101	1	3	103
102	2	7	171
103	8	9	134
104	2	25	248
105	5	17	83
106	1	6	44
107	3	8	171
111	6	7	186
112		12	101
113	4	27	141
114		38	122
115	1	23	78
116	2	30	219
117	1	18	50
121	1	4	24
122		8	48
123		5	39
124	1	6	57
125	2	20	111
126		2	14
127	1	9	41
131	2	14	30
132		11	29
133	2	11	46
134	1	10	38
135		12	23
136	5	22	48
141	2	1	17

142			3
143		9	51
144		17	25
145	1	12	26
146	1	8	48
151	3	31	106
152	7	55	95
153	4	25	79
154	15	20	152
155	1	18	71
156	1	20	65
157		14	46
158		8	16
159	1	12	87
161	2	11	18
162	2	104	138
163	2	36	74
164	1	42	72
165		2	26
166	14	27	215
171	2	43	60
172		5	9
173	1	5	19
174		8	33
175		10	39
181	3	52	54
182	1	16	34
183	4	3	165
191	1	35	36
192		1	20
193		2	9
194	4	15	56
201	5	45	60
202		3	8
203		2	2
204		5	19

205		26	56
206	2	40	51
207	3	57	41
208	2	22	45
211		17	41
212	1	10	4
213		19	29
214	4	12	38
215	2	15	23

8.3 Datos de consumos de gas

En la siguiente tabla se incluyen datos brutos con los que se han construido los indicadores de consumos de gas representados por barrio en los mapas de la sección sección 3

CO-DBAR	Nº Cald. colectivas	Nº Cald. individuales	Consumo 2024 direccmix (indiv y colect)	Consumo 2024 direcc caldera colectiva	Consumo 2024 direcc caldera individual	Consumo total 2024
011	199	7802	24922711	13125106	36382687	74430504
012	154	12187	21368145	7480566	44811978	73660689
013	158	3440	17071789	13616742	18368700	49057231
014	189	6064	19655157	10421502	33421862	63498521
015	204	9126	25525875	15450011	40406054	81381940
016	195	4283	15965146	19902744	22396811	58264701
021	89	7271	22116690	6292155	24146624	52555469
022	131	13018	34395630	5660746	46620794	86677170
023	79	5883	16069658	2754588	14313265	33137511
024	38	5987	7448703	4574781	21177542	33201026
025	106	10671	23497661	5759771	37030443	66287875
026	131	7882	23650344	6789816	24777016	55217176
027	8	334	534177	1432379	1799374	3765930
031	178	8968	46491199	6011111	22905757	75408067
032	47	6027	13246778	3581768	22566510	39395056
033	107	4298	41230959	2842908	10146699	54220566
034	224	7094	46719625	3295464	16960294	66975383

035	137	2130	30719797	10772118	6451126	47943041
036	105	2615	39393981	3338228	6714304	49446513
041	352	4916	59705181	20203482	19576735	99485398
042	368	9569	72389947	9897187	23397065	105684199
043	163	6318	29176111	3673188	19577635	52426934
044	339	10692	80685330	10208167	32799536	123693033
045	265	6085	57152121	7488732	15391395	80032248
046	318	4490	68924503	11432963	14365156	94722622
051	350	3061	60097195	21035653	22032888	103165736
052	204	9658	46214315	6776571	30314023	83304909
053	155	5542	26572184	7715984	21341134	55629302
054	330	6796	78886148	17277543	27126652	123290343
055	251	3703	64675278	15299040	22225925	102200243
056	116	4255	31845610	8750533	19169644	59765787
061	88	8270	14066873	4535667	32933524	51536064
062	287	8219	69349227	13441999	23917270	106708496
063	170	4259	40713959	10716994	13514313	64945266
064	60	7368	12073774	7181557	31275259	50530590
065	29	8194	1797940	1607250	34781283	38186473
066	60	7484	9590763	1427209	28561746	39579718
071	252	7578	54115535	2168767	20016299	76300601
072	254	8716	53726133	9349964	20803576	83879673
073	243	8002	38749042	9828213	27624371	76201626
074	356	6010	73647835	15113884	20063831	108825550
075	275	8151	58408897	7207149	21726917	87342963
076	185	5027	47624149	10805828	15954463	74384440
081	24	2067	4184182	3866082	5517382	13567646
082	100	391	3355828	15180806	2152575	20689209
083	136	21221	27138539	18905158	54380747	100424444
084	101	23886	21631728	33713080	32850093	88194901
085	168	14192	70121254	24491188	32953946	127566388
086	275	26243	28589530	37295497	104667214	170552241
087	309	12366	26111885	32653362	53479293	112244540
088	126	7140	8950562	38421340	26025141	73397043
091	91	4594	18391781	3719146	17020885	39131812
092	342	7417	70464483	8097754	19546303	98108540

093	236	4274	40159130	23931643	28359308	92450081
094	72	11091	22978898	2326266	42832710	68137874
095	127	3002	6646730	7864629	19785794	34297153
096	137	1198	2251875	5552181	8864705	16668761
097	158	14814	2933619	16066620	73570987	92571226
101	103	8427	11168921	2210559	16236994	29616474
102	171	26936	15597328	4762270	48871648	69231246
103	134	20335	10107228	10355026	37091098	57553352
104	248	44501	28228904	46862480	75175646	150267030
105	83	12534	7029352	1146240	27171426	35347018
106	44	1510	1086466	11109460	4883921	17079847
107	171	37640	16806232	7737402	74457106	99000740
111	186	12932	20680111	3523490	17465714	41669315
112	101	19561	5799913	4067512	37461760	47329185
113	141	21615	9408906	2918596	40869877	53197379
114	122	22673	5697025	9217934	42220597	57135556
115	78	16329	10322523	2377580	31661626	44361729
116	219	25104	11229444	24328899	54930091	90488434
117	50	16754	3024317	2577697	32284109	37886123
121	24	12819	1052182	10807182	22372461	34231825
122	48	6958	1980711	10559049	12854296	25394056
123	39	12694	3745837	4834667	25192795	33773299
124	57	10271	3964800	54287244	20577848	78829892
125	111	13122	9489675	2988058	22057945	34535678
126	14	7307	774837	1236132	14482485	16493454
127	41	7515	3054537	2953659	14030622	20038818
131	30	8937	3749922	2879530	33840350	40469802
132	29	7844	1692191	1845966	29288244	32826401
133	46	12082	6790611	7554658	51058404	65403673
134	38	14632	4559365	6451152	53282843	64293360
135	23	8373	1682936	2716937	32808882	37208755
136	48	13096	4220367	4894169	48955712	58070248
141	17	2658	1794490	3190945	13286555	18271990
142	3	2107	1332684	78595	11640142	13051421
143	51	9084	27102148	1890591	31981707	60974446
144	25	3765	12866526	989233	10927604	24783363

145	26	6029	5805653	1846374	21020674	28672701
146	48	6113	17125773	310153	16473132	33909058
151	106	17054	16008476	5270716	61915261	83194453
152	95	16669	9458178	12293608	69583614	91335400
153	79	6861	6958752	8453992	28931784	44344528
154	152	7031	19678792	3865729	26683790	50228311
155	71	5452	17481676	5679938	21899160	45060774
156	65	4397	10310877	10679946	24406779	45397602
157	46	2114	6609475	4254857	11054056	21918388
158	16	394	3952134	1006666	3009134	7967934
159	87	5880	33017313	8977253	32988282	74982848
161	18	1957	3860524	2387324	14206624	20454472
162	138	4207	7504479	13702171	45926170	67132820
163	74	14001	10819978	10215581	63415410	84450969
164	72	15565	20691913	13138144	64557714	98387771
165	26	5321	7063041	503424	27238737	34805202
166	215	16074	22042323	67233691	109348962	198624976
171	60	11939	4360660	7566575	48564844	60492079
172	9	3096	1580053	1817188	9902339	13299580
173	19	6769	2112964	3379945	22487934	27980843
174	33	9922	2969273	6744721	34165819	43879813
175	39	7819	6436459	7611490	29419771	43467720
181	54	10712	4736361	11755175	44396156	60887692
182	34	6904	12925189	2777143	29356593	45058925
183	165	12739	11273085	47606938	54950987	113831010
191	36	10556	4701307	6522886	42780948	54005141
192	20	6160	2644713	4360757	31111346	38116816
193	9	6714	1913758	869209	33952679	36735646
194	56	1787	2062617	20558615	7892141	30513373
201	60	7221	6121433	6319662	32092541	44533636
202	8	2245	628492	1352309	8720699	10701500
203	2	1329	153831	0	4380381	4534212
204	19	6407	4545220	2793201	27591949	34930370
205	56	9578	11021959	9887333	46329684	67238976
206	51	4602	7065583	8691545	23444238	39201366
207	41	7513	4831963	6035730	32195196	43062889

208	45	3423	7851061	3255528	25587628	36694217
211	41	5659	10139363	6666570	30352917	47158850
212	4	182	0	0	580519	2295728
213	29	1931	2324173	3423758	7695526	13443457
214	38	2806	928630	11389164	13063932	25381726
215	23	2451	5741333	2081447	17972161	25794941

8.4 Datos de consumos eléctricos

En la siguiente tabla se incluyen los indicadores de consumos eléctricos representados por barrio en los mapas de la sección 3. El * corresponde a valores eliminados en aquellos barrios en los que se detectaban inconsistencias que puedan distorsionar el análisis a nivel de ciudad. Estos barrios son: Zofío, Pradolongo, Casco histórico de Vallecas, Ensanche de Vallecas, Valdebernardo, Valderribas, El cañaveral, Aeropuerto y Timon.

CO-DBAR	Cons. elect. total (GWh/año)	Dens. Cons. elect. (GWh/ha·año)	Peso sector industria	Peso sector servicios	Peso sector residencial	Cons. medio por vivienda (kWh/año·vivienda)	Anomalía verano	Anomalía invierno
011	108,60	0,74	0,04	0,60	0,36	2714,64	1,96	4,72
012	127,36	1,23	0,03	0,44	0,54	2471,67	2,30	5,09
013	150,91	2,55	0,05	0,78	0,17	3839,90	4,11	5,99
014	124,01	1,68	0,03	0,61	0,36	4098,46	5,53	6,85
015	134,62	1,42	0,03	0,52	0,45	2836,69	3,48	7,64
016	187,64	4,21	0,04	0,83	0,13	5172,83	8,86	7,71
021	48,02	0,50	0,03	0,41	0,56	1767,09	2,71	0,61
022	59,82	0,56	0,02	0,34	0,64	1579,54	6,01	4,20
023	35,28	0,62	0,02	0,32	0,67	2321,83	2,31	4,46
024	50,85	0,36	0,05	0,45	0,50	1382,01	15,28	5,15
025	55,39	0,52	0,02	0,35	0,63	1910,53	14,54	10,58
026	123,68	1,91	0,05	0,69	0,26	1996,16	4,53	5,14
027	71,09	0,97	0,17	0,76	0,07	1838,68	8,87	3,54
031	75,13	0,99	0,06	0,39	0,56	2031,03	12,15	10,83
032	37,70	0,59	0,04	0,37	0,59	1604,37	28,65	15,62
033	51,14	0,50	0,02	0,51	0,47	1996,22	3,26	3,94
034	89,88	1,83	0,02	0,68	0,30	2321,38	1,71	3,41
035	50,03	0,26	0,02	0,74	0,24	2209,98	10,95	11,82
036	38,72	0,60	0,01	0,49	0,50	2462,89	4,89	3,13
041	186,39	2,13	0,04	0,69	0,27	5124,77	9,31	5,32
042	93,45	1,21	0,05	0,45	0,50	2680,75	6,18	7,28
043	43,06	0,50	0,04	0,34	0,62	2230,19	3,25	6,71
044	90,76	0,57	0,02	0,42	0,56	1772,71	1,93	2,80
045	83,99	1,61	0,07	0,58	0,36	1659,34	3,56	5,76

046	132,73	1,71	0,05	0,66	0,29	3869,15	17,92	13,92
051	105,44	0,62	0,03	0,63	0,35	4599,99	11,30	13,54
052	78,39	0,75	0,02	0,41	0,57	2245,15	4,78	6,06
053	56,03	0,73	0,04	0,50	0,46	2411,99	5,74	9,28
054	110,10	0,64	0,02	0,60	0,38	2350,67	8,80	12,03
055	97,45	0,54	0,03	0,55	0,42	2733,71	6,85	9,83
056	80,23	0,37	0,06	0,63	0,31	2395,50	2,71	4,89
061	59,01	0,82	0,02	0,42	0,56	2138,42	0,95	2,73
062	239,53	2,02	0,07	0,69	0,24	2739,96	4,24	6,00
063	98,79	1,40	0,02	0,64	0,34	2489,85	2,93	2,46
064	51,57	0,52	0,02	0,45	0,53	1877,62	1,52	2,82
065	46,70	0,40	0,03	0,25	0,72	2112,85	1,24	2,67
066	43,28	0,71	0,03	0,29	0,68	1964,41	1,09	2,91
071	64,28	1,27	0,02	0,45	0,53	2121,47	0,23	3,22
072	69,21	1,20	0,01	0,47	0,51	2417,09	2,07	5,82
073	87,11	1,42	0,03	0,50	0,47	2634,55	0,40	1,17
074	111,25	1,19	0,09	0,57	0,35	3710,77	3,45	4,07
075	94,24	0,97	0,04	0,53	0,43	2437,30	2,42	6,26
076	69,57	0,65	0,01	0,57	0,42	2715,39	0,88	3,53
081	17,94	0,00	0,00	0,80	0,20	1275,63	-0,06	3,81
082	14,29	0,10	0,00	0,45	0,55	2581,10	2,51	3,56
083	80,11	0,28	0,01	0,35	0,63	1962,76	2,27	2,65
084	92,24	0,68	0,01	0,41	0,57	2011,45	1,43	2,94
085	166,53	0,77	0,00	0,81	0,19	1879,71	1,65	2,11
086	330,51	0,37	0,06	0,71	0,23	1256,60	3,76	3,60
087	92,30	0,13	0,02	0,43	0,55	1921,91	4,00	4,99
088	94,67	0,04	0,02	0,73	0,26	1192,97	2,73	2,07
091	47,84	0,03	0,03	0,68	0,29	1748,91	2,21	1,11
092	85,35	1,13	0,02	0,52	0,46	2628,95	3,11	5,22
093	229,01	0,16	0,01	0,87	0,12	2396,15	2,26	4,49
094	42,67	0,31	0,02	0,24	0,74	1763,76	1,52	2,41
095	41,07	0,12	0,01	0,51	0,48	1656,37	2,89	4,98
096	36,28	0,10	0,06	0,64	0,30	3830,20	4,05	5,44
097	76,30	0,13	0,02	0,39	0,59	1639,93	1,45	3,97
101	22,17	0,17	0,02	0,29	0,70	1476,81	1,82	1,13
102	73,18	0,53	0,04	0,30	0,66	2173,84	3,66	8,64

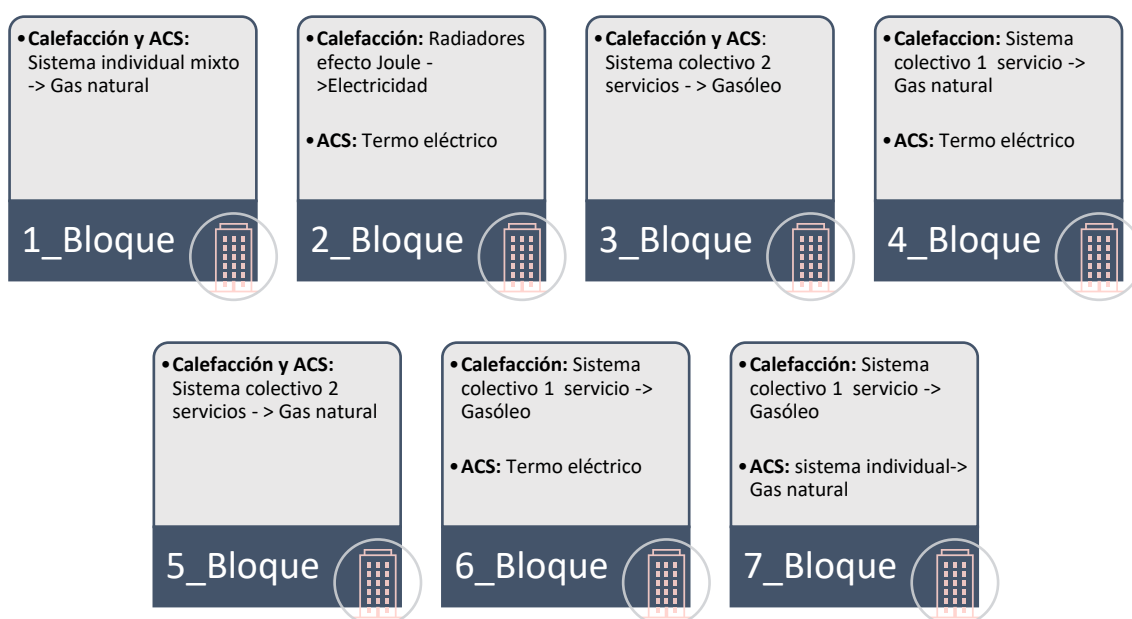
103	50,41	0,30	0,01	0,28	0,71	1749,30	1,90	2,62
104	93,25	0,33	0,01	0,31	0,68	1945,13	1,41	2,20
105	27,85	0,03	0,00	0,35	0,65	366,10	2,36	3,89
106	17,87	0,03	0,04	0,54	0,43	925,19	5,07	3,16
107	71,13	0,20	0,01	0,36	0,63	1529,89	2,29	1,67
111	31,30	0,47	0,02	0,33	0,65	1522,55	1,54	0,16
112	46,21	0,42	0,02	0,34	0,64	1576,69	0,81	-0,13
113	54,38	0,29	0,03	0,32	0,64	1649,11	0,89	0,02
114	45,42	0,29	0,01	0,51	0,47	1000,12	2,97	4,44
115	25,48	0,16	0,00	0,36	0,64	862,81	1,65	2,49
116	111,81	0,20	0,06	0,47	0,47	1064,78	8,68	8,45
117	37,37	0,24	0,01	0,29	0,71	1450,12	3,44	1,66
121	30,34	0,22	0,00	0,24	0,76	1357,94	3,39	1,95
122	68,20	0,49	0,01	0,79	0,20	1307,51	3,75	2,31
123	32,82	0,22	0,02	0,26	0,72	1672,24	30,60	26,77
124	38,55	0,49	0,04	0,41	0,55	1445,11	4,77	1,51
125	50,22	0,55	0,02	0,55	0,42	1782,63	2,58	0,55
126	*	*	*	*	*	*	*	*
127	*	*	*	*	*	*	*	*
131	46,38	0,08	0,01	0,36	0,63	2071,25	9,89	13,79
132	76,16	0,71	0,04	0,27	0,69	2513,66	8,45	13,90
133	55,39	0,32	0,02	0,27	0,71	2043,38	11,91	12,94
134	86,16	0,28	0,02	0,48	0,50	1717,87	11,61	10,84
135	38,05	0,31	0,03	0,25	0,73	1656,60	7,30	10,39
136	69,10	0,37	0,02	0,25	0,73	2003,87	8,91	13,12
141	14,22	0,14	0,02	0,43	0,55	1338,31	4,61	8,30
142	7,85	0,11	0,02	0,15	0,83	1439,63	9,31	5,15
143	34,56	0,19	0,02	0,25	0,73	1676,08	4,87	6,12
144	23,18	0,23	0,01	0,26	0,73	1661,71	5,47	7,64
145	21,82	0,23	0,01	0,22	0,77	2080,15	3,35	5,35
146	21,77	0,37	0,01	0,21	0,79	1839,82	3,03	4,98
151	76,49	0,24	0,02	0,30	0,69	2093,63	6,54	10,08
152	95,72	0,41	0,02	0,27	0,71	1321,33	5,28	9,16
153	53,42	0,74	0,02	0,35	0,63	2484,90	3,96	8,78
154	42,43	0,48	0,03	0,33	0,64	2115,29	3,60	7,08
155	46,09	0,44	0,05	0,44	0,51	1577,89	5,92	8,31

156	48,36	0,48	0,07	0,53	0,40	1827,80	8,24	8,74
157	15,29	0,27	0,07	0,34	0,58	2094,24	6,98	7,63
158	5,06	0,20	0,02	0,41	0,57	2675,74	4,11	6,46
159	54,67	0,38	0,02	0,39	0,59	2031,68	6,71	5,92
161	17,19	0,16	0,03	0,31	0,66	1938,72	10,05	7,37
162	44,36	0,14	0,06	0,26	0,69	1979,87	7,27	7,77
163	151,71	0,60	0,05	0,66	0,29	1772,17	3,56	5,90
164	145,26	0,54	0,02	0,59	0,39	1708,52	4,03	7,95
165	106,19	0,88	0,07	0,78	0,15	1796,40	3,73	7,08
166	241,73	0,14	0,07	0,50	0,43	1116,01	9,87	5,28
171	122,74	0,13	0,23	0,35	0,42	1989,66	3,58	3,67
172	19,19	0,18	0,03	0,18	0,79	2556,04	5,45	10,30
173	32,46	0,05	0,04	0,27	0,69	1238,19	15,40	8,44
174	52,86	0,34	0,01	0,29	0,69	2100,37	20,25	19,96
175	50,20	0,26	0,02	0,28	0,70	1897,56	4,04	2,89
181	*	*	*	*	*	*	*	*
182	31,01	0,15	0,01	0,28	0,71	1779,63	9,17	8,16
183	*	*	*	*	*	*	*	*
191	106,72	0,05	0,05	0,32	0,62	3309,78	-1,32	0,57
192	*	*	*	*	*	*	*	*
193	*	*	*	*	*	*	*	*
194	*	*	*	*	*	*	*	*
201	409,08	1,80	0,04	0,84	0,11	2035,32	8,25	11,51
202	12,27	0,22	0,00	0,09	0,91	2711,57	2,49	8,69
203	14,79	0,40	0,04	0,28	0,68	2633,42	3,64	11,26
204	37,60	0,29	0,01	0,27	0,72	2270,57	5,85	10,56
205	46,50	0,05	0,02	0,30	0,68	1746,74	12,78	8,50
206	296,14	0,59	0,17	0,73	0,10	2324,22	19,75	16,17
207	139,32	0,87	0,17	0,61	0,22	2140,85	8,32	11,19
208	55,59	0,30	0,26	0,47	0,27	2465,76	8,27	8,11
211	39,04	0,19	0,02	0,39	0,59	966,29	11,79	7,31
212	*	*	*	*	*	*	*	*
213	16,42	0,30	0,02	0,29	0,69	2153,18	8,15	12,51
214	*	*	*	*	*	*	*	*
215	100,92	0,22	0,13	0,73	0,15	1796,90	8,60	2,56

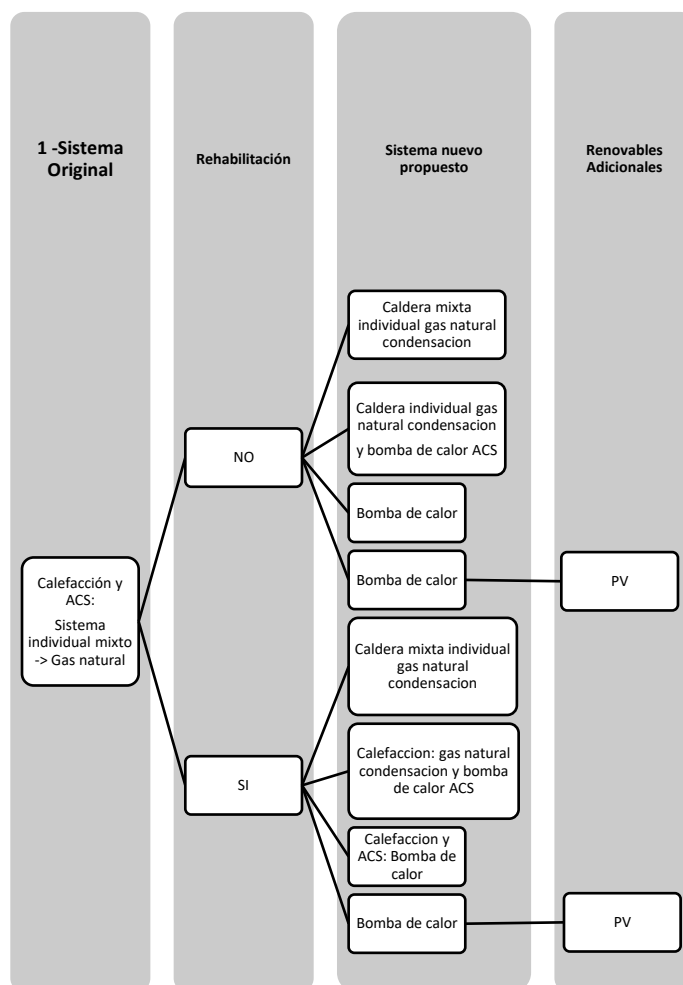
9 ANEXO III – ESCENARIOS DE INTERVENCIÓN ADICIONALES

En el capítulo 4 se han caracterizado las situaciones de partida más comunes en los edificios de Madrid y los potenciales impactos de intervenciones con sustitución tecnológica y/o rehabilitación de la envolvente, por ejercicio de síntesis. En el presente anexo se presenta una versión ampliada del análisis incluyendo otras combinaciones de sistemas que también se dan en Madrid (como calefacción central y ACS individual, diferentes combustibles, etc.).

BLOQUES DE VIVIENDA Y/O EDIFICIOS TERCIARIOS

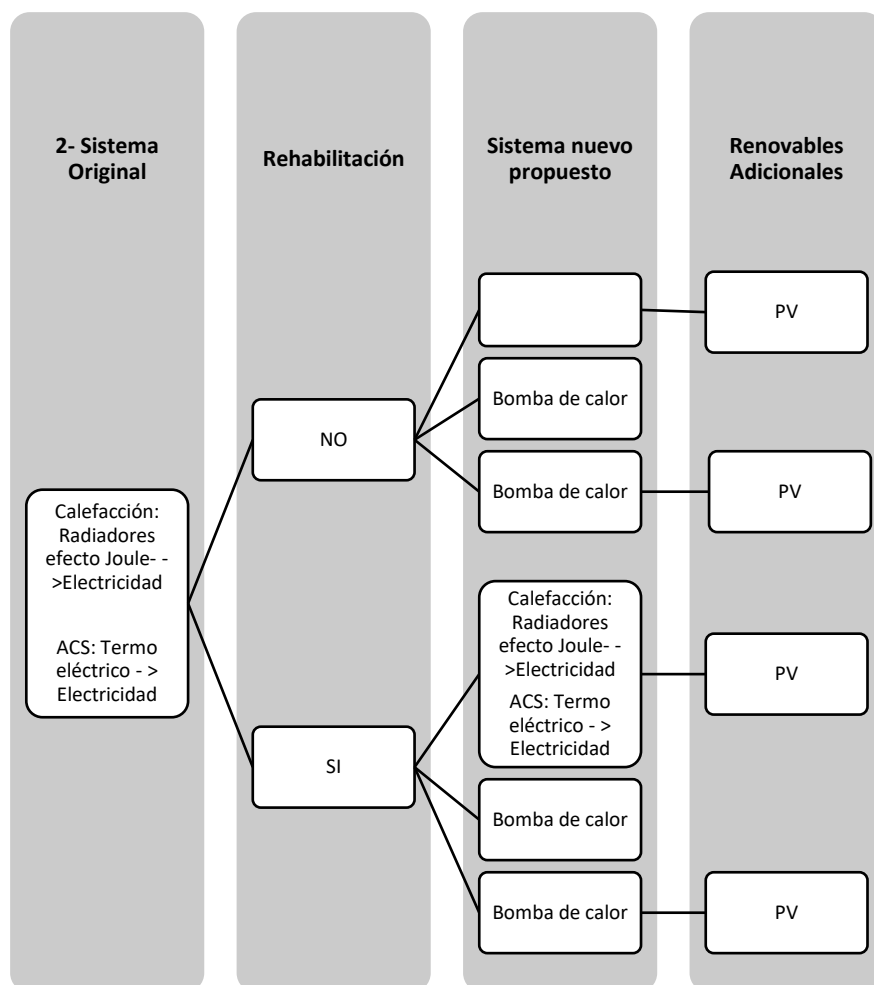


Bloque caso 1



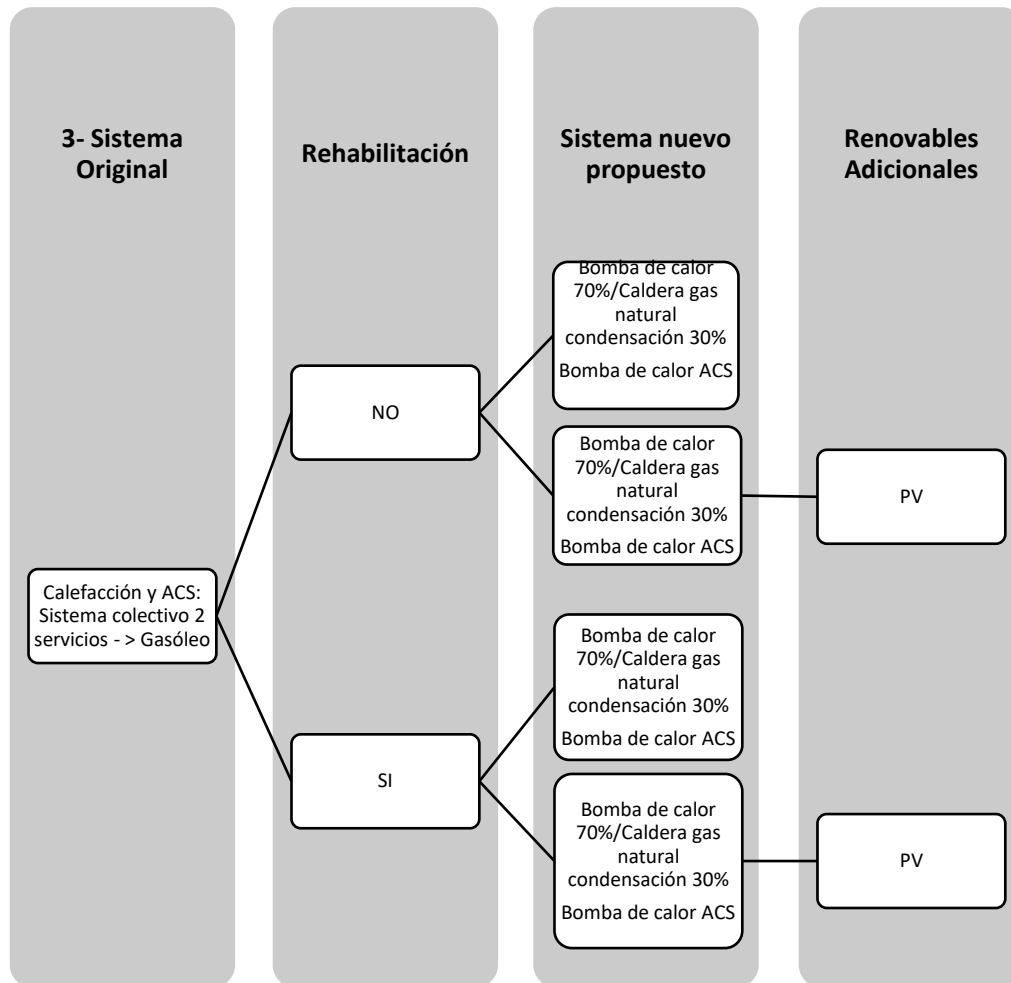
Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución								Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda CA- LEF	Letra	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2				
Caldera individual gas natural mixta (CALEF+ACS)	4%	96%		E					E		E			
Caldera individual condensación gas natural mixta (CALEF+ACS)	6%	94%	0%	E	-29%	-27%	-28%	-27%	E	-29%	D	€		
Caldera individual condensación gas natural (CALEF) + Bomba de Calor (ACS)	16%	84%	0%	E	-40%	-28%	-35%	-22%	D	-37%	D	€€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	0%	E	-75%	-36%	-60%	-10%	C	-68%	C	€€€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	0%	E	-75%	-56%	-73%	-19%	B	-78%	B	€€€	 	
Rehabilitación + Sistema original	6%	94%	-46%	C	-34%	-32%	-33%	-31%	E	-33%	D	SI €€		
Rehabilitación + Caldera individual condensación gas natural (CA- LEF) + Bomba de Calor (ACS)	9%	91%	-46%	C	-53%	-49%	-51%	-49%	D	-52%	D	SI €€€		
Rehabilitación + Caldera individual condensación gas natural (CA- LEF) + Bomba de Calor (ACS)	25%	75%	-46%	C	-63%	-50%	-58%	-44%	C	-61%	C	SI €€€		
Rehabilitación + Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	-46%	C	-82%	-55%	-72%	-38%	C	-77%	B	SI €€€		
Rehabilitación + Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	-46%	C	-82%	-74%	-84%	-47%	A	-87%	A	SI €€€€	 	

Bloque caso 2



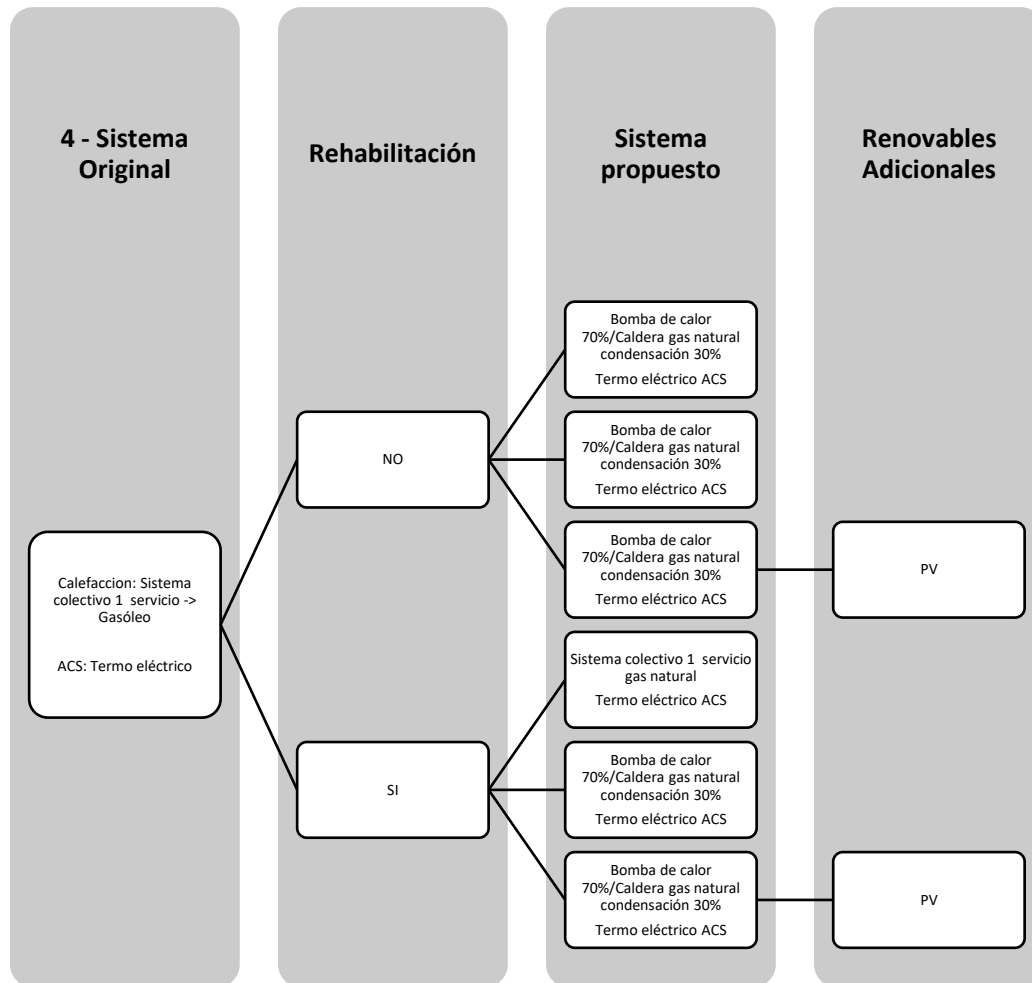
	% Consumo Electrifi- cado	% consumo por com- bustión	% disminución								Letra	Rehabilitación	Nivel intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda	Letra DEM CALEF	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2					
Radiadores eléctricos (CALEF)+Termo eléc- trico (ACS)	100%	0%		E					E		E				
Radiadores eléctricos (CALEF)+Termo eléc- trico (ACS) + PV	100%	0%	0%	E	0%	-10%	-10%	-6%	E	-10%	E		€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	0%	E	-68%	-68%	-68%	-44%	C	-68%	C		€€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS) +PV	100%	0%	0%	E	-68%	-78%	-78%	-49%	B	-78%	B		€€€	 	
Rehabilitación + Sistema original	100%	0%	-46%	C	-29%	-29%	-29%	-28%	E	-29%	D	SI	€€		
Rehabilitación + Radiadores eléctricos (CA- LEF)+Termo eléctrico (ACS) + PV	100%	0%	-46%	C	-29%	-39%	-39%	-34%	E	-39%	D	SI	€€€	 	
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	-46%	C	-77%	-77%	-77%	-61%	C	-77%	B	SI	€€€		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS) +PV	100%	0%	-46%	C	-77%	-87%	-87%	-66%	A	-87%	A	SI	€€€€	 	

Bloque caso 3



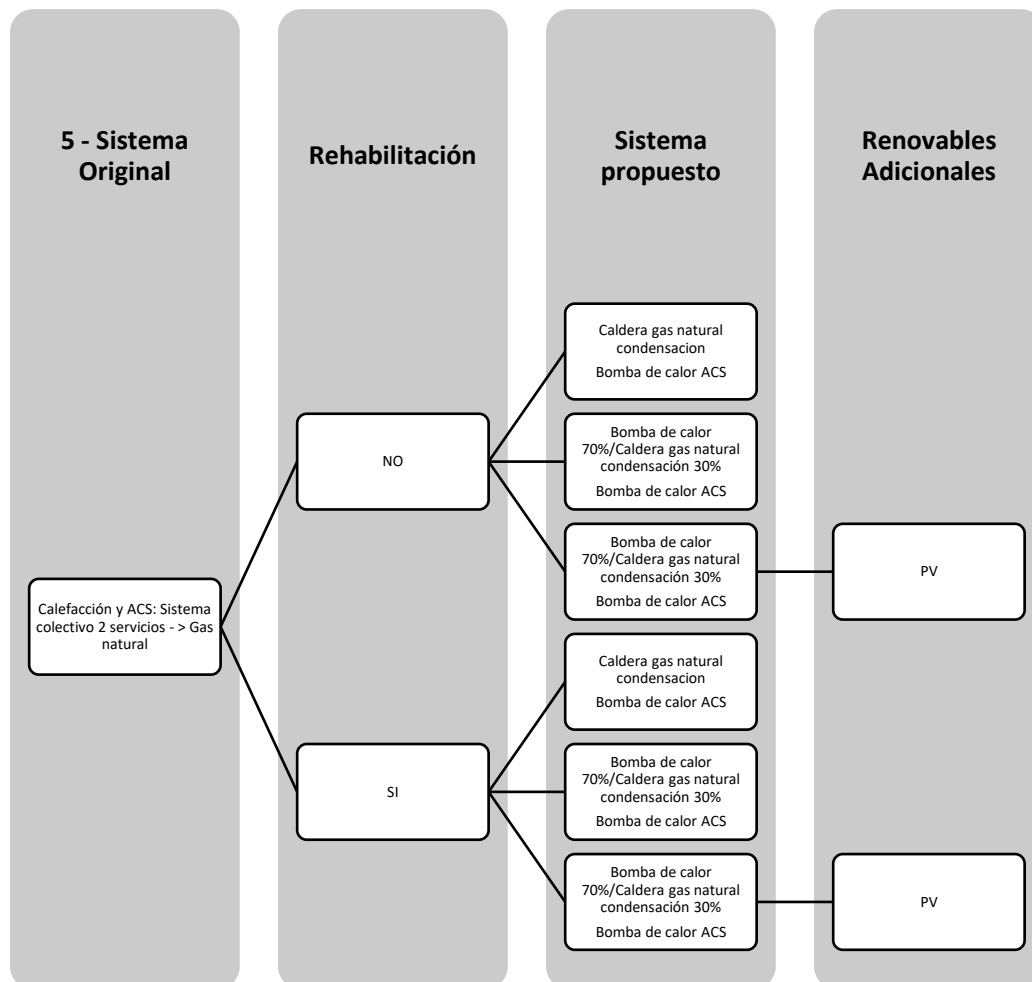
Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% consumo por com- bustión	% disminución								Letra	Rehabilitación	Nivel intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda	Letra DEM CALEF	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2					
Caldera colectiva gasóleo 2 servicios (CA- LEF+ACS)	5%	95%		E					E		E				
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Bomba de calor (ACS)	52%	48%	0%	E	-65%	-38%	-54%	-17%	C	-67%	C		€		
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Bomba de calor (ACS)+PV	52%	48%	0%	E	-65%	-59%	-68%	-26%	C	-76%	B		€€		
Rehabilitación + Sistema original	6%	94%	-46%	C	-32%	-30%	-31%	-30%	D	-32%	E	SI	€€		
Rehabilitación +Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Bomba de calor (ACS)	61%	39%	-46%	C	-77%	-56%	-68%	-42%	C	-78%	B	SI	€€€		
Rehabilitación +Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Bomba de calor (ACS)+PV	61%	39%	-46%	C	-77%	-77%	-82%	-51%	A	-87%	A	SI	€€€€		

Bloque caso 4



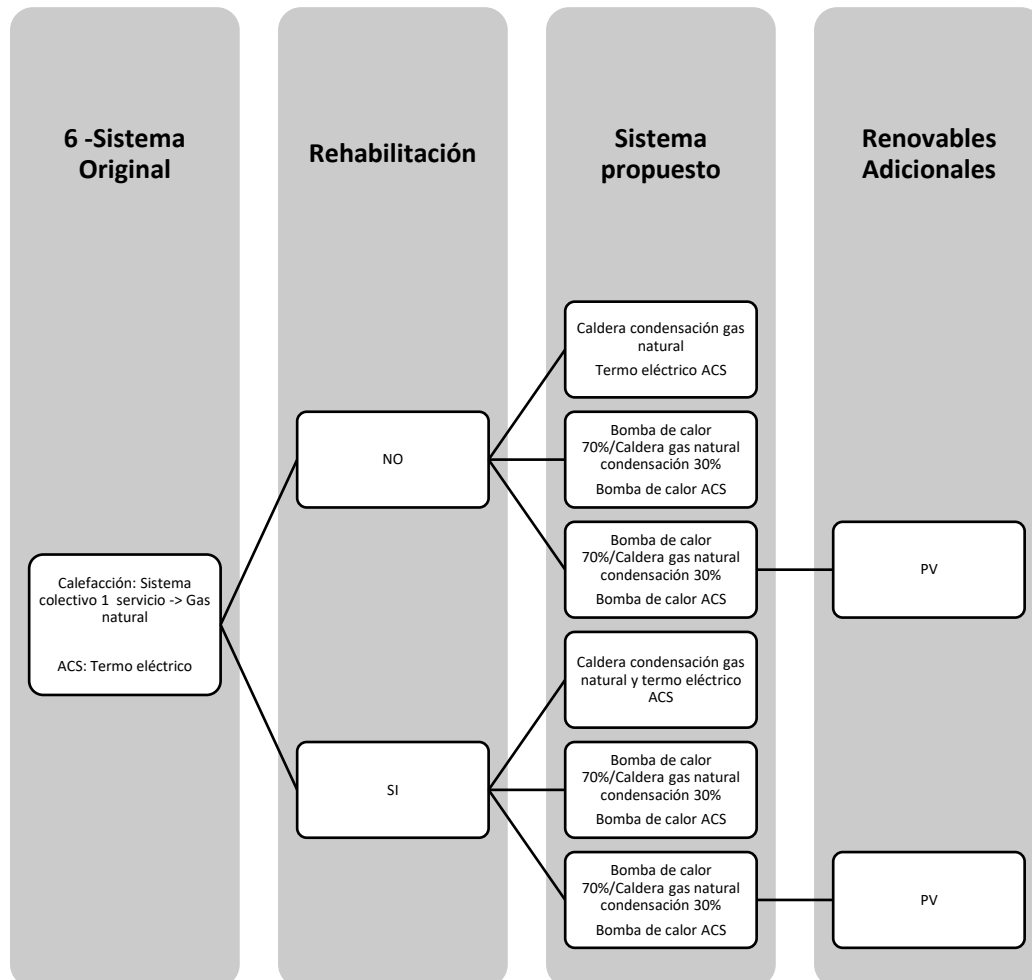
Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución								Letra	Rehabilitación	Nivel intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda	Letra DEM CALEF	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2					
Caldera colectiva gasóleo 1 servicio (CALEF) + Termo eléctrico (ACS)	32%	68%		E					E		E				
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Termo eléctrico (ACS)	71%	29%	0%	E	-43%	-18%	-31%	-9%	E	-45%	D		€		
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Termo eléctrico (ACS)+PV	71%	29%	0%	E	-43%	-33%	-42%	-16%	D	-53%	D		€€		
Rehabilitación + Sistema original	46%	54%	-46%	C	-32%	-20%	-26%	-23%	E	-31%	E	SI	€€		
Rehabilitación +Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Termo eléctrico (ACS)	80%	20%	-46%	C	-55%	-30%	-43%	-28%	D	-55%	D	SI	€€€		
Rehabilitación +Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Termo eléctrico (ACS) + PV	80%	20%	-46%	C	-55%	-45%	-54%	-35%	D	-64%	C	SI	€€€€		

Bloque caso 5



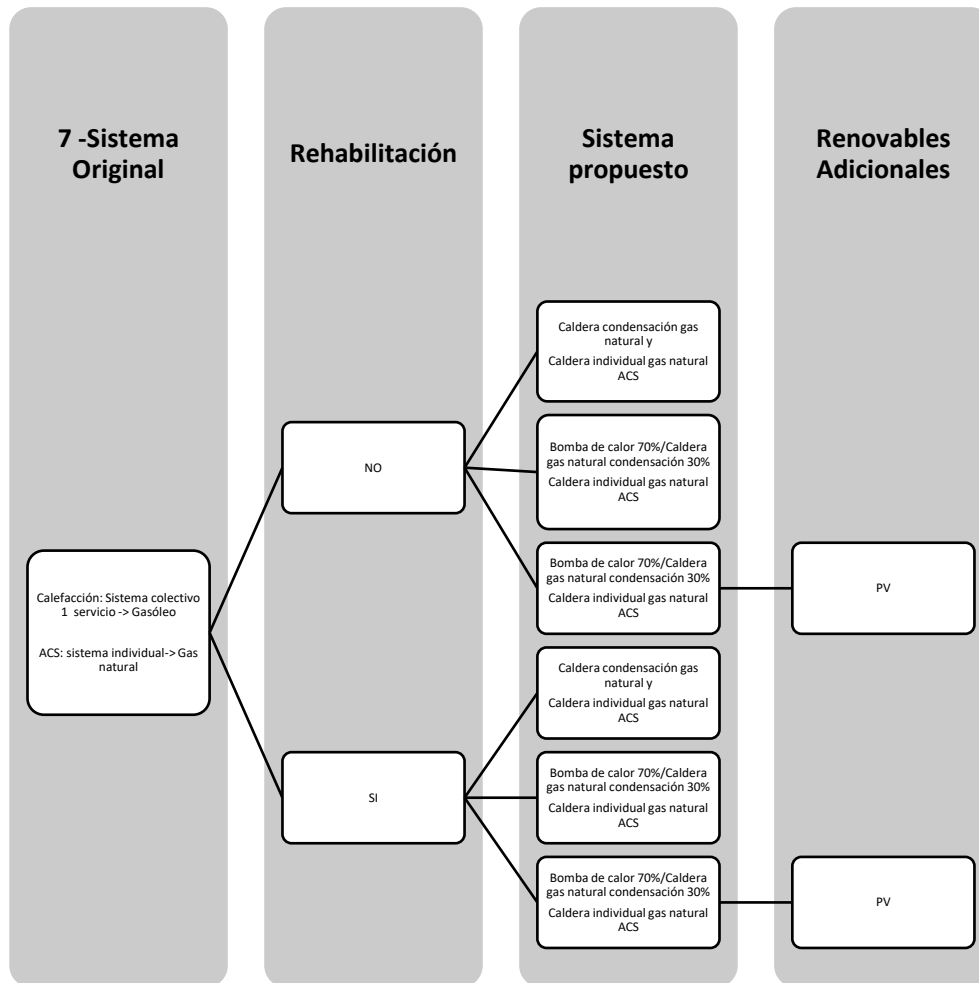
Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución								Letra	Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda CA- LEF	Letra DEM CALEF	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2					
Caldera colectiva gas natural 2 servicios (CA- LEF+ACS)	5%	95%		E					E		E				
Caldera colectiva condensación gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)	14%	86%	0%	E	-35%	-24%	-31%	-17%	D	-33%	D		€€		
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)	52%	48%	0%	E	-65%	-38%	-55%	-11%	C	-60%	C		€€		
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)+PV	52%	48%	0%	E	-65%	-59%	-68%	-21%	C	-71%	B		€€€		
Rehabilitación + Sistema original	6%	94%	-46%	C	-32%	-30%	-31%	-29%	D	-31%	D	SI	€€		
Rehabilitación + Caldera colectiva condensa- ción gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)	24%	76%	-46%	C	-61%	-48%	-56%	-41%	C	-58%	C	SI	€€€		
Rehabilitación +Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)	61%	39%	-46%	C	-77%	-56%	-69%	-37%	C	-73%	B	SI	€€€		
Rehabilitación + Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) + Bomba de calor (ACS)+PV	61%	39%	-46%	C	-77%	-77%	-82%	-47%	A	-84%	A	SI	€€€€		

Bloque caso 6



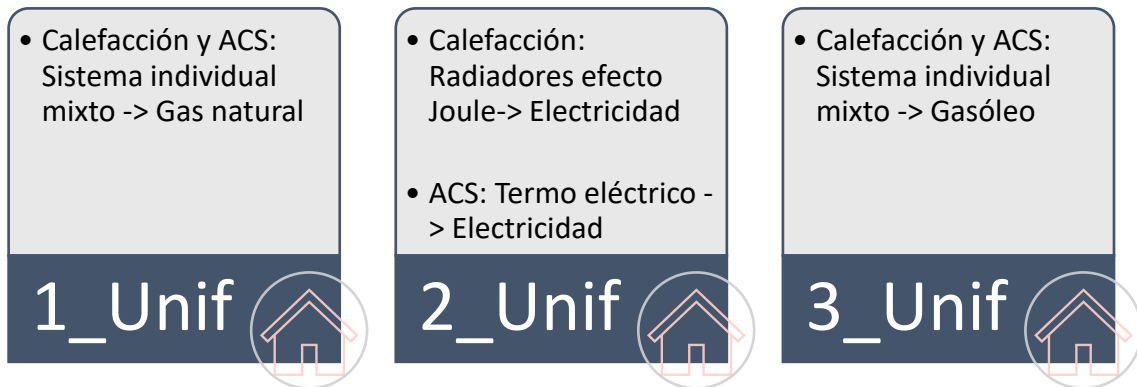
Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución									Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda CA- LEF	Letra DEM CALEF	Energía Final	Factura ener- gética	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2	Letra				
Caldera colectiva gas natural 1 servicio (CA- LEF) + Termo eléctrico (ACS)	32%	68%		E					E		E				
Caldera colectiva condensación gas natural (CALEF) +Termo eléctrico (ACS)	36%	64%	0%	E	-13%	-8%	-11%	-9%	E	-12%	E		€		
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Termo eléctrico (ACS)	71%	29%	0%	E	-43%	-18%	-31%	-5%	E	-37%	D		€€		
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Termo eléctrico (ACS)+PV	71%	29%	0%	E	-43%	-33%	-42%	-12%	D	-47%	D		€€€		
Rehabilitación + Sistema original	46%	54%	-46%	C	-32%	-20%	-26%	-22%	E	-29%	D	SI	€€		
Rehabilitación +Caldera colectiva condensa- ción gas natural (CALEF) +Termo eléctrico (ACS)	51%	49%	-46%	C	-39%	-25%	-32%	-27%	E	-35%	D	SI	€€€		
Rehabilitación +Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Termo eléctrico (ACS)	80%	20%	-46%	C	-55%	-30%	-43%	-25%	D	-49%	D	SI	€€€		
Rehabilitación +Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) +Termo eléctrico (ACS)+PV	80%	20%	-46 %	C	-55%	-45%	-54%	-32%	D	-58%	C	SI	€€€€		

Bloque caso 7

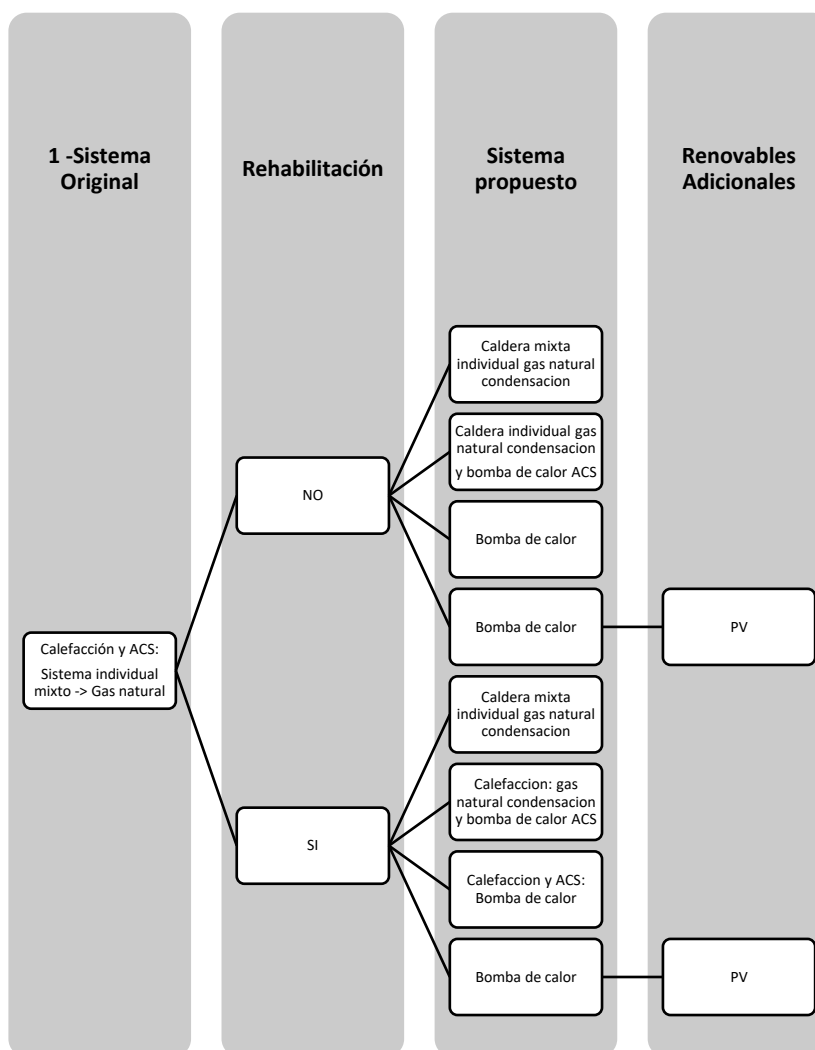


Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución									Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implementación	RENOVABLES ADICIO- NALES
			Demanda CALEF	Letra DEM CALEF	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2	Letra				
Caldera colectiva gasóleo 1 servicio (CALEF) + Cal- dera individual gas natural (ACS)	5%	95%		E					E		E				
Caldera colectiva gas natural 1 servicio (CALEF) + Caldera individual gas natural (ACS)	5%	95%	0%	E	-13%	-12%	-13%	-12%	E	-13%	E		€		
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ Caldera con- densación gas natural (CALEF) + Caldera indivi- dual gas natural (ACS)	24%	76%	0%	E	-44%	-26%	-37%	-6%	D	-41%	D		€€		
Hibridación (70/30) Bomba de calor+ caldera con- densación gas natural (CALEF)+ Caldera individual gas natural (ACS)+PV	24%	76%	0%	E	-44%	-48%	-51%	-16%	D	-52%	C		€€€		
Rehabilitación + Sistema original	7%	93%	-46%	C	-32%	-30%	-31%	-30%	D	-32%	D	SI	€€		
Rehabilitación +Caldera colectiva gas natural 1 servicio (CALEF) + Caldera individual gas natural (ACS)	7%	93%	-46%	C	-40%	-37%	-38%	-36%	D	-39%	D	SI	€€€		
Rehabilitación +Hibridación (70/30) Bomba de ca- lor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) + Caldera individual gas natural (ACS)	21%	79%	-46%	C	-56%	-44%	-52%	-33%	D	-54%	C	SI	€€€€		
Rehabilitación +Hibridación (70/30) Bomba de ca- lor+ Caldera condensación gas natural (CALEF) + Caldera individual gas natural (ACS)+PV	21%	79%	-46%	C	-56%	-66%	-65%	-43%	C	-65%	C	SI	€€€€		

VIVIENDA UNIFAMILIAR

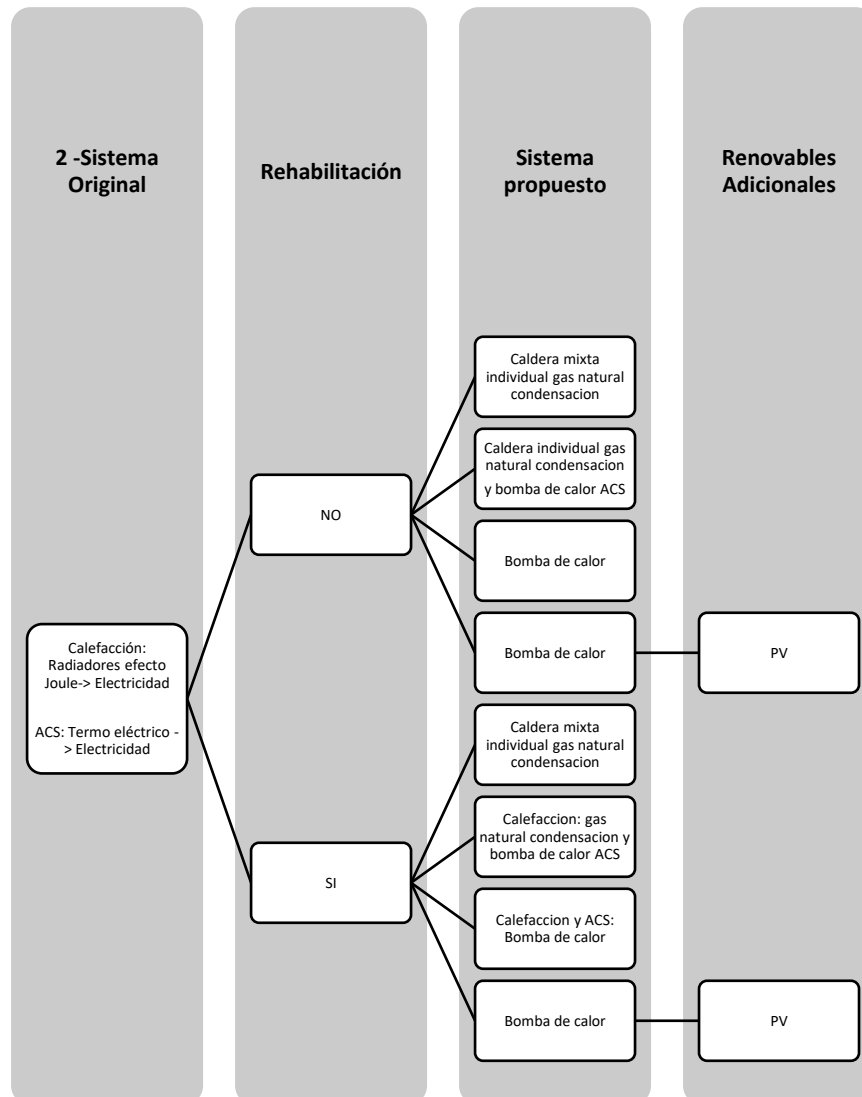


Vivienda unifamiliar caso 1



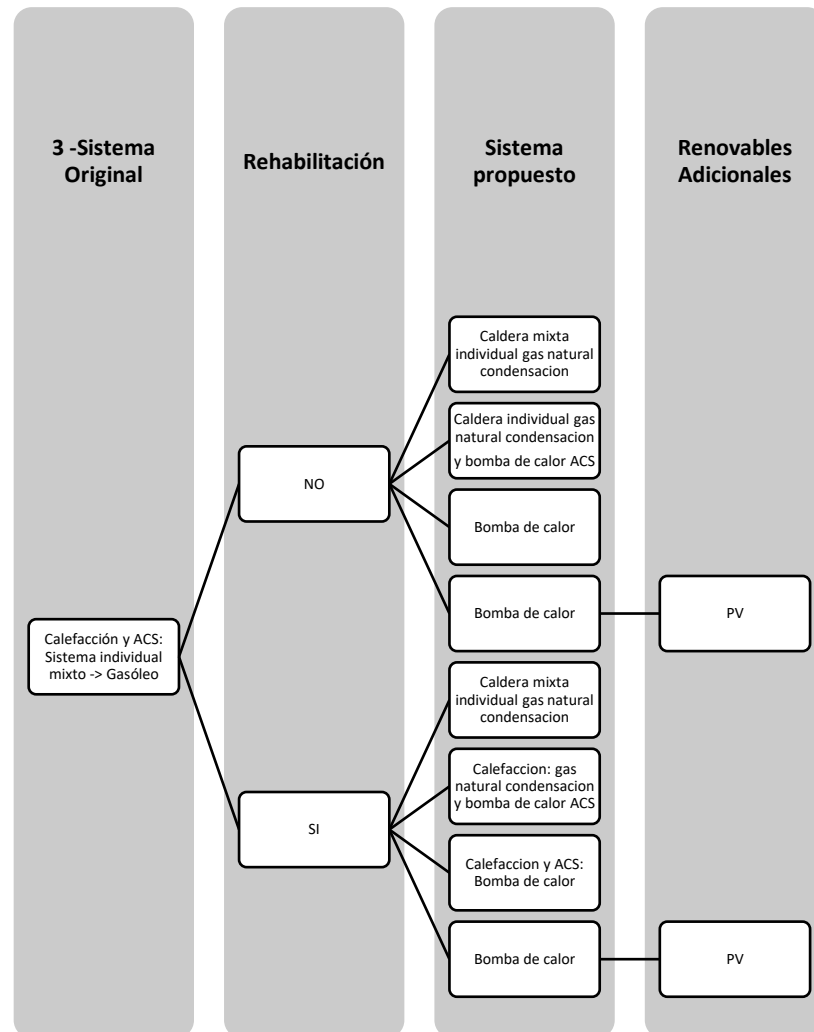
Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución								Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda CA- LEF	Letra	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2	Letra			
Caldera individual gas natural mixta (CA- LEF+ACS)	3%	97%		E					E		E			
Caldera individual condensación gas natural mixta (CALEF+ACS)	5%	95%	0%	E	-29%	-28%	-29%	-27%	E	-29%	E			
Caldera individual condensación gas natural (CALEF) + Bomba de Calor (ACS)	11%	89%	0%	E	-36%	-28%	-33%	-25%	E	-35%	D			
Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	0%	E	-76%	-38%	-61%	-11%	C	-69%	C			
Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	0%	E	-76%	-51%	-69%	-17%	C	-75%	B			
Rehabilitación + Sistema original	3%	97%	-49%	D	-42%	-42%	-42%	-42%	D	-42%	D	SI		
Rehabilitación + Caldera individual condensa- ción gas natural mixta (CALEF+ACS)	5%	95%	-49%	D	-59%	-58%	-58%	-58%	D	-59%	C	SI		
Rehabilitación + Caldera individual condensa- ción gas natural (CALEF) + Bomba de Calor (ACS)	16%	84%	-49%	D	-66%	-59%	-63%	-55%	C	-64%	C	SI		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	-49%	D	-86%	-63%	-77%	-48%	B	-82%	B	SI		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	-49%	D	-86%	-76%	-85%	-54%	A	-88%	A	SI		

Vivienda unifamiliar caso 2



Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución								Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda CA- LEF	Letra	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emissiones CO2	Letra			
Radiadores eléctricos (CALEF)+Termo eléc- trico (ACS)	100%	0%		E					F		E			
Radiadores eléctricos (CALEF)+Termo eléc- trico (ACS) + PV	100%	0%	0%	E	0%	-7%	-7%	-4%	E	-7%	E	€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	0%	E	-67%	-67%	-67%	-42%	C	-67%	C	€€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	0%	E	-67%	-74%	-74%	-46%	C	-74%	B	€€€		
Rehabilitación + Sistema original	100%	0%	-49%	D	-38%	-38%	-38%	-38%	E	-38%	D	€€		
Rehabilitación +Radiadores eléctricos (CA- LEF)+Termo eléctrico (ACS)	100%	0%	-49%	D	-38%	-45%	-45%	-42%	E	-45%	D	€€		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	-49%	D	-81%	-81%	-81%	-66%	B	-81%	B	€€€		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	-49%	D	-81%	-88%	-88%	-70%	A	-88%	A	€€€€		

Vivienda unifamiliar caso 3



Descripción	% Consumo Electrifi- cado	% Consumo por com- bustión	% disminución								Rehabilitación	Coste Intervención	Tiempo implementa- ción	RENOVABLES ADI- CIONALES
			Demanda CA- LEF	Letra	Energía Final	Factura energé- tica	EPT	EPnr	Letra	Emisiones CO2	Letra			
Caldera individual gasóleo mixta (CALEF+ACS)	3%	97%		E					E		F			
Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	0%	E	-76%	-38%	-61%	-18%	C	-74%	C	€		
Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	0%	E	-76%	-51%	-69%	-23%	C	-80%	B	€€		
Rehabilitación + Sistema original	3%	97%	-49%	D	-42%	-42%	-42%	-42%	D	-42%	E	€€		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS)	100%	0%	-49%	D	-86%	-63%	-77%	-52%	B	-85%	B	€€€		
Rehabilitación +Bomba de Calor (CALEF+ACS) + PV	100%	0%	-49%	D	-85%	-74%	-84%	-55%	A	-90%	A	€€€€		

