

ESTUDIOS

Estudio de consumo y
gasto energético de los
hogares españoles

010

www.idae.es





Estudio IDAE: Estudio de consumo y gasto energético de los hogares españoles

Edita: IDAE

Maquetación e Impresión: IDAE

Madrid, septiembre de 2025

Autor: Departamento de Estudios y Gestión del Dato del IDAE

NIPO: 62925004X

Cualquier reproducción, parcial o total, de la presente publicación debe contar con la aprobación por escrito del IDAE.

Índice de contenidos

1	Introducción.....	7
2	Antecedentes al estudio.....	11
3	Objetivos del estudio	15
4	Metodología.....	17
4.1	Recopilación de datos de partida	17
4.2	Pretratamiento de los datos de partida.....	18
4.3	Preamálisis de datos	25
4.4	Estimación de consumos y gastos anuales para fuentes energéticas con sesgo por la fecha de la encuesta	27
4.5	Análisis exploratorio	30
4.6	Desarrollo de un modelo explicativo del consumo y del gasto energéticos	31
4.7	Estudio diferenciado de los consumo y gasto eléctrico y térmico	31
5	Resultados.....	35
5.1	Resultados del preanálisis de datos.....	35
5.2	Resultados de la estimación de consumos y gastos anuales para fuentes energéticas con sesgo por la fecha de la encuesta	44
5.3	Análisis exploratorio	53
5.4	Desarrollo de un modelo explicativo del consumo y el gasto energético.....	87
5.5	Estudio diferenciado de consumo y gasto eléctrico no térmico.....	103
5.6	Estudio diferenciado de consumo y gasto térmico.....	108
6	Conclusiones	115
7	Referencias.....	119
	Anexo I. Equivalencia entre zonas climáticas, provincias y altitudes según CTE	1223
	Anexo II. Arquitectura básica de la base de datos desarrollada para el estudio	124
	Anexo III. Poderes caloríficos de las principales fuentes energéticas.....	125

1 Introducción

El parque de viviendas supone el 17,9% del consumo de energía final de España, así como del 5,2% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de acuerdo con la última información disponible correspondiente a los balances de energía final y al Inventario Nacional de gases de efecto invernadero en el año 2023.

El análisis detallado de las particularidades del consumo energético en los hogares españoles, atendiendo a diferentes variables, se considera necesario a fin de poder definir de manera efectiva las actuaciones orientadas a la optimización de su consumo y gasto energético, así como la reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero, y con ello contribuir al proceso de transición energética, dentro de la cual la pobreza energética recibe una especial atención.

La pobreza energética, entendida como la incapacidad de los hogares para satisfacer sus necesidades energéticas básicas, hace referencia a un fenómeno multidimensional, de carácter social, estructural y energético, y está directamente relacionada con la existencia de bajos ingresos en la unidad familiar, pero también con el elevado gasto energético sobre la renta disponible y una escasa eficiencia energética en el hogar. Este fenómeno es una manifestación más de la pobreza y la exclusión social, que afecta especialmente a las mujeres mayores de 65 años y las familias monoparentales, encabezadas mayoritariamente por mujeres. Este problema, estrechamente unido a la perspectiva de género, está cada vez más presente en la conciencia pública, no sólo en España, sino también en la Unión Europea y en el ámbito global.

A nivel comunitario, las Directivas 2009/72/CE y 2009/73/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad, la primera, y del gas natural, la segunda, y sus sucesivas enmiendas¹ constituyen las normas jurídicas fundamentales que establecieron la base normativa para la lucha contra la pobreza energética en los Estados miembros (EEMM).

La Comisión Europea ha elaborado y adoptado una serie de iniciativas de política energética sectorial con las que hacer frente a este problema, y asegurar el acceso de los colectivos más vulnerables a la energía. El Pilar Europeo de Derechos Sociales, aprobado por el Parlamento Europeo, Comisión y Consejo de Europa el 17 de noviembre de 2017, considera la energía como uno de los servicios esenciales de acceso universal, incluyendo la disposición de ayudas para acceder a estos servicios.

En este contexto, cabe destacar el Paquete “Energía limpia para todos los europeos”, donde se incorpora la obligación de realizar una evaluación y seguimiento del número de hogares en situación de pobreza energética en cada contexto nacional. En línea con esto, el Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima establece la necesidad de fijar objetivos nacionales indicativos de reducción de pobreza energética dentro de los planes nacionales integrados de energía y clima de los Estados miembros. Asimismo, la Directiva (UE) 2018/844 por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios (DEEE)² y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, la Directiva (UE) 2018/2002 por la que se

¹ La primera de estas directivas fue derogada por la Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad. A su vez, la segunda fue derogada por la Directiva (UE) 2024/1788 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, relativa a normas comunes para los mercados interiores del gas renovable, del gas natural y del hidrógeno.

² Esta directiva ha sido revisada por la Directiva (UE) 2024/1275 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética (DEE)³ y la Directiva (UE) 2019/944⁴ sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad, abordan diversos aspectos de la pobreza energética en el ámbito de aplicación de dichas directivas. Estas directivas, recientemente revisadas, prestan una mayor atención a este asunto, priorizando en ambos casos a los hogares vulnerables, a los que sitúan en el foco de sus actuaciones. En este sentido, cabe destacar las modificaciones introducidas por la DEE (Directiva (UE) 2023/1791), la cual exige a los EEMM que consideren la necesidad de mitigar la pobreza energética, asegurando con ello que una parte de las medidas de eficiencia energética priorice a los hogares más vulnerables. Esto se refuerza con la introducción de una nueva definición de pobreza energética⁵, lo que se completa con una propuesta de indicadores a considerar en la evaluación de los hogares en situación de pobreza energética. Por su parte, la DEEE (Directiva (UE)/2024/1275), exige que los EEMM desarrollen planes nacionales de renovación de edificios, vinculados a los Planes Nacionales Integrados de Energía y Clima, en los que se incluya una hoja de ruta con objetivos e indicadores de progreso cuantificables, considerando entre estos la reducción del número de personas afectadas por este problema, identificando las políticas y medidas para respaldar la consecución de este último objetivo.

En el ámbito nacional, se siguen las directrices comunitarias vigentes en materia de pobreza energética. A nivel regulatorio, desde la introducción del bono social para determinados consumidores de electricidad a través del Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, se ha avanzado en el cumplimiento de los requisitos de protección al consumidor establecidos en la normativa europea. Un elemento clave en este proceso ha sido la aprobación del Real Decreto 897/2017, de 6 de octubre, por el que se regula la figura del consumidor vulnerable, el bono social y otras medidas de protección para los consumidores domésticos de energía eléctrica. Esto se completa con la aprobación en 2018 del bono social para usos térmicos⁶ mediante el Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores. Este real decreto-ley supuso un nuevo avance en la consolidación del marco normativo en materia de pobreza energética, al introducir la obligación de aprobar una estrategia nacional contra la pobreza energética en el plazo de seis meses tras su entrada en vigor.

En cumplimiento de este mandato, se aprobó, mediante Acuerdo de Consejo de Ministros de 5 de abril de 2019, la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019-2024 (ENPE), que define por primera vez el fenómeno de la pobreza energética, al tiempo que establece el marco y las líneas de actuación, con la finalidad de alcanzar una serie de objetivos de reducción en el periodo de aplicación de la Estrategia. Para ello se incluyen una serie de medidas prestacionales⁷ que permitirán aliviar el fenómeno de la pobreza energética en el corto plazo, pero también medidas estructurales, que ayudarán a reducir el fenómeno de manera estructural, a través de medidas de eficiencia energética.

A su vez, la lucha contra la pobreza energética es un elemento clave dentro del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, 2021-2030 (PNIEC), a través de la *“Medida 4.11 Lucha contra la pobreza energética”*, que se enmarca en el ámbito de la Estrategia en lo referido a esta

³ Esta directiva ha sido revisada por la Directiva (UE) 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de septiembre de 2023 relativa a la eficiencia energética.

⁴ Esta directiva ha sido recientemente modificada por la Directiva (UE) 2024/1711, de 13 de junio de 2024.

⁵ “situación en la que un hogar no puede acceder a los servicios energéticos esenciales para preservar unos niveles de vida y salud dignos, como un nivel de calor, refrigeración e iluminación adecuados y la energía para hacer funcionar los aparatos”.

⁶ Mecanismo complementario que se materializa en un único pago mediante una transferencia bancaria.

⁷ En los últimos años, la cobertura de los bonos sociales se ha incrementado mediante el aumento del nivel de las ayudas y de los umbrales de renta para acceder a la consideración de consumidor vulnerable, a lo que se suman otras mejoras en la tramitación de las ayudas. Esto ha estado motivado, en parte, por la necesidad de reforzar la protección de los hogares vulnerables en respuesta a situaciones excepcionales, como la crisis sanitaria causada por el COVID-2019, y posteriormente, la crisis energética derivada de la invasión rusa de Ucrania. En esta línea, se ha seguido fortaleciendo la protección de los consumidores con la introducción de un suministro mínimo vital mediante el Real Decreto-ley 17/2021, de 14 de septiembre, de medidas urgentes para mitigar el impacto de la escalada de precios del gas natural en los mercados minoristas de gas y electricidad.

problemática. El citado Plan, remitido a la Comisión Europea el 31 de marzo de 2020, ha sido adoptado en su versión final por Acuerdo de Consejo de Ministros el 16 de marzo de 2021. Desde la publicación de este Plan se ha producido un aumento de la ambición climática a nivel europeo, recogido en la Ley Europea sobre el clima y en los planes «Objetivo 55» y «REPowerEU»⁸. En consecuencia, y atendiendo a lo previsto en el artículo 14.2 del Reglamento (UE) 2018/1999, se ha realizado la primera actualización del PNIEC, cuyo borrador fue remitido a la Comisión en junio de 2023, aprobándose finalmente mediante Real Decreto 986/2024, de 24 de septiembre. La lucha contra la pobreza energética recobra su importancia dentro del nuevo PNIEC, a través de la *“Medida 4.2-Lucha contra la pobreza energética”* en sintonía con lo dispuesto al respecto en la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética (ENPE).

Entre las líneas de acción incluidas en la ENPE destinadas a reducir el número de hogares en situación de vulnerabilidad energética, destaca la necesidad de profundizar en el conocimiento sobre el gasto energético requerido y realmente efectuado por los hogares, teniendo en cuenta variables como la tipología de la vivienda, el tamaño, el equipamiento, número de ocupantes o la zona climática en la que se ubica la vivienda. Este análisis proporcionará información fundamental sobre las variaciones de este fenómeno a lo largo de toda la geografía española, así como sobre las condiciones del hogar y servirá de apoyo sobre otras medidas a realizar. Esta necesidad se pone de manifiesto en el apartado “Medidas de ejecución de la estrategia nacional contra la pobreza energética” dentro de la línea 3 “profundización en el conocimiento del gasto energético requerido para los distintos consumidores” del Eje I “Mejorar el conocimiento sobre la pobreza energética”.

Una primera aproximación a esta necesidad de información la constituyen los estudios SECH-SPAHOUSEC (Análisis del consumo energético del sector residencial en España) y SPAHOUSEC II, desarrollados por el IDAE, el primero de ellos en el periodo 2010-2011 y el segundo entre los años 2016 y 2018. Ambos estudios, de enfoques metodológicos diferentes y complementarios, han contribuido a la mejora del conocimiento del consumo y comportamiento energético del sector residencial en España si bien carecían de una orientación desde una perspectiva de pobreza energética, atendiendo a la situación de distintos colectivos de consumidores, identificados según diferentes variables socioeconómicas. A esto se suma la necesidad de incorporar ciertos cambios producidos en el transcurso del tiempo que afectan a la caracterización de las viviendas y hogares, además de otras consideraciones sobre la zonificación climática de relevancia para el análisis del consumo y gasto energético de acuerdo con los requerimientos señalados en la Estrategia, citados con anterioridad.

El presente estudio trata de dar respuesta a la necesidad de un análisis del consumo y del gasto energético de los hogares españoles, con una zonificación acorde a las zonas climáticas establecidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE), que permita distinguir el efecto de cada factor sobre el gasto energético y las razones de discrepancia respecto a los gastos medios, contribuyendo a mejorar la información sobre la pobreza energética, atendiendo con ello al compromiso incluido en la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética. Para ello, se ha utilizado información oficial procedente del Instituto Nacional de Estadística (INE) a partir de la explotación de los microdatos de la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) que este organismo realiza con carácter anual.

⁸ El paquete “Objetivo 55” adapta la legislación europea a los objetivos climáticos establecidos en la Ley Europea del Clima, aumentando el nivel de ambición. Por su parte, el plan REPowerEU busca poner fin a la dependencia de la UE de los combustibles fósiles rusos como respuesta a las dificultades y perturbaciones del mercado energético mundial provocadas por la invasión de Ucrania por parte de Rusia.

2 Antecedentes al estudio

La primera definición sobre el fenómeno de la pobreza energética surgió a principios de los años 90 en Reino Unido, dónde se cuenta con trabajos pioneros en esta área. En este contexto se estableció la metodología de evaluación de la pobreza energética, vigente en Reino Unido hasta 2013, cuando tuvo lugar su revisión e introducción de un nuevo indicador de pobreza energética.

A partir de estos trabajos se extiende a otros países de la Unión Europea el interés por evaluar y cuantificar este problema. Surgen así nuevas propuestas metodológicas alternativas al enfoque basado en ingresos y gastos utilizado por Reino Unido, introduciéndose indicadores subjetivos en base a la percepción de los hogares.

El estudio de este problema, en el punto de mira de las políticas de la Unión Europea, es promovido por la Comisión Europea, a través del Observatorio de la Unión Europea sobre la Pobreza Energética⁹, gracias al cual se realiza un seguimiento anual de la situación de la pobreza energética en Europa. A esto se suma la publicación por parte de la Comisión Europea de la Recomendación (UE) 2020/1563 de 14 de octubre de 2020 sobre la pobreza energética donde se ofrecen una serie de recomendaciones a los Estados miembros en materia de pobreza energética, incluyendo una descripción de los indicadores utilizados para medir este fenómeno, así como una identificación de buenas prácticas recogidas en los planes nacionales integrados de energía y clima.

En España los primeros estudios en los que se abordó la pobreza energética tuvieron lugar en 2009 en el marco de proyectos europeos como *Fuel Poverty and Energy Efficiency* y *Energy Ambassadors*, el primero de los cuales tuvo por objeto un análisis comparativo de la pobreza energética a nivel europeo, mientras que el segundo, se orientó al desarrollo de soluciones prácticas y sostenibles para hacer frente a este problema.

Más recientemente, la evolución de este fenómeno en España se ha seguido a través de los estudios llevados a cabo por la Asociación de Ciencias Ambientales (ACA) desde 2012. Dichos estudios, de periodicidad bianual, el último publicado en 2018, realizan una evaluación de la incidencia de la pobreza energética a partir de una serie de indicadores basados en los enfoques de ingresos y gastos y en las percepciones y declaraciones de los hogares. Los indicadores evaluados permiten evidenciar que la pobreza energética se ha consolidado como un problema estructural, seriamente agravado en la actual coyuntura sociosanitaria generada por el COVID-19.

La aprobación de la Estrategia Nacional de Lucha contra la Pobreza Energética (ENPE) en abril de 2019 ha supuesto un gran avance en la delimitación y erradicación de este problema al introducirse el marco de acción de la lucha contra la pobreza energética en España, a través de un análisis y estudio del fenómeno de manera transversal. El documento se apoya en los indicadores oficiales de pobreza energética definidos por el Observatorio Europeo de Pobreza Energética (EPOV)¹⁰, en línea con los utilizados por ACA en sus sucesivos informes. Estos indicadores permiten parametrizar, cuantificar y estudiar la evolución del fenómeno, cuyo conocimiento se hace necesario para garantizar la lucha efectiva contra el mismo. Esta mejora de conocimiento constituye uno de los cuatro ejes en los que se articula la Estrategia, siendo una de sus líneas de actuación la profundización en el conocimiento del gasto energético requerido para los distintos consumidores (línea 3 del eje I).

⁹ <https://www.energy poverty.eu/>

¹⁰ Este Observatorio ha sido integrado en 2021 en el Centro de Asesoramiento sobre Pobreza Energética (EPAH, por sus siglas en inglés).

El presente estudio tiene como primer referente el estudio SECH-SPAHOUSEC realizado por el IDAE en el marco del proyecto piloto SECH (*Development of detailed Statistics on Energy Consumption in Households*), promovido por Eurostat en los Estados Miembros con el fin de dar respuesta al requerimiento de desarrollo estadístico, establecido por el Reglamento (CE) nº 1099/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2008 sobre estadísticas de energía en su artículo 9. La metodología base de este estudio es un enfoque *bottom-up* sustentado en un exhaustivo trabajo de campo en el que se integran diferentes métodos (encuestas de equipamiento y comportamiento y mediciones in situ de consumos eléctricos sobre muestras de hogares) y fuentes de información. Este estudio, finalizado en 2011, posibilitó un conocimiento detallado del consumo y comportamiento energético de los hogares españoles en 2010, no disponible hasta entonces.

Posteriormente a este estudio, se publicó el estudio SPAHOUSEC II de conformidad con las exigencias señaladas por el Reglamento (UE) nº 431/2014 de la Comisión, por el que se obliga a los Estados miembros a elaborar estadísticas detalladas sobre el consumo energético del sector residencial. Este último estudio, finalizado en 2018, tuvo como objetivo principal la determinación de los consumos térmicos de los hogares dotados de sistemas de calefacción individual basados en gas natural. Al igual que el primer estudio, parte igualmente de un enfoque *bottom-up* basado en un complejo y minucioso trabajo de campo, con diferencias metodológicas respecto al estudio precedente al que complementa. Una de las principales diferencias fue la medición in situ de los consumos térmicos de una muestra de hogares dotados de sistemas de calefacción individual basados en gas natural. Esto se complementó con una encuesta de equipamiento y comportamiento energético dirigida a una muestra de hogares equipados con sistemas de calefacción individual, a diferencia del estudio anterior cuya cobertura se extendió, incluyendo las viviendas equipadas con servicios centralizados de calefacción.

Ambos estudios¹¹ han contribuido a la mejora del conocimiento del consumo y comportamiento energético del sector residencial en España, si bien carecían de una orientación desde una perspectiva de pobreza energética como precisa la citada Estrategia, a lo que se suma la necesidad de incorporar una mayor precisión en la zonificación climática acorde al Código Técnico de la Edificación (CTE), así como de capturar los cambios producidos en el tiempo en cuanto al parque de viviendas, su equipamiento y hábitos energéticos de los hogares.

Con respecto a la zonificación, los estudios SPAHOUSEC I y II, consideran tres zonas climáticas (mediterránea, atlántica y continental), frente a la zonificación establecida por el CTE, que define hasta 17 zonas climáticas, lo que resulta más representativo de la diversidad climática de España. La clasificación de cada provincia íntegramente en una de estas tres zonas puede llevar a imprecisiones dado que existen provincias en las que puede haber zonas climáticas muy distintas, con niveles de severidad climática muy diversos entre distintos municipios según su altitud sobre el nivel del mar. Esta circunstancia se constata en la contribución de la Cátedra de Energía y Pobreza de la Universidad Pontificia Comillas a la consulta pública sobre la Estrategia, para lo cual se calculó el gasto energético “requerido” para alcanzar las condiciones de confort en invierno en un hogar de referencia. Para ello se consideró la zonificación definida por el CTE, obteniendo diferencias en el gasto requerido entre municipios de una misma zona del orden del 100%.

¹¹ Más recientemente, en marzo de 2021, el IDAE inició el estudio SPAHOUSEC III, en proceso de cierre, mediante el cual se espera actualizar los estudios antes mencionados, así como dar respuesta a los requerimientos estadísticos establecidos en el Reglamento (UE) 2019/2146 de la Comisión, por el cual se insta a los Estados miembros a disponer de información desagregada sobre consumos por usos en el sector residencial. Este estudio, de orientación similar a los estudios precedentes, contempla la realización de mediciones in situ de consumos eléctricos en una muestra de hogares, así como una encuesta de equipamiento y comportamiento de hogares, considerándose tanto las viviendas principales como las secundarias, a diferencia de los estudios anteriores donde el alcance de las encuestas se limitaba a las viviendas principales. Por otra parte, se considera la zonificación climática correspondiente al CTE, además de la utilizada por los estudios que le anteceden.

La Universidad Pontificia Comillas desarrolla una interesante labor en cuanto al análisis y cuantificación de la pobreza energética, dando lugar a varias publicaciones y propuestas metodológicas. Además de la aportación anterior a la consulta sobre la Estrategia, cabe citar la investigación llevada a cabo conjuntamente con ECODES (Fundación Ecología y Desarrollo) dirigido a la caracterización del comportamiento energético de una muestra de hogares participantes en el programa “Ni un hogar sin energía”, desarrollado por ECODES.

Esta investigación, publicada en octubre de 2019, permitió, entre otros fines, el desarrollo de un modelo de demanda y gasto energéticos, en su doble vertiente térmica y eléctrica. Con respecto al modelo de gasto térmico, se valoró el gasto térmico teórico anual para mantener las condiciones de confort en una vivienda, considerando hasta 20 configuraciones diferentes de instalaciones térmicas centrales e individuales con distintos combustibles, identificando el mínimo gasto para cada una de las viviendas analizadas. Además del gasto teórico calculado para las especificidades de cada vivienda de la muestra, se analizó el gasto térmico requerido, para un hogar de referencia¹².

En adición a lo anterior, se puede citar un estudio piloto de carácter innovador realizado recientemente en el área de la pobreza energética por el Grupo de Investigación “Sistemas Constructivos y Habitabilidad en la Edificación (SCHE)” del Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción. Este estudio se enmarca en el proyecto HABITARES, centrado en la rehabilitación energética de edificios situados en áreas vulnerables de Madrid para lo cual se ha monitorizado una muestra integrada por 19 viviendas sociales. El proyecto trata de explorar la posibilidad de desarrollar un método de detección de situaciones de pobreza energética a partir de la información proporcionada por contadores, contrastada con los resultados de encuestas realizadas a los habitantes. A pesar del reducido tamaño muestral, esta investigación, cuya metodología ya ha sido aplicada en Portugal, presenta gran interés para el estudio y monitorización de la pobreza energética dado el gran potencial que las tecnologías *Big Data* presentan en cuanto a recopilación y procesamiento de un volumen ingente de información como la asociada a los consumos de los edificios y características de los hogares, permitiendo completar el diagnóstico de la pobreza energética.

¹² Según el estudio realizado por la Cátedra de Energía y Pobreza de la Universidad de Comillas se considera un hogar de referencia, caracterizado por una vivienda en bloque de 100 m² y aislamiento térmico deficiente y 3 ocupantes, cuyo suministro se efectúa mediante una caldera individual antigua de gas natural (GLP en Canarias) tanto para la calefacción como para agua caliente sanitaria.

3 Objetivos del estudio

La aprobación de la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética ha supuesto un hito en la lucha contra este fenómeno, al establecer el marco de actuación y las bases que permitirán delimitarlo y reducirlo.

Este estudio, cuya metodología se detalla en el apartado 4, atiende a las necesidades de mejorar la información y profundizar en el conocimiento del consumo y gasto energético requerido para los distintos consumidores, atendiendo a distintas variables que caractericen a los hogares y las viviendas que ocupan y da cumplimiento a las líneas de acción expuestas por en la ENPE en el Eje I “Mejorar el conocimiento sobre la pobreza energética”, en concreto, contribuye a la medida 3: “Realizar un estudio más completo del gasto térmico de los consumidores según en la zona climática en la que habiten”.

Para ello, en requerimiento a las necesidades planteadas por la Estrategia, se ha realizado un estudio diferenciado por zonas climáticas del consumo y gasto energético de los hogares, considerando como referencia la zonificación recogida por el Código Técnico de la Edificación. Se han incorporado, además, otras variables disponibles para un mejor conocimiento del consumo y gasto energético de los hogares.

Así, en el presente estudio se analiza el consumo y gasto energético a partir de una serie de variables de los hogares y viviendas y se desarrolla un modelo explicativo partiendo de los microdatos de la Encuesta de Presupuestos Familiares del INE que encuesta unos 24.000 hogares al año, mediante un enfoque estadístico y de aplicación de algoritmos de *machine learning*.

Es importante destacar que, si bien el estudio se espera que pueda servir para proporcionar valores de referencia para el diseño de medidas mitigadoras de la pobreza energética, no constituye un estudio de caracterización de la pobreza energética como tal. La muestra de hogares analizada representa a la totalidad del país en todas sus circunstancias.

En ese sentido, el estudio trata de caracterizar los consumos y los gastos medios tomando como referencia aquellos que pueden ser indicativos de condiciones adecuadas de una situación de confort térmico. De ese modo se pretende que este estudio sirva de apoyo para el diseño de las medidas prestacionales o regímenes de ayudas que se determinen con el fin de aliviar la situación de los consumidores vulnerables.

Estas medidas, generalmente, se basan en las características de las viviendas y en variables sociodemográficas de los hogares, fácilmente verificables en un procedimiento administrativo, como son las zonas climáticas en las que se ubican las viviendas, el tamaño del hogar, el poder adquisitivo, entre algunas de las variables consideradas en el presente estudio.

4 Metodología

Este es un estudio de carácter fundamentalmente estadístico para cuya realización se han seguido los siguientes pasos:

- Recopilación de datos de partida.
- Pretratamiento de los datos de partida.
- Preanálisis de datos.
- Estimación de consumos anuales para fuentes energéticas con sesgo de último recibo.
- Análisis exploratorio.
- Desarrollo de un modelo explicativo del consumo y el gasto energéticos.
- Estudio de cuestiones específicas.

4.1 Recopilación de datos de partida

Los datos de partida para este estudio son los microdatos correspondientes a los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020, 2021 y 2022 de la Encuesta de Presupuestos Familiares que elabora el Instituto Nacional de Estadística cada año y publica en su página web. En concreto, se han empleado los ficheros que contienen las características de los hogares encuestados y sus relaciones de gastos, ficheros denominados “Fichero de usuario de hogar” y “Fichero de usuario de gastos” respectivamente. Los datos proporcionados corresponden a un total de 145.415 observaciones (hogares) repartidos en las siete anualidades.

La Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) es una de las encuestas más antiguas de las que realiza el Instituto Nacional de Estadística (INE), con el objetivo de obtener información sobre la naturaleza y destino de los gastos de consumo, así como sobre diversas características relativas a las condiciones de vida de los hogares.

Es una encuesta de tipo anual, con ámbito poblacional destinado a hogares privados, cuya cobertura geográfica incluye a todo el territorio español. El tamaño muestral es de unos 24.000 hogares aproximadamente al año y el tipo de muestreo es bietápico con estratificación de las unidades de primera etapa. El método de recogida es mixto con anotación directa del hogar y entrevistas con el hogar. Se puede consultar información detallada sobre esta encuesta y su metodología en la página web del INE¹³.

Estos datos se recopilan a nivel de municipio, sin embargo, no son públicos en esa unidad de desagregación por motivos de confidencialidad, ya que en algunos municipios en los que la muestra encuestada es muy pequeña, sería posible conocer las características de los hogares participantes, incluso inferir qué hogares son, surgiendo un problema de protección de datos de carácter personal.

Por ello, la información publicada por el INE carece del campo municipio a pesar de que se incluye en las encuestas. Dado que a los efectos de este estudio conocer la zona climática en la que se ubica la vivienda resultaba de interés, y ésta última depende en último término de la ubicación del hogar, se solicitó al INE como información complementaria a la publicada, la zona climática en la que se

¹³ https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176806&menu=metodologia&idp=1254735976608

localizaban los hogares encuestados. Para ello se identificó previamente cada municipio con su zona climática correspondiente.

Esta relación puede establecerse aplicando el anexo II del DBE-HE 1 del Código Técnico de la Edificación (CTE) en el que para cada provincia se identifica la zona climática del municipio en función de su altitud (ver Anexo I).

Los datos de altitud y provincia de los municipios españoles se han obtenido del Nomenclátor Geográfico Básico de España del Instituto Geográfico Nacional (IGN) disponibles en formato texto plano (csv) online en su página web¹⁴.

Aplicando sobre los datos de los municipios del IGN en función de provincia y altitud una rutina de clasificación que considere la información del CTE se puede asignar la zona climática al municipio. A partir de esta relación municipio-zona climática, el INE pudo facilitar un fichero complementario que identifica cada hogar con su zona climática. Adicionalmente, se solicitó incluir en este fichero complementario la fecha de realización de la encuesta.

4.2 Pretratamiento de los datos de partida

Las operaciones llevadas a cabo para disponer los datos en condiciones para su tratamiento estadístico han sido, en primer lugar, construir una base de datos a partir de los microdatos del INE, en segundo lugar desescalar temporal y poblacionalmente los consumos y gastos (esto es convertir el valor que la encuesta del INE que figura en términos anuales y multiplicada por el número de hogares que representa cada uno de la muestra al valor original consignado en la encuesta por ese hogar en cuestión), en tercer lugar convertir los consumos en unidades homogéneas, en cuarto lugar realizar una depuración de los datos para retirar registros incompletos y en último lugar calcular los ingresos mensuales netos por ocupante del hogar. A continuación, se describe con más detalle cada una de estas operaciones.

4.2.1 Construcción de base de datos a partir de microdatos del INE

Dado que los ficheros de microdatos que publica el INE y los ficheros complementarios que se han solicitado son ficheros de texto plano sin separadores, en los que cada línea corresponde a un registro, y en los que las variables aparecen unas tras otras en posiciones fijas, estos datos no son directamente explotables.

Por ello se optó por desarrollar un código sencillo en .NET (lenguaje C#) que va fragmentando dichas cadenas por sus posiciones, realizando las transformaciones de tipo de variable que sean necesarias (fundamentalmente conversiones a tipos de variable de carácter numérico), e insertándolas en una base de datos MySQL. La arquitectura de esta base de datos puede consultarse en el Anexo II.

En cuanto a los datos de los ficheros de microdatos que se han incorporado a la base de datos han sido los siguientes campos para el caso del fichero denominado “Fichero de usuario de hogar.txt”:

Campo	Longitud	Descripción de la variable	Valores
ANOENC	4	Año de la encuesta	>=2018
NUMERO	5	Número secuencial que indica el orden del hogar en el fichero	00001- 22146

¹⁴ <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?Serie=NGBES>

Campo	Longitud	Descripción de la variable	Valores
CCAA	2	Comunidad autónoma de residencia	1 Andalucía 2 Aragón 3 Asturias, Principado de 4 Balears, Illes 5 Canarias 6 Cantabria 7 Castilla y León 8 Castilla – La Mancha 9 Cataluña 10 Comunitat Valenciana 11 Extremadura 12 Galicia 13 Madrid, Comunidad de 14 Murcia, Región de 15 Navarra, Comunidad Foral de 16 País Vasco 17 Rioja, La 18 Ceuta 19 Melilla
NMIEMB	2	Número de personas en el hogar	1-20
NMIEM3	2	Número de personas en el hogar menores de 16 años	0-19
TIPHOGAR1	2	Tipo de hogar (primera clasificación)	Hogar de una sola persona adulta 1 Una persona de 65 o más años 2 Una persona de 30 a 64 años 3 Una persona de menos de 30 años 4 Una persona adulta con descendientes menores de 16 años Pareja sin descendientes 5 Pareja sin descendientes teniendo al menos una de las personas 65 años o más 6 Pareja sin descendientes teniendo las dos personas menos de 65 años Pareja con descendientes menores de 16 años 7 Pareja con un descendiente menor de 16 años 8 Pareja con dos descendientes menores de 16 años 9 Pareja con tres o más descendientes menores de 16 años Otras familias nucleares 10 Padre o madre solo, con al menos un descendiente de 16 o más años 11 Pareja con al menos un descendiente de 16 o más años 12 Otros hogares <u>Notas:</u> En esta clasificación las categorías 07 a 11 se refieren exclusivamente a hogares formados por padres y descendientes , incluyendo adopciones y descendientes de un único miembro de la pareja. En el caso en que haya otras personas en el hogar, éste se clasificaría en 12. Otros hogares. Se considera persona adulta cuando tenga 16 o más años
REGTEN	1	Régimen de tenencia	1 Propiedad sin préstamo o hipoteca en curso 2 Propiedad con préstamo o hipoteca en curso 3 Alquiler 4 Alquiler reducido (renta antigua) 5 Cesión semigratuita 6 Cesión gratuita

Campo	Longitud	Descripción de la variable	Valores
TIPOEDIF	2	Tipo de edificio en el que está ubicada la vivienda	1 Vivienda unifamiliar independiente 2 Vivienda unifamiliar adosada o pareada Edificio con más de una vivienda 3 Con menos de 10 viviendas 4 Con 10 o más viviendas 5 Otros (destinado a otros fines o alojamiento fijo) -9 No consta
ANNOCON	2	Fecha construcción edificio	1 Hace menos de 25 años 6 Hace 25 o más años -9 No consta
SUPERF	3	Superficie útil de la vivienda	35 35 metros o menos 36-299 Metros 300 300 metros o más -9 No consta
AGUACALI	2	Disposición de agua caliente sanitaria	1 Sí 6 No -9 No consta
FUENAGUA	2	Fuente de energía para agua caliente sanitaria	1 Electricidad 2 Gas natural 3 Gas licuado 4 Otros combustibles líquidos 5 Combustibles sólidos 6 Otras b No aplicable (si AGUACALI=6) -9 No consta
CALEF	2	Disposición de calefacción	1 Sí 6 No -9 No consta
FUENCALE	2	Fuente de energía para calefacción	1 Electricidad 2 Gas natural 3 Gas licuado 4 Otros combustibles líquidos 5 Combustibles sólidos 6 Otras b No aplicable (si CALEF=6) -9 No consta
GASTOT	16.2	Importe total del gasto anual del hogar monetario y no monetario , elevado temporal y poblacionalmente) (para el salario en especie se contabiliza tanto el importe del pago realizado como la bonificación recibida)	1-9999999999999999
GASTMON	16.2	Importe total del gasto monetario anual del hogar elevado temporal y poblacionalmente (para el salario en especie se contabiliza sólo el importe del pago realizado por el hogar)	b,1-9999999999999999
IMPEXAC	5	Importe exacto de los ingresos mensuales netos totales del hogar	0-99999 Importe
INTERIN	2	Intervalo de ingresos mensuales netos totales del hogar	1 Menos de 500 € 2 De 500 a menos de 1000 € 3 De 1000 a menos de 1500 € 4 De 1500 a menos de 2000 € 5 De 2000 a menos de 2500 € 6 De 2500 a menos de 3000 €

Campo	Longitud	Descripción de la variable	Valores
			7 De 3000 a menos de 5000 € 8 De 5000 a menos de 7000 € 9 De 7000 a menos de 9000 € 10 10.000 o más €

Tabla 4.1 Campos de la EPF incorporados a la base de datos procedentes del fichero “Fichero de usuario de hogar.txt”. Extracto de la documentación asociada a los ficheros de microdatos del INE que se descargan en su web

Adicionalmente, en la tabla en la que se han grabado estos datos, se crea un campo adicional que actúa como identificador del registro por concatenación de los campos ANOENC y NUMERO.

También se convierten algunos indicadores de valor no disponible a números enteros 0 y se comprueba que los campos con valores numéricos (magnitudes) tengan datos válidos y en caso contrario se inserta 0 o el indicador de no disponibilidad -999999999999.

En cuanto a los datos de los ficheros de microdatos que se han incorporado a la base de datos han sido los siguientes campos para el caso del fichero de usuario de gastos:

Campo	Longitud	Descripción de la variable	Valores
ANOENC	4	Año de la encuesta	>=2018
NUMERO	5	Número secuencial que indica el orden del hogar en el fichero	00001-25000
CODIGO	5	Código de gasto	Ver clasificación más adelante
CANTIDAD	12.2	Cantidad (sólo para los códigos que requieren cantidad física) elevado temporal y poblacionalmente	b, 1-999999999999
GASTOMON	15.2	Importe total del gasto monetario (para el salario en especie se contabiliza sólo el importe del pago realizado por el hogar) elevado temporal y poblacionalmente	b, 1-9999999999999999
FACTOR	11.6	Factor poblacional	Cualquier valor, distinto de b y de 0

Tabla 4.2 Campos de la EPF incorporados a la base de datos procedentes del fichero de usuario de hogar. Extracto de la documentación asociada a los ficheros de microdatos del INE que se descargan en su web

Adicionalmente, en la tabla en la que se han incluido estos datos, se crea un campo adicional que actúa como identificador del registro por concatenación de los campos ANOENC y NUMERO.

En cuanto a los registros incorporados, dado que este fichero contiene los datos de todas las compras realizadas por los hogares de todos los productos, se han incorporado sólo aquellos relacionados con consumos energéticos. Los códigos de producto y su descripción, de acuerdo con la documentación asociada a los ficheros de microdatos del INE que se descargan en su web, son: 04511 ELECTRICIDAD (VIVIENDA PRINCIPAL, GARAJES Y TRASTEROS LIGADOS A LA VIVIENDA

PRINCIPAL).

Gastos en energía eléctrica; gastos del contrato de la luz, alquiler y lectura del contador, etc. de la vivienda principal o de garajes, trasteros, etc. cuando están ligados a la vivienda principal, aunque no estén en el mismo edificio.

04512 ELECTRICIDAD (OTRAS VIVIENDAS, GARAJES Y TRASTEROS NO LIGADOS A LA VIVIENDA PRINCIPAL, ETC.).

Gastos en energía eléctrica; gastos del contrato de la luz, alquiler y lectura del contador, etc. de otras viviendas distintas de la principal, así como de garajes y trasteros no ligados a la vivienda principal, anexos, etc.

04521 GAS CIUDAD Y NATURAL (VIVIENDA PRINCIPAL).

Gastos de gas ciudad y gas natural; gastos del contrato del gas, alquiler, lectura del contador y repartidores de consumo de la vivienda principal.

04522 GAS CIUDAD Y NATURAL (OTRAS VIVIENDAS).

Gastos de gas ciudad y gas natural; gastos del contrato del gas, alquiler, lectura del contador y repartidores de consumo de otras viviendas distintas de la principal.

04523 GAS LICUADO (VIVIENDA PRINCIPAL).

Gastos en butano, propano, etc. así como el alquiler, lectura de contadores y repartidores de consumo, botellas y contenedores para estos gases de la vivienda principal. Excluye camping gas en bombona.

04524 GAS LICUADO (OTRAS VIVIENDAS).

Gastos en butano, propano, etc. así como el alquiler, lectura de contadores y repartidores de consumo, botellas y contenedores para estos gases de otras viviendas distintas de la principal. Excluye camping gas en bombona.

04531 COMBUSTIBLES LÍQUIDOS (VIVIENDA PRINCIPAL).

Gasóleo, fuel-oíl, petróleo lampante y otros combustibles líquidos para uso doméstico, así como gastos de contrato, alquiler, lectura de contadores y repartidores de consumo de la vivienda principal. Combustibles líquidos para iluminación.

04532 COMBUSTIBLES LÍQUIDOS (OTRAS VIVIENDAS).

Gasóleo, fuel-oíl, petróleo lampante y otros combustibles líquidos para uso doméstico, así como gastos de contrato, alquiler, lectura de contadores y repartidores de consumo de otras viviendas distintas de la principal. Combustibles líquidos para iluminación.

04541 CARBÓN (VIVIENDA PRINCIPAL)

Gastos en carbón, de la vivienda principal. Excluye carbón para barbacoa.

04542 CARBÓN (OTRAS VIVIENDAS)

Gastos en carbón, de otras viviendas distintas de la principal. Excluye carbón para barbacoa.

04548 OTROS COMBUSTIBLES SÓLIDOS (VIVIENDA PRINCIPAL)

Coque, aglomerados de carbón, madera, leña, carbón vegetal, turba... para la vivienda principal. Pellets. Briquetas, biocombustible, biomasa de la vivienda principal. Carbón de barbacoa.

04549 OTROS COMBUSTIBLES SÓLIDOS (OTRAS VIVIENDAS)

Coque, aglomerados de carbón, madera, leña, carbón vegetal, turba... para la vivienda principal. Pellets. Briquetas, biocombustible, biomasa de la vivienda principal. Carbón de barbacoa.

Respecto a los ficheros adicionales facilitados por el INE con fechas de realización de las encuestas

y zonas climáticas se han incorporado todos los datos complementando a los registros procedentes del fichero de hogares.

En la base de datos se han creado también las correspondientes tablas con los descriptivos de aquellos campos que recogen variables cualitativas como un índice, como por ejemplo las CCAA o los tipos de edificaciones a fin de poder realizar explotaciones posteriores que muestren los descriptivos y no los índices y sean así fácilmente comprensibles.

Variables cuantitativas	Variables cualitativas o categóricas
Superficie - SUPERF Ingresos mensuales netos del hogar - IMPEXAC	Año de la encuesta - ANOENC Comunidad Autónoma - CCAA Ocupantes del hogar - NMIEMB Ocupantes del hogar menores de 16 años - NMIEM3 Tipo de hogar - TIPHOGAR1 Tipo edificatorio - TIPOEDIF Antigüedad de la vivienda - ANNOCON Disponibilidad de agua caliente sanitaria - AGUACALI Fuente de energía empleada para el agua caliente sanitaria - FUENAGUA Disponibilidad de calefacción - CALEF Fuente de energía empleada para la calefacción - FUENCALE Intervalo de ingresos mensuales netos de hogar - INTERIN

Tabla 4.3 Variables de la EPF empleadas en el estudio y clasificadas en cuantitativas y cualitativas

Cabe destacar que, aunque año de encuesta y número de ocupantes del hogar son variables de tipo numérico, éstas se han tratado como variables cualitativas o categóricas por ser discretas.

Respecto a las anualidades de la EPF empleadas, tal como se ha mencionado, estas abarcan desde 2016 hasta 2022, ambos incluidos.

4.2.2 Desescalado poblacional y temporal de cada registro y reescalado del número de registros

Los gastos y consumos para cada registro de la EPF aparecen escalados tanto temporal como poblacionalmente en los ficheros de microdatos. Esto significa que independientemente del periodo de tiempo que refleje el recibo o factura consultada para cumplimentar la encuesta ese dato se transforma a valores anuales y posteriormente se eleva en función del número de hogares al que representa el hogar encuestado.

De esta forma, la EPF obtiene valores agregados para todos los hogares españoles para cada tipo de gasto y a partir de estos valores puede calcular promedios o realizar otras operaciones.

A efectos de este estudio, estos gastos y consumos se han desescalado poblacionalmente para obtener el valor anual del hogar encuestado. Adicionalmente, se incluye en la base de datos el valor de consumo y gasto desescalado temporalmente con la finalidad de obtener estimados mensuales cuya utilidad se abordará más adelante.

A continuación, a partir de la base de datos anteriormente generada, en la que cada registro representa a un único hogar encuestado, cada registro se introduce un número de veces proporcional a su factor poblacional. Esto supone que, por ejemplo, si el factor poblacional más pequeño de todos los hogares encuestados en las siete anualidades fuera 20, los registros correspondientes a hogares con un factor de elevación poblacional de 100 se insertarían 5 veces y

los que tuvieran un factor de elevación de 40, dos veces.

De este modo se consigue una base de datos que mantiene un tamaño manejable, pero dispone de registros en una cuantía relativa similar al peso que ese tipo de hogar tiene en la población real.

Fruto de todas estas operaciones se obtienen en realidad dos bases de datos. Una primera base de datos que mantiene los valores de la EPF escalados temporal y poblacionalmente y que es útil para análisis más básicos o descriptivos de la población global, cuya ventaja es que es mucho más pequeña y manejable. El número de registros para hogares es en esta base de datos para las siete anualidades 145.415 y de gastos es 314.251.

La segunda base de datos es mucho mayor y las operaciones con ella exigen más tiempo de proceso, pero es la que se emplea para alimentar los modelos de este estudio y calcular parámetros estadísticos, pues reduce en gran medida el sesgo que puede darse si no se considera que hay hogares con factores de elevación poblacional muy pequeños, esto es hogares de tipologías poco habituales, y otros con factores muy grandes, o lo que es lo mismo, muy frecuentes. El número de registros para hogares es en esta base de datos para las siete anualidades 5.807.143 y de gastos es 12.238.345.

4.2.3 Conversión de consumos energéticos a unidades homogéneas

En la EPF los consumos de cada tipo de combustible figuran reflejados en unas unidades distintas (kWh, m³, kilos o litros según el combustible) y es necesario convertirlos a un estándar común a efectos de operaciones, comparaciones y tratamientos posteriores.

Se ha creado una tabla en las bases de datos con los factores de conversión de la unidad de origen de la EPF a tep y kWh a fin de poder realizar las conversiones a unidades energéticas comunes. Los factores de conversión son los siguientes, obtenidos de las fuentes que se indican:

Fuentes de energía	Unidad de origen EPF	Factor de conversión a tep	Factor de conversión a kWh	Fuente
Electricidad	kWh	0,000085984553	1	Agencia Internacional de la Energía ¹⁵
Gas	m ³	0.000870023	10,11835815	Eurostat ¹⁶
Gasóleo	Litros	0.0009243	10,7496000	Eurostat ¹⁷
Gases licuados del petróleo (GLP)	Kilos	0,0011297	13,139	Eurostat
Carbón	Kilos	0,000632	7,347	Eurostat
Otros combustibles sólidos *	Kilos	0,0003382	3,933	IDAE (Anexo III)

**) Se realiza la hipótesis de que estos sean, de forma mayoritaria, distintas formas de biomasa*

Tabla 4.4 Factores de conversión de unidades de medida de combustibles de la EPF a tep y kWh

4.2.4 Depuración de datos

Para los análisis estadísticos posteriores es necesario retirar de la muestra algunos registros en los que no hay disponibilidad de todos los datos implicados en los análisis. Se ha detectado omisión de

¹⁵ <https://www.iea.org/reports/unit-converter-and-glossary>

¹⁶ Se emplea un valor de 36.427 kJ/m³ (valor usualmente reportado a Eurostat como NCV del gas natural)

¹⁷ Para la conversión de unidades de volumen a peso se emplea el anexo III bis del Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes

valores para las variables:

- Año de construcción (ANNOCON)
- Fuente de energía para el ACS
- Fuente de energía para la calefacción
- Tipo edificatorio
- Superficie

La exclusión de los registros con algún campo con información no disponible reduce la muestra total de las siete anualidades de 145.415 observaciones (hogares) a 141.584.

4.2.5 Cálculo de ingresos mensuales netos per cápita en el hogar

Entre los datos de la EPF se encuentra el de ingresos mensuales netos. Según la metodología del INE este dato refleja los ingresos mensuales del hogar una vez deducidos impuestos. Es la mejor aproximación disponible al concepto de renta familiar disponible (también denominada ingreso disponible o renta personal disponible) que es la renta de la que efectivamente disponen las personas y familias para hacer frente a sus gastos y ahorro. El ingreso disponible de hecho se define como el ingreso personal total menos los impuestos sobre el ingreso personal corriente.

Se ha calculado adicionalmente para este estudio los ingresos mensuales netos por persona en el hogar como variable adicional, más indicativa del poder adquisitivo del hogar.

4.3 Preanálisis de datos

El preanálisis de datos realizado en esta etapa comprende una primera revisión de consumos y gastos energéticos por hogar según las distintas variables consideradas empleando técnicas como diagramas de cajas, diagramas de dispersión, ANOVA o coeficientes de correlación.

Se ha realizado un primer análisis estadístico de tipo descriptivo enfocado a detectar las variables que resultan relevantes estadísticamente y conocer mejor la distribución de los datos correspondientes a los consumos y gastos totales, esto es, en el caso de que un hogar disponga de varias fuentes de energía, la suma de consumos y gastos asociados a todas ellas.

Este análisis estadístico, así como todos los ejecutados a lo largo de este estudio y el desarrollo de los modelos se han llevado a cabo en R mediante la aplicación RStudio. R es un lenguaje de programación con un enfoque al análisis estadístico y es uno de los lenguajes de programación más utilizados en investigación científica, siendo además muy popular en los campos de aprendizaje automático (machine learning), minería de datos, investigación biomédica, bioinformática y matemáticas financieras. A su vez, RStudio es uno de los entornos de programación más extendidos.

Este primer análisis se ha realizado mediante análisis de la varianza (ANOVA) y diagramas de cajas (boxplot) para las variables de tipo cualitativo y coeficientes de determinación y nubes de puntos en el caso de las variables de tipo cuantitativo.

4.3.1 Diagramas de cajas o boxplot

Los diagramas de cajas, también conocidos como diagramas de cajas y bigotes o boxplot son un método estandarizado para representar gráficamente una serie de datos numéricos a través de sus

cuartiles y son muy utilizados por permitir de una forma muy visual apreciar diferencias entre grupos.

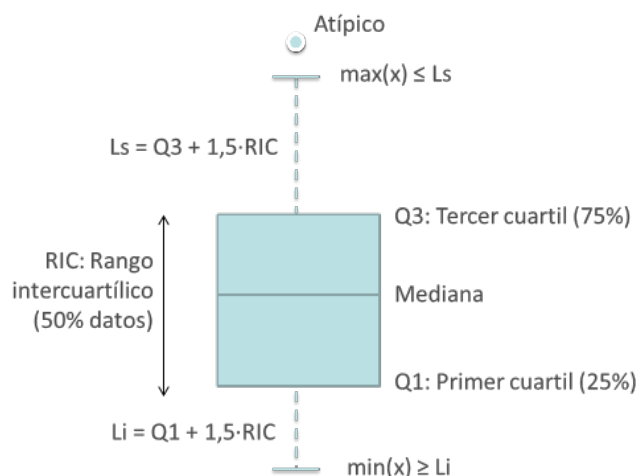


Figura 4.1 Esquema interpretativo de un diagrama de cajas

4.3.2 ANOVA

La técnica de análisis de varianza (ANOVA) también conocida como análisis factorial y desarrollada por Fisher en 1930, constituye la herramienta básica para el estudio del efecto de uno o más factores (cada uno con dos o más niveles) sobre la media de una variable continua. Es, por lo tanto, el test estadístico a emplear cuando se desea comparar las medias de dos o más grupos. Esta técnica puede generalizarse también para estudiar los posibles efectos de los factores sobre la varianza de una variable.

La hipótesis nula de la que parten los diferentes tipos de ANOVA es que la media de la variable estudiada es la misma en los diferentes grupos, en contraposición a la hipótesis alternativa de que al menos dos medias difieren de forma significativa. ANOVA permite comparar múltiples medias, pero lo hace mediante el estudio de las varianzas.

El funcionamiento básico de un ANOVA consiste en calcular la media de cada uno de los grupos para a continuación comparar la varianza de estas medias (varianza explicada por la variable grupo, intervarianza) frente a la varianza promedio dentro de los grupos (la no explicada por la variable grupo, intravarianza). Bajo la hipótesis nula de que las observaciones de los distintos grupos proceden todos de la misma población (tienen la misma media y varianza), la varianza ponderada entre grupos será la misma que la varianza promedio dentro de los grupos. Conforme las medias de los grupos estén más alejadas las unas de las otras, la varianza entre medias se incrementará y dejará de ser igual a la varianza promedio dentro de los grupos.

El estadístico estudiado en el ANOVA, conocido como F-ratio, es la ratio entre la varianza de las medias de los grupos y el promedio de la varianza dentro de los grupos. Este estadístico sigue una distribución conocida como “F de Fisher-Snedecor”. Si se cumple la hipótesis nula, el estadístico F adquiere el valor de 1 ya que la intervarianza será igual a la intravarianza. Cuanto más difieran las medias de los grupos mayor será la varianza entre medias en comparación al promedio de la varianza dentro de los grupos, obteniéndose valores de F superiores a 1 y por lo tanto menor la probabilidad de que la distribución adquiera valores tan extremos. Esa probabilidad se mide a través del llamado p-valor y se considera que para p-valores inferior a 0.05 existen diferencias estadísticamente representativas entre los grupos analizados.

4.3.3 Nubes de puntos o diagramas de dispersión

No son más que una representación gráfica sobre dos ejes de coordenadas de los valores de dos variables para una serie de observaciones.

4.3.4 Coeficientes de determinación o R^2

En estadística, el coeficiente de determinación, denominado R^2 tiene varias definiciones. En el contexto de la búsqueda de relaciones lineales sencillas entre variables (regresión lineal simple) es simplemente el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson, siendo la expresión que nos permite calcularlo:

$$\rho_{X,Y} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Donde:

X e Y son dos variables aleatorias, cuantitativas y continuas.

σ_{XY} es la covarianza de X e Y

σ_X es la desviación estándar de X

σ_Y es la desviación estándar de Y

4.4 Estimación de consumos y gastos anuales para fuentes energéticas con sesgo por la fecha de la encuesta

Los resultados del preanálisis del punto anterior, que pueden consultarse en el apartado “Resultados” de este estudio concluyen que, la fecha de las encuestas resulta un factor con una fuerte influencia en los valores que se registran para consumos y gastos energéticos.

El origen de este efecto, tal como se analiza en mayor profundidad en el apartado “Resultados”, es que la EPF tiene una peculiaridad en cuanto a la recopilación de datos de ciertos consumos y gastos energéticos. Para los casos de la electricidad, gas natural, gas ciudad y gases licuados esta recogida de datos es referida al último recibo abonado por el hogar. Estos recibos son, a modo general, de periodicidad mensual en el caso de la electricidad, bimensual en el caso del gas y variables en el caso de los gases licuados ya que se venden en unidades (bombonas) y son adquiridos en función de la demanda.

En esos casos esto conlleva a que el dato registrado esté muy influido por la fecha de realización de la encuesta, presentando de forma general, valores más elevados en meses fríos por el efecto de la calefacción, cuando estas fuentes energéticas son empleadas con esa finalidad.

Cuando se trata, como es la función principal de la EPF de dar valores globales de gasto anual para los hogares de un territorio, y teniendo en cuenta que la cantidad de hogares que encuestan es muy numerosa y de forma continua durante todo el año, este efecto no es relevante. Unos hogares compensan a otros, entre todos comprenden una distribución a lo largo del año homogénea, y a través de los factores adecuados de elevación poblacional y temporal de los datos de la encuesta el agregado global es estadísticamente representativo para una anualidad.

Sin embargo, esto si es un inconveniente cuando quiere estudiarse dentro de esa muestra la relación entre consumos y gastos térmicos y otras características del hogar encuestado, ya que los

primeros estarán sesgados por la fecha.

Asimismo, puede suponer una limitación cuando el problema planteado es de clasificación. En ese caso se corre el riesgo de que ciertos hogares caigan dentro de umbrales que se consideran de gasto o consumo anormalmente alto o bajo, no porque dicho gasto ciertamente lo sea sino porque se han encuestado en fechas determinadas, dando lugar a su consideración como un dato atípico o generando ruido en el modelo de clasificación empleado.

Por ello, de cara a estudiar el gasto energético de los hogares de la EPF en función de otras características de cada uno de ellos registradas en la misma, se ha considerado necesario estimar para cada uno de esos hogares en el caso de las fuentes energéticas en los que se registran los datos del último recibo, cuáles sería sus consumos y gastos anuales.

La metodología empleada para la reconstrucción de los valores anuales ha consistido en la aplicación de perfiles.

Se trata de generar y aplicar una serie de perfiles de consumo y gasto para un número suficiente de consumidores tipo que permita inferir de las características del hogar, fecha de la encuesta y valor de consumo y gasto de ese último recibo, cuáles serían los consumos y gastos de un año completo.

Estos perfiles, para cada uno de los consumidores tipo se calculan a partir de la propia muestra de hogares de la EPF.

A continuación, se detalla la metodología empleada para ello.

4.4.1 Asignación de un mes de referencia

Para poder construir los distintos perfiles a partir de la propia muestra de hogares encuestados puede resultar interesante referir los consumos, no al mes en que se realiza la encuesta, sino a algún momento anterior, ya que el dato proviene de un recibo ya abonado.

En cualquier caso, hay que ser tener en cuenta que esta operación ejecutada de una u otra forma conlleva un cierto grado de error en la asignación del momento temporal en que ocurren los consumos, pues, aunque se sabe que el dato corresponde a un último recibo, este puede tener distinta antigüedad, entre 1 día y hasta dos meses en el caso del gas natural.

En el punto 4.2.2 de esta Metodología se describieron las operaciones de pretratamiento de datos para el desescalado poblacional y temporal de los datos de consumos y gastos energéticos de los hogares hasta valores mensuales. En este punto se toman esos datos y se les asigna un mes de referencia de acuerdo con lo siguiente:

- Mes anterior al de la fecha de la encuesta en el caso de la electricidad que ya, de forma amplia se factura mensualmente.
- Dos meses antes al de la fecha de la encuesta en el caso del gas (gas natural y gas ciudad) para el cual la facturación es de periodicidad bimensual de forma general.
- El propio mes de la encuesta para el caso de los gases licuados del petróleo (propano, butano) en el que la adquisición del suministro (bombonas) y su consumo puede estar más próximo en el tiempo.

4.4.2 Determinación de hogares consumidores tipo

Se busca tener un número de hogares consumidores tipo, entendido esto como distintas formas de la curva de consumos (distintos perfiles), que permitan aplicar a cada caso la mejor estimación posible. Sin embargo, este número de consumidores tipo debe ser también un número manejable y debe haber coherencia en las características a emplear en la definición de consumidores tipo para cada fuente energética.

La combinatoria posible entre las distintas variables registradas en la encuesta es amplísima. Asimismo, en el apartado de “Resultados” en el punto 5.1.2 el primer análisis exploratorio de datos realizado indica que muchas de ellas tenían un efecto representativo estadísticamente, hasta el punto de que la sensibilidad del método no permite determinar cuáles son las más relevantes.

Se ha aplicado entonces un método conocido como árboles de decisión.

Los árboles de decisión constituyen un método utilizado en distintas disciplinas como modelo de predicción. Se asemejan a diagramas de flujo, en los que se alcanza un punto en los que se toman decisiones de acuerdo con una regla determinada.

En el campo del machine learning, hay distintas maneras de obtener árboles de decisión, la que se ha empleado es conocida como CART (Classification And Regression Trees). Esta es una técnica de aprendizaje supervisado. Dada una variable dependiente, en este caso los consumos, el objetivo es obtener una función que nos permita predecirla, a partir de variables predictoras.

Con esta técnica se pueden obtener árboles de clasificación y de regresión. Dado que en este caso la variable de consumos es una variable continua, la implementación concreta es un árbol de regresión.

La implementación particular de CART que se ha usado es conocida como Recursive Partitioning and Regression Trees o RPART. De manera general, lo que hace este algoritmo es encontrar la variable independiente que mejor separa nuestros datos en grupos, que corresponden con las categorías de la variable objetivo. Esta mejor separación es expresada con una regla. A cada regla corresponde un nodo del árbol.

Los datos son separados (particionados) en grupos a partir de la regla obtenida. Después, para cada uno de los grupos resultantes, se repite el mismo proceso. Se busca la variable que mejor separa los datos en grupos, se obtiene una regla, y se separan los datos. Todo esto de manera recursiva hasta que es imposible obtener una mejor separación. Cuando esto ocurre, el algoritmo se detiene. Cuando un grupo no puede ser partido mejor, se le llama nodo terminal u hoja.

Una característica muy importante en este algoritmo es que una vez que alguna variable ha sido elegida para separar los datos, ya no es usada de nuevo en los grupos que ha creado. Se buscan variables distintas que mejoren la separación de los datos. Además, acepta incorporar a las variables predictoras tanto variables cuantitativas como cualitativas, lo que no todos los métodos permiten, lo que lo hace muy adecuado a este caso de estudio.

El resultado de todo el proceso anterior es una serie de bifurcaciones que tiene la apariencia de un árbol del que van creciendo ramas.

Las principales ventajas de este método son su interpretabilidad, pues nos da un conjunto de reglas a partir de las cuales se pueden tomar decisiones y además generan salidas muy visuales y fáciles de explicar al público, aun cuando no sean expertos en estadística.

Debe tenerse en cuenta que en este caso el uso de este algoritmo no tiene la finalidad de desarrollar un modelo predictivo, sino de ayudar a conocer las variables que mejor pueden segmentar la muestra a fin de determinar los consumidores tipo. Por tanto, se ha empleado la totalidad de la muestra en su elaboración en lugar de particionarla en un conjunto de entrenamiento del modelo y otro de prueba para posterior validación cruzada.

Los árboles de decisión pueden tender al sobreajuste. Esto es que terminen generando un número muy elevado de nodos terminales, reproduciendo la muestra, pero siendo poco flexibles para la clasificación de nuevos casos. Para prevenir esta situación una técnica que se aplica es la del podado, esto es reducir el número de bifurcaciones para que los grupos generados reflejen generalidades de orden superior.

Los árboles obtenidos para cada fuente de energía (electricidad, gas y gases licuados) se han podado para prevenir dicho efecto y nos permiten determinar un número acotado de hogares consumidores tipo.

4.4.3 Reconstrucción de perfiles de consumos y gastos para cada hogar consumidor tipo

Una vez conocidas las características que definen los árboles de decisión, estas son las que nos permiten definir distintos hogares consumidores tipo, pueden filtrarse las muestras por éstas y obtener submuestras en las que calcular el promedio de consumos y de gastos en cada mes de referencia. En el apartado 5.2 pueden encontrarse las características que han determinado estos consumidores tipo.

A partir de esos promedios mensuales en cada grupo de consumidores tipo pueden obtenerse curvas de la anualidad completa y se puede conocer qué porcentaje del consumo y gasto total anual supone cada mensualidad sobre el total del año.

Conocido ese dato se trasladan a una tabla de la base de datos las contribuciones a la anualidad en consumo y gasto de cada mes para cada combustible y hogar consumidor tipo. Aplicando a cada caso de la muestra en función del hogar consumidor tipo al que pertenece y el mes de referencia calculado sobre la fecha de encuesta, se obtienen los consumos y gastos anuales.

4.5 Análisis exploratorio

Se realizan algunas estadísticas básicas sobre las propias características de los hogares de la muestra o sobre los consumos y gastos en función de estas características.

También se describe la composición en términos energéticos y de gasto de la “cesta de la compra energética” de los hogares españoles para el año 2022.

Asimismo, con los datos de consumos y gastos anuales estimados en función de los perfiles según la metodología descrita en los apartados 4.4.1, 4.4.2 y 4.4.3 para electricidad, gas y gases licuados, es posible combinar estos datos con los del resto de fuentes de energía (gasóleo, carbón y otros combustibles sólidos) y agrupar para cada hogar los consumos y los gastos de todos sus combustibles. Así se obtiene un valor anual de consumo y gasto energético.

La segunda parte del análisis exploratorio ha empleado los datos de la EPF tras estos tratamientos sobre los que aplica las técnicas ya descritas en el punto 4.3 de este apartado.

Otros trabajos descritos a continuación también emplean los datos de la EPF tras dichos tratamientos.

4.6 Desarrollo de un modelo explicativo del consumo y del gasto energéticos

De nuevo, por su buena adaptación a los objetivos de este estudio y a las características de la muestra se han empleado árboles de regresión tal como fueron descritos con anterioridad en el punto 4.4.2 de este apartado.

Sin embargo, ya que en esta etapa del estudio lo que se aborda es el desarrollo de un modelo explicativo, y no sólo una orientación sobre qué variables son más influyentes, y van a compararse distintos modelos entre sí, es necesario particionar la muestra en 2 subconjuntos. Uno para entrenamiento del modelo, con el 75% de los datos y otro para su validación con un 25% de los datos. La selección de los registros para formar parte de uno u otro subconjunto es aleatoria. La comparativa entre los datos reales de la muestra de validación y los que predice el modelo es lo que proporciona una medida de la fiabilidad del modelo.

Asimismo, se han generado árboles de regresión sin especificar qué variables deben emplearse y también restringiendo algunas opciones para explorar distintas alternativas.

4.7 Estudio diferenciado del consumo y gasto eléctrico y térmico

Como último apartado de este estudio y como posible elemento de apoyo al diseño de medidas prestacionales o regímenes de ayudas se han estudiado de forma diferenciada:

- El consumo y gasto eléctrico, excluido aquel destinados a calefacción y ACS.
- El consumo y gasto térmico, es decir, aquel fundamentalmente destinado a cubrir calefacción y ACS.

Estos consumos y gastos se han estudiado desde la perspectiva de las dos variables disponibles en la muestra que pueden emplearse con mayor facilidad a la hora de diseñar medidas prestacionales o regímenes de ayudas por ser aquellas comprobables por una Administración o tercero de forma sencilla: zona climática y número de ocupantes en el hogar.

La zona climática depende del municipio en el que se localice una vivienda, dato que se refleja en los contratos de suministros energéticos o documentación oficial del potencial solicitante. El número de ocupantes de una vivienda o personas en el hogar puede acreditarse mediante un volante o certificado de empadronamiento. A efectos de estos estudios cabe destacar que los hogares con cinco o más personas se han agrupado en una única clase ya que, en caso contrario, el número de observaciones resultaba reducido en los grupos con más ocupantes.

Otras variables disponibles, como la tipología del hogar, tipo edificatorio, etc. requieren de la recopilación e interpretación de otros datos y pueden ser difíciles de acreditar por los solicitantes o de comprobar por las Administraciones. No son por tanto adecuados a efectos de agilidad de los procedimientos y reducción de la carga administrativa. Por ello este estudio se centra en los mencionados en el párrafo anterior.

4.7.1 Consumo y gasto eléctrico no térmico

Para el estudio del consumo y gasto eléctrico, entendidos estos como aquellos destinados fundamentalmente a cubrir necesidades de iluminación, electrodomésticos y otros aparatos eléctricos y electrónicos se han excluido de la muestra aquellos hogares que han declarado disponer de calefacción o ACS eléctricas.

Posteriormente se han estudiado sus consumos y gastos de electricidad con algunas de las herramientas ya descritas en los apartados 4.3, 4.5 y 4.6: Diagramas de cajas, árboles de regresión y parámetros estadísticos básicos.

4.7.2 Consumo y gasto térmicos

Para el estudio del consumo y gastos térmico, entendidos estos como aquellos destinados fundamentalmente a cubrir necesidades de calefacción y ACS, se han tomado de la muestra de hogares los consumos de fuentes energéticas distintas a la electricidad.

Posteriormente se han estudiado sus consumos y gastos con algunas de las herramientas ya descritas en los apartados 4.3, 4.5 y 4.6: Diagramas de cajas, árboles de regresión y parámetros estadísticos básicos.

5 Resultados

Este apartado contiene los resultados del estudio tras la aplicación de la metodología descrita en el apartado anterior y su análisis. Se estructura en los siguientes puntos:

- Resultados del preanálisis de datos.
- Resultados de las estimaciones de consumos anuales para fuentes energéticas con sesgo de último recibo.
- Resultados del análisis exploratorio.
- Modelo explicativo del consumo y el gasto energéticos.
- Estudio diferenciado de consumos y gastos eléctricos y térmicos

5.1 Resultados del preanálisis de datos

Mediante el empleo de las técnicas descritas en el apartado de Metodología en su punto 4.3 se ha realizado un primer análisis de consumos y gastos orientado a obtener una primera aproximación sobre el efecto de las variables de las que se dispone.

Las figuras expuestas a continuación son los diagramas de cajas o boxplot para las variables de tipo cualitativo o categóricas, consumos y gastos, en primer y segundo lugar respectivamente. Además, en estas representaciones se han omitido los valores atípicos a fin de evitar la distorsión en la escala del eje x, que introducían y dificultaban la correcta visualización de las cajas.

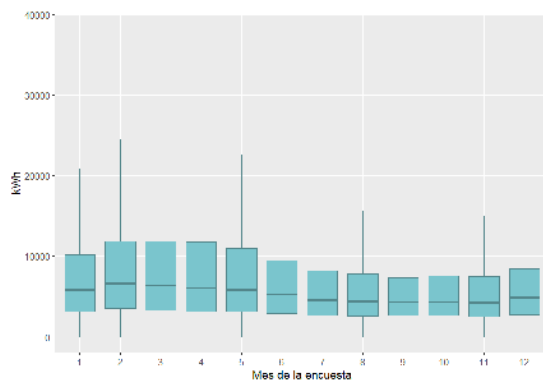


Figura 5.1 Diagrama de cajas del consumo anual por hogar según el mes de la encuesta

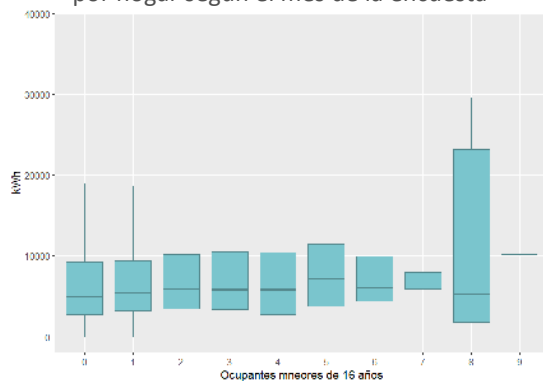


Figura 5.3 Diagrama de cajas del consumo anual por hogar según los ocupantes del hogar menores de 16 años

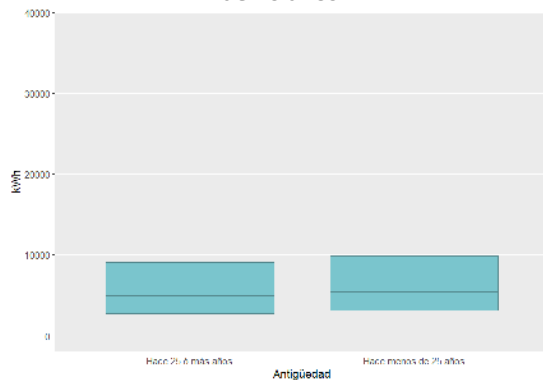


Figura 5.5 Diagrama de cajas del consumo anual por hogar según antigüedad de la vivienda

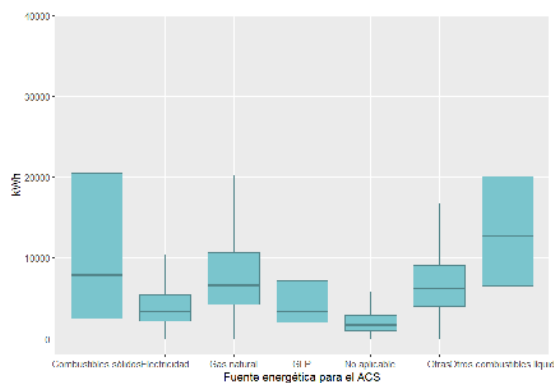


Figura 5.7 Diagrama de cajas del consumo anual

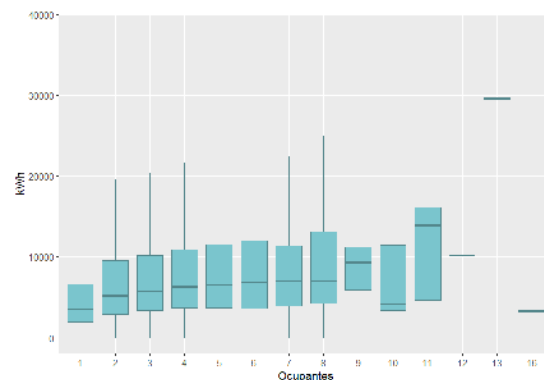


Figura 5.2 Diagrama de cajas del consumo anual por hogar según el número de ocupantes del hogar

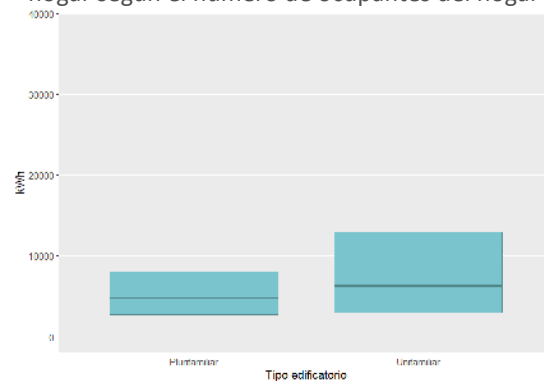


Figura 5.4 Diagrama de cajas del consumo anual por hogar según el tipo edificatorio

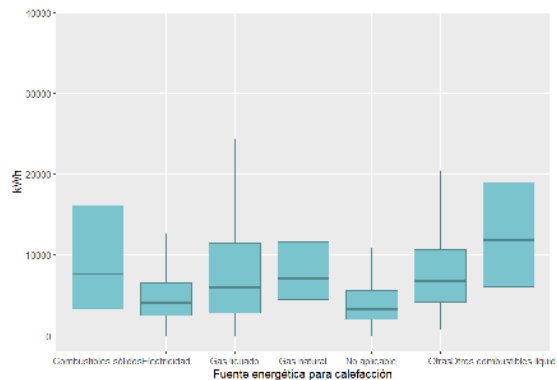


Figura 5.6 Diagrama de cajas del consumo anual por hogar según fuente de energía para la calefacción

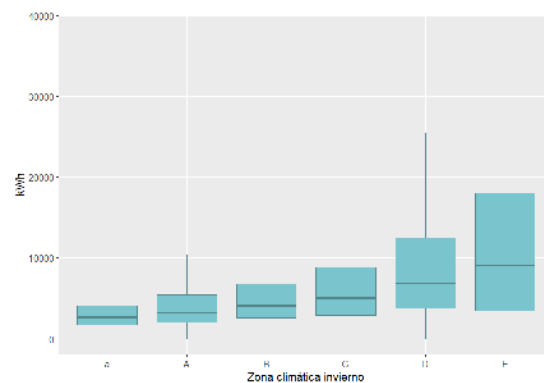


Figura 5.8 Diagrama de cajas del consumo anual por

por hogar según fuente de energía para el ACS

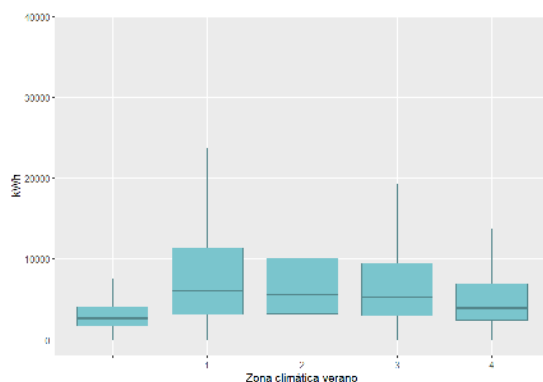


Figura 5.9 Diagrama de cajas del consumo anual por hogar según zona climática de verano

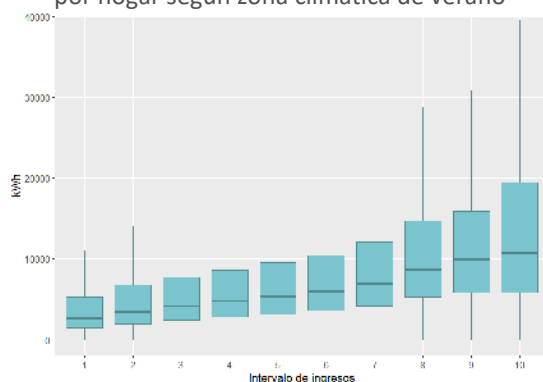


Figura 5.11 Diagrama de cajas del consumo anual por hogar según el intervalo de ingresos netos del hogar

- 1 - Menos de 500 €
- 2 - De 500 a menos de 1000 €
- 3 - De 1000 a menos de 1500 €
- 4 - De 1500 a menos de 2000 €
- 5 - De 2000 a menos de 2500 €
- 6 - De 2500 a menos de 3000 €
- 7 - De 3000 a menos de 5000 €
- 8 - De 5000 a menos de 7000 €
- 9 - De 7000 a menos de 9000 €
- 10 - 9000 o más €

hogar según zona climática de invierno

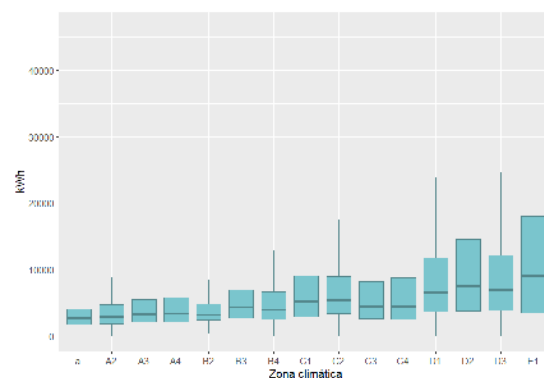


Figura 5.10 Diagrama de cajas del consumo anual por hogar según zona climática

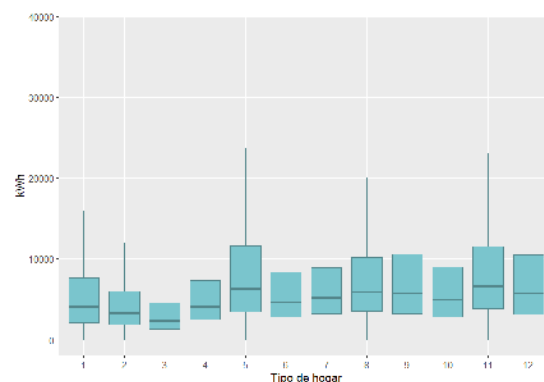


Figura 5.12 Diagrama de cajas del consumo anual por hogar según el tipo de hogar

- 1 - Una persona de 65 o más años
- 2 - Una persona de 30 a 64 años
- 3 - Una persona de menos de 30 años
- 4 - Una persona adulta con descendientes menores de 16 años
- 5 - Pareja sin descendientes teniendo al menos una de ellas 65 años o más
- 6 - Pareja sin descendientes teniendo ambos menos de 65 años
- 7 - Pareja con un descendiente menor de 16 años
- 8 - Pareja con dos descendientes menores de 16 años
- 9 - Pareja con tres o más descendientes menores de 16 años
- 10 - Padre o madre solo, con al menos un descendiente de 16 o más años
- 11 - Pareja con al menos un descendiente de 16 o más años
- 12 - Otros hogares

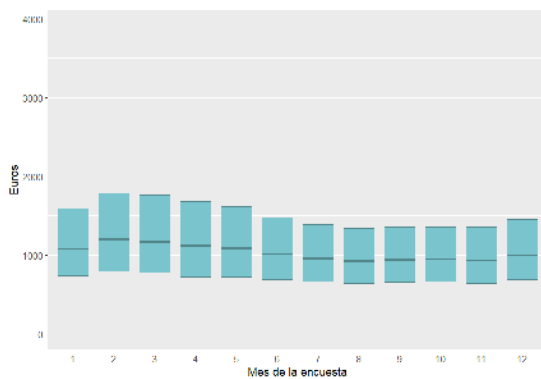


Figura 5.13 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según el mes de la encuesta

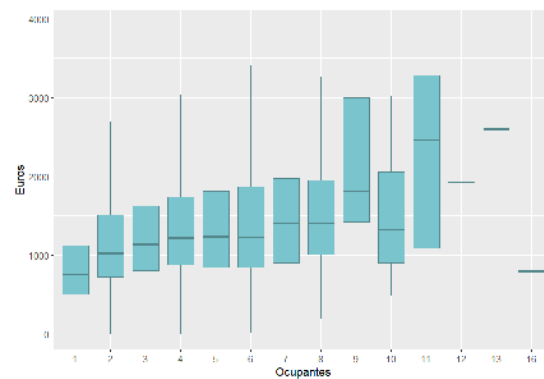


Figura 5.14 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según el número de ocupantes del hogar

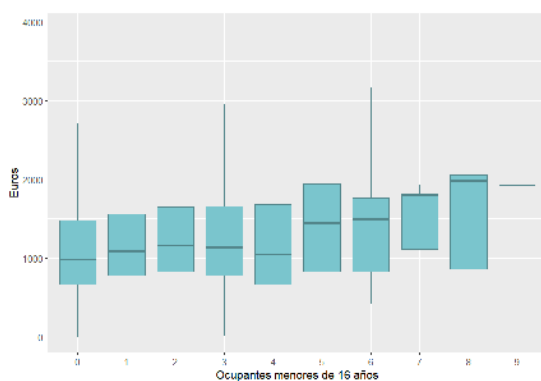


Figura 5.15 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según los ocupantes del hogar menores de 16 años

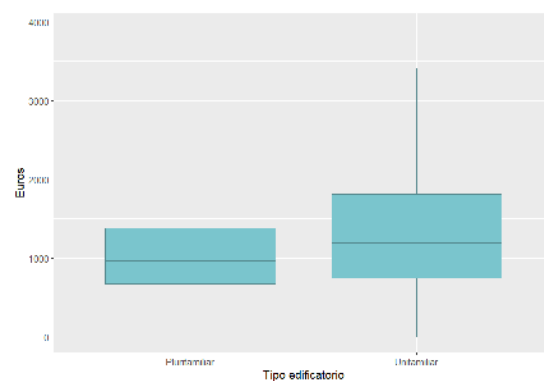


Figura 5.16 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según el tipo edificatorio

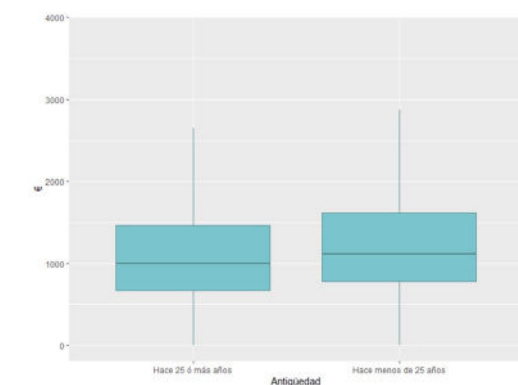


Figura 5.17 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según antigüedad de la vivienda

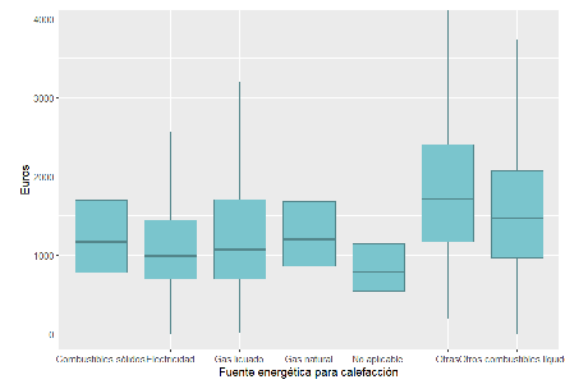


Figura 5.18 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según fuente de energía para la calefacción

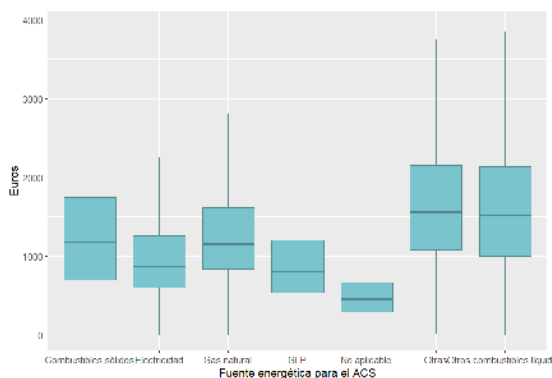


Figura 5.19 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según fuente de energía para el ACS

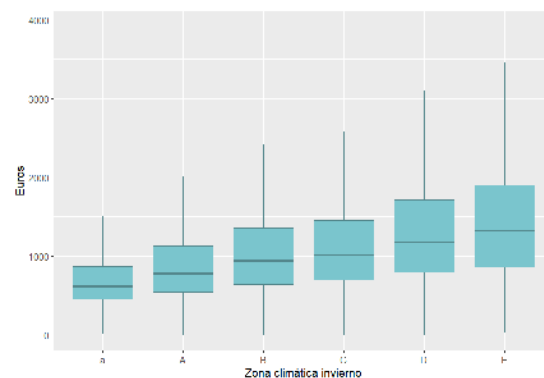


Figura 5.20 Diagrama de cajas del gasto anual por

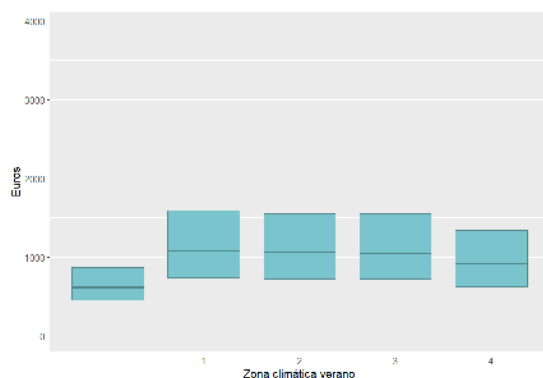


Figura 5.21 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según zona climática de verano

hogar según zona climática de invierno

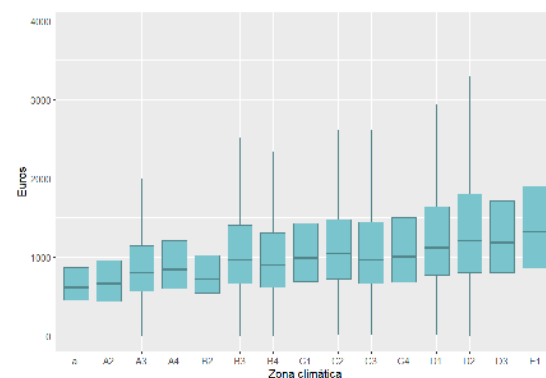


Figura 5.22 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según zona climática

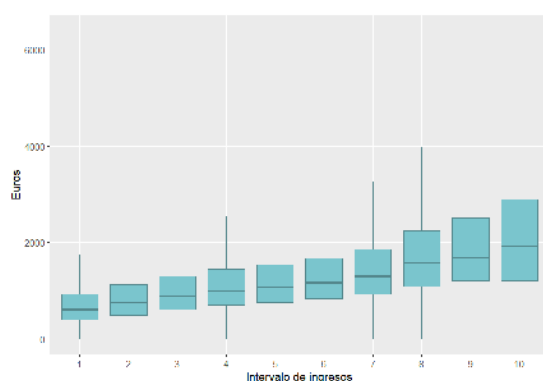


Figura 5.23 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según el intervalo de ingresos netos del hogar

- 1 - Menos de 500 €
- 2 - De 500 a menos de 1000 €
- 3 - De 1000 a menos de 1500 €
- 4 - De 1500 a menos de 2000 €
- 5 - De 2000 a menos de 2500 €
- 6 - De 2500 a menos de 3000 €
- 7 - De 3000 a menos de 5000 €
- 8 - De 5000 a menos de 7000 €
- 9 - De 7000 a menos de 9000 €
- 10 - 9000 o más €

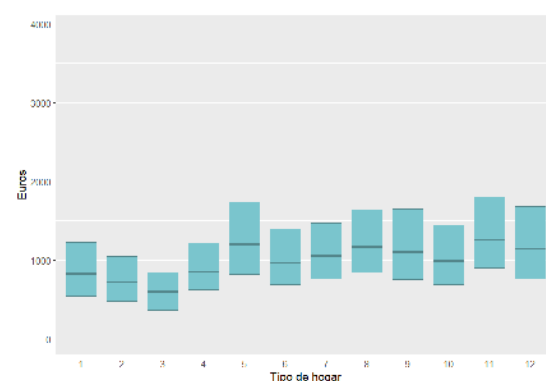


Figura 5.24 Diagrama de cajas del gasto anual por hogar según el tipo de hogar

- 1 - Una persona de 65 o más años
- 2 - Una persona de 30 a 64 años
- 3 - Una persona de menos de 30 años
- 4 - Una persona adulta con descendientes menores de 16 años
- 5 - Pareja sin descendientes teniendo al menos una de las personas 65 años o más
- 6 - Pareja sin descendientes teniendo ambos menos de 65 años
- 7 - Pareja con un descendiente menor de 16 años
- 8 - Pareja con dos descendientes menores de 16 años
- 9 - Pareja con tres o más descendientes menores de 16 años
- 10 - Padre o madre solo, con al menos un descendiente de 16 o más años
- 11 - Pareja con al menos un descendiente de 16 o más años
- 12 - Otros hogares

La siguiente tabla muestra el resultado del análisis de la varianza (ANOVA) para las anteriores variables.

Variable	p-valor para consumos	p-valor para gastos
Mes de la encuesta	< 0,05	< 0,05
Número de ocupantes del hogar	< 0,05	< 0,05
Número de ocupantes del hogar menores a 16 años	< 0,05	< 0,05
Tipo edificatorio	< 0,05	< 0,05
Antigüedad de la construcción	< 0,05	< 0,05
Fuente de energía para la calefacción	< 0,05	< 0,05
Fuente de energía para el ACS	< 0,05	< 0,05
Zona climática de invierno	< 0,05	< 0,05
Zona climática de verano	< 0,05	< 0,05
Zona climática	< 0,05	< 0,05
Edad de la construcción	< 0,05	< 0,05
CCAA	< 0,05	< 0,05
Intervalo de ingresos netos	< 0,05	< 0,05
Tipo de hogar	< 0,05	< 0,05

Tabla 5.1 Resultados del ANOVA para las variables categóricas

Las figuras mostradas a continuación son los diagramas de dispersión correspondientes a las variables cuantitativas, consumos y gastos, en primer y segundo lugar respectivamente.

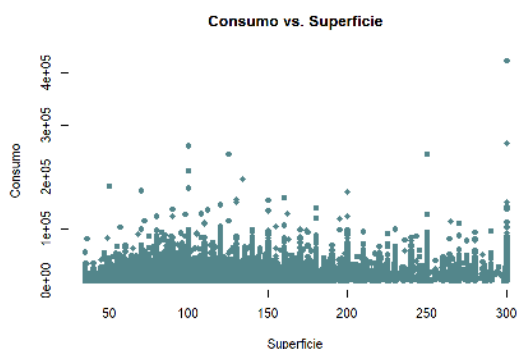


Figura 5.25 Diagrama de dispersión del consumo anual por hogar y la superficie

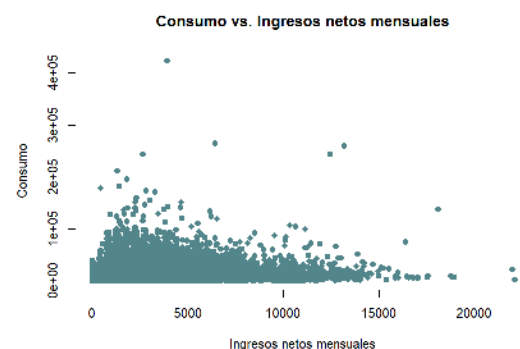


Figura 5.26 Diagrama de dispersión del consumo anual por hogar y los ingresos netos mensuales del hogar

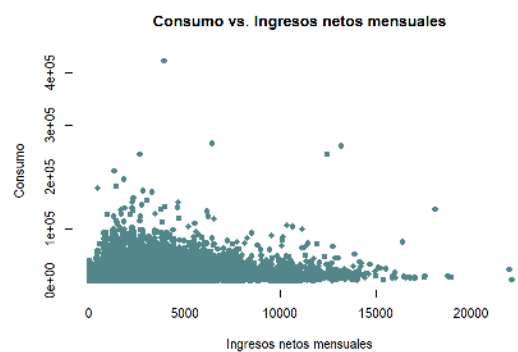


Figura 5.27 Diagrama de dispersión del consumo anual por hogar y los ingresos netos mensuales por miembro del hogar

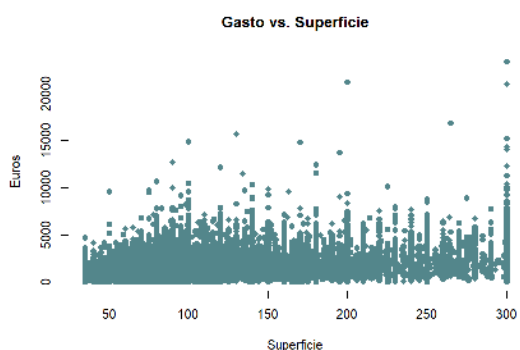


Figura 5.28 Diagrama de dispersión del gasto anual por hogar y la superficie

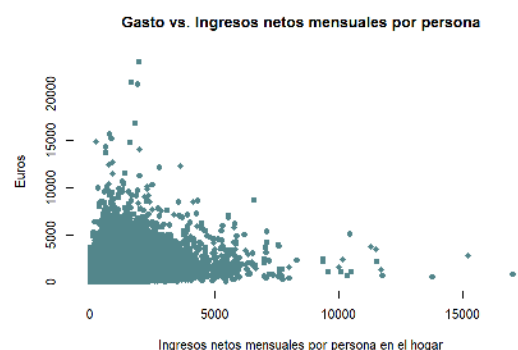


Figura 5.29 Diagrama de dispersión del gasto anual por hogar y los ingresos netos mensuales del hogar

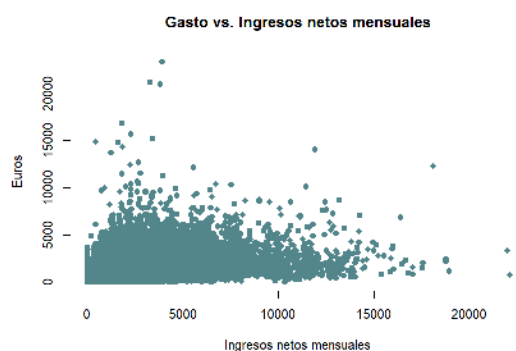


Figura 5.30 Diagrama de dispersión del gasto anual por hogar y los ingresos netos mensuales por miembro del hogar

La siguiente tabla muestra las correlaciones para las anteriores variables.

Variable	Correlación para consumos	Correlación para gastos
Superficie	0,285614	0,3468154
Ingresos mensuales netos del hogar	0,2201657	0,3272905
Ingresos mensuales netos por miembro del hogar	0,07217731	0,1018081

Tabla 5.2 Correlaciones para las variables cuantitativas

En los diagramas de cajas se distinguen a simple vista diferencias entre grupos dentro de las variables. Estas diferencias son más suaves en los gastos que en los consumos, lo que probablemente puede explicarse por la existencia de términos fijos en las facturaciones de algunas fuentes energéticas (gas y electricidad fundamentalmente), es decir, existe un coste fijo que no depende del consumo ni se ve afectado por las variables que lo condicionan.

Valores del p-valor de un ANOVA inferiores a 0,05 se consideran representativos estadísticamente. Todas las variables analizadas resultan en p-valores inferiores a ese valor, muy inferiores en realidad, quedando por debajo de la sensibilidad del método, de forma que no puede determinarse de esta manera cuáles son las más influyentes.

En cuanto a las variables cuantitativas, existen correlaciones, si bien son débiles (en este caso un 0 indicaría que no hay correlación y un 1 que la correlación es perfecta).

Estos primeros resultados podrían llevar a la conclusión, que sería errónea, de que, a partir de la combinación de todas las variables cualitativas, podría desarrollarse un modelo preciso capaz de que explique el consumo energético, y que las variables cuantitativas podrían descartarse. Sin embargo, esto no es exactamente así. Una interpretación más adecuada es considerar que se trata de un problema complejo, por los siguientes motivos:

- Pueden apreciarse grupos de consumos diferentes según múltiples variables. Sin embargo, no es posible conocer con técnicas sencillas cuáles son las variables más relevantes.
- Las correlaciones en el caso de las variables cuantitativas son bajas y eso descarta que existan relaciones de tipo lineal globales, en toda la muestra. Pero no descarta que existan relaciones de tipo no lineal o que dentro de subgrupos estas variables no sean explicativas. Por ejemplo, la superficie por sí misma no muestra una regresión lineal fuerte con el consumo ni con el gasto, pero, podría ocurrir que, una vez segmentada la muestra por zonas climáticas, dentro de cada una de las zonas climáticas si existiera esa correlación. Esto puede aplicarse a otras combinaciones de variables por lo que, no deberían descartarse estas variables sin más análisis.
- Algunas de estas variables pueden no ser totalmente independientes unas de otras interfiriendo entre ellas de introducirse conjuntamente en un modelo. Por ejemplo, superficie y tipo edificatorio, sería un caso evidente, dado que las casas unifamiliares tienden a tener mayores superficies que las plurifamiliares. Tipo de hogar y número de ocupantes también son variables en las que existe interferencia. Incluso, entre número de ocupantes del hogar y superficie podría haberla ya que, en la medida de sus posibilidades las familias grandes tienden a vivir en viviendas con más habitaciones que las personas que viven solas o parejas sin hijos.

Merece mención aparte, por ser especialmente relevante, a efectos de este estudio, el efecto del mes de la encuesta. Su ANOVA, al igual que el del resto de variables, resulta en p-valores representativos.

De acuerdo con la metodología de la EPF, ésta tiene una peculiaridad en cuanto a la recopilación de datos de ciertos consumos y gastos energéticos. Para los casos de la electricidad, gas natural, gas ciudad y gases licuados esta recogida de datos es referida al último recibo abonado por el hogar.

Estos recibos son, a modo general, de periodicidad mensual en el caso de la electricidad, bimensual en el caso del gas y variables en el caso de los gases licuados ya que se venden en unidades (bombonas) y son adquiridos en función de la demanda.

Las imágenes a continuación tratan de ilustrar este problema de forma más gráfica.

Las figuras 5.31 y 5.32 muestran los valores promedio mensuales de consumos y gastos desescalados tanto poblacional como temporalmente, para el conjunto de encuestas del 2016 al 2022, para estas fuentes energéticas, asignando los consumos y gastos a los siguientes meses de referencia:

- Mes anterior al de la fecha de la encuesta en el caso de la electricidad que ya, de forma amplia se factura mensualmente.

- Dos meses antes al de la fecha de la encuesta en el caso del gas natural para el cuál la facturación es de periodicidad bimensual de forma general.
- El propio mes de la encuesta para el caso del GLP (propano, butano) en el que la adquisición del suministro (bombonas) y su consumo puede estar más próximo en el tiempo.

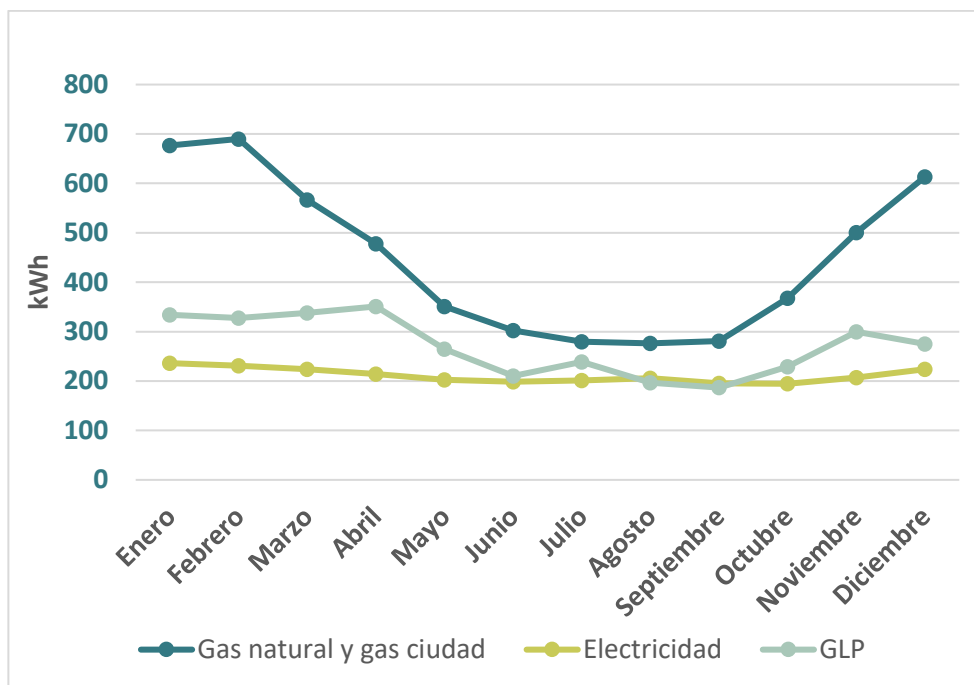


Figura 5.31 Consumos mensuales por hogar promedio de la EPF desescalados temporal y poblacionalmente y asociados al mes de referencia

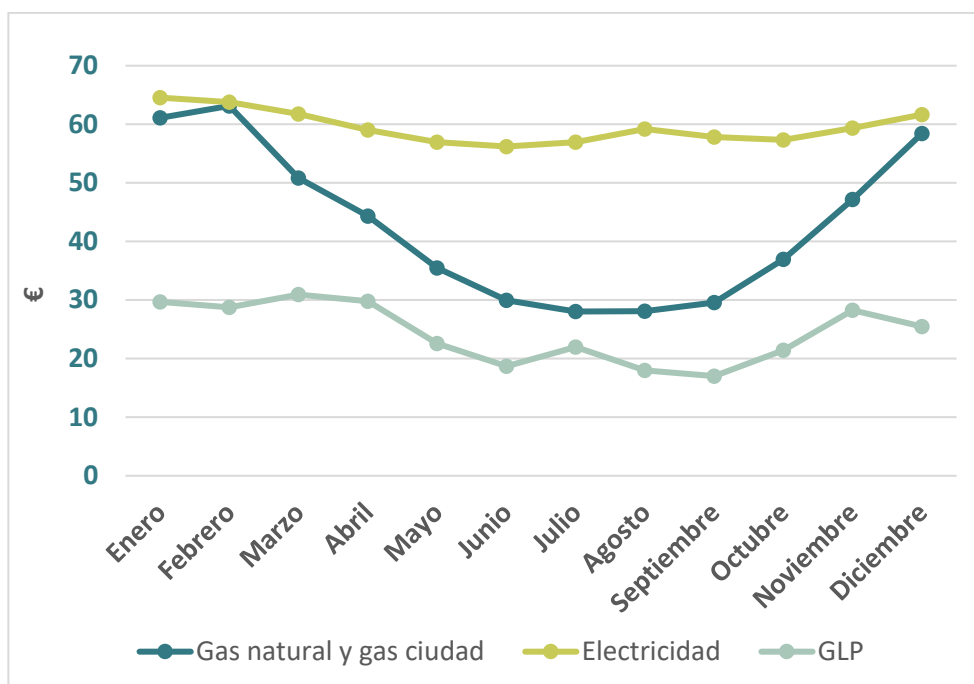


Figura 5.32 Gastos mensuales por hogar promedio de la EPF desescalados temporal y poblacionalmente y asociados al mes de referencia

Puede apreciarse un patrón común con consumos más elevados en los meses fríos. El efecto es especialmente acusado en el caso del gas natural, con un uso frecuente como fuente de calefacción. Es más suave en el caso de la electricidad que tiene un uso generalizado a lo largo del año en distintas aplicaciones independientes del clima (electrodomésticos, iluminación) y un uso menos frecuente en calefacción.

De este modo, por ejemplo, un hogar con calefacción y ACS con gas natural que fuese encuestado en verano, frente a ese mismo hogar encuestado en invierno, podría parecer que tiene un consumo desproporcionadamente bajo.

Este efecto, que se denominará sesgo de fecha de la encuesta, es poco deseable para los objetivos de este estudio, ya que introduce distorsiones a nivel de consumo y gasto y dificulta establecer relaciones explicativas entre las variables y los consumos o los gastos de los hogares de la muestra.

El punto 4.4 del apartado Metodología describe algo más este efecto y detalla la metodología seguida para mitigar sus efectos. El punto a continuación contiene los resultados de aplicar dicha metodología.

5.2 Resultados de la estimación de consumos y gastos anuales para fuentes energéticas con sesgo por la fecha de la encuesta

Siguiendo la metodología descrita en el punto 4.4 del apartado Metodología, tras asignar el mes de referencia conforme el punto 4.4.1 a los consumos desescalados temporal y poblacionalmente, y aplicado el algoritmo de árbol de regresión descrito en el punto 4.4.2 se obtienen los siguientes árboles y perfiles de hogares consumidores tipo.

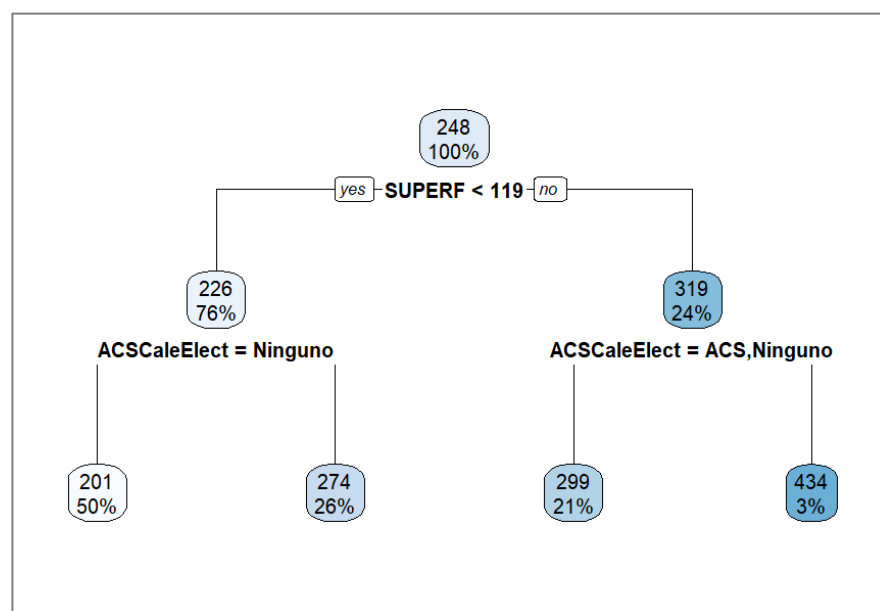


Figura 5.33 Árbol de regresión para los consumos mensuales por hogar de electricidad

Perfil	Superficie	ACS o calefacción eléctricas	Consumos mensuales promedio (kWh)
1	< 119 m ²	Ninguna	201
2		Al menos una de las dos	274
3	>= 109 m ²	Ninguna	299
4		Al menos una de las dos	434

Tabla 5.3 Perfiles de hogares consumidores tipo para la electricidad

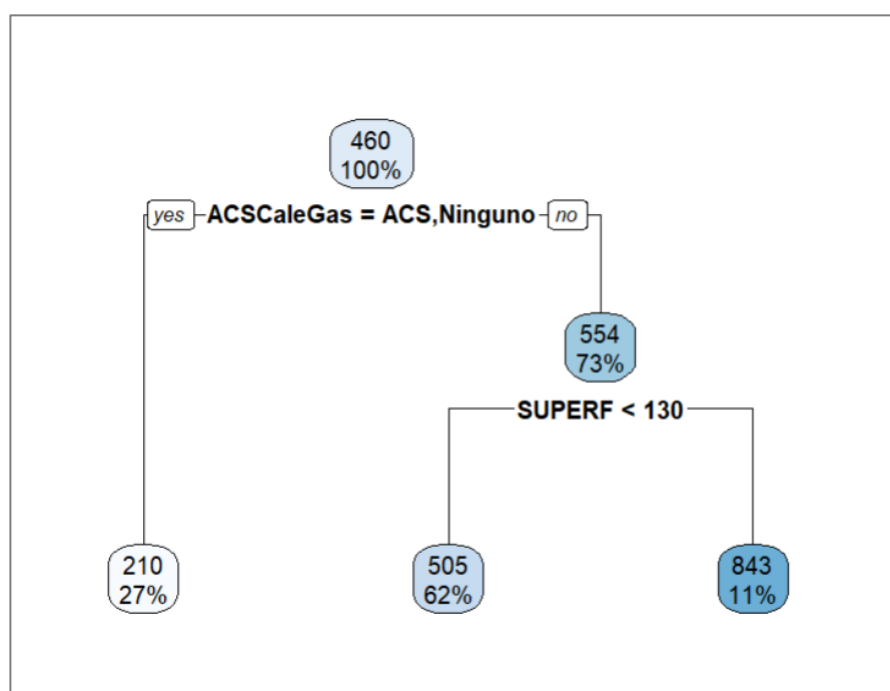


Figura 5.34 Árbol de regresión para los consumos mensuales por hogar de gas

Perfil	ACS o calefacción de gas natural	Superficie	Consumos mensuales promedio (kWh)
1	Ninguna o sólo ACS	Cualquiera	210
2	Sólo calefacción o calefacción y ACS	< 130 m ²	505
3		>= 130 m ²	843

Tabla 5.4 Perfiles de hogares consumidores tipo para el gas

Cabe destacar que, aunque el código de producto de la EPF para gas incluye tanto gas natural como gas ciudad, mientras que los datos de fuente energética empleada para la calefacción son específicos para “Gas natural” (el “Gas ciudad” se ubicaría en “Otros”, el gas ciudad tiene actualmente un uso muy residual. Actualmente es más caro que el gas natural y la infraestructura de tuberías del gas ciudad ha sido utilizada para extender las redes de gas natural. Por tanto, a efectos de estudio, se consideran los consumos en gas como análogo de “Gas natural”.

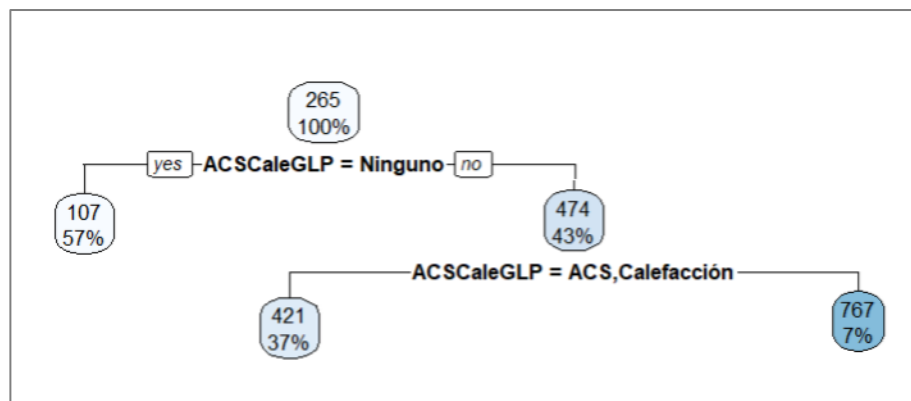


Figura 5.35 Árbol de regresión para los consumos mensuales por hogar de GLP

Perfil	ACS o calefacción con GLP	Consumos mensuales promedio (kWh)
1	Ninguna	107
2	Sólo una de las dos	421
3	Ambas	767

Tabla 5.5 Perfiles de hogares consumidores tipo para el GLP

Si se comprueban en un diagrama de cajas los grupos propuestos por el árbol de decisión, se puede visualizar sus diferencias. El p-valor del ANOVA correspondiente es muy inferior a 0,05 por lo que puede concluirse que esta segmentación es estadísticamente representativa. En estas representaciones se han omitido los valores atípicos a fin de evitar la distorsión en la escala del eje x que introducían y que dificultaba la correcta visualización de las cajas.

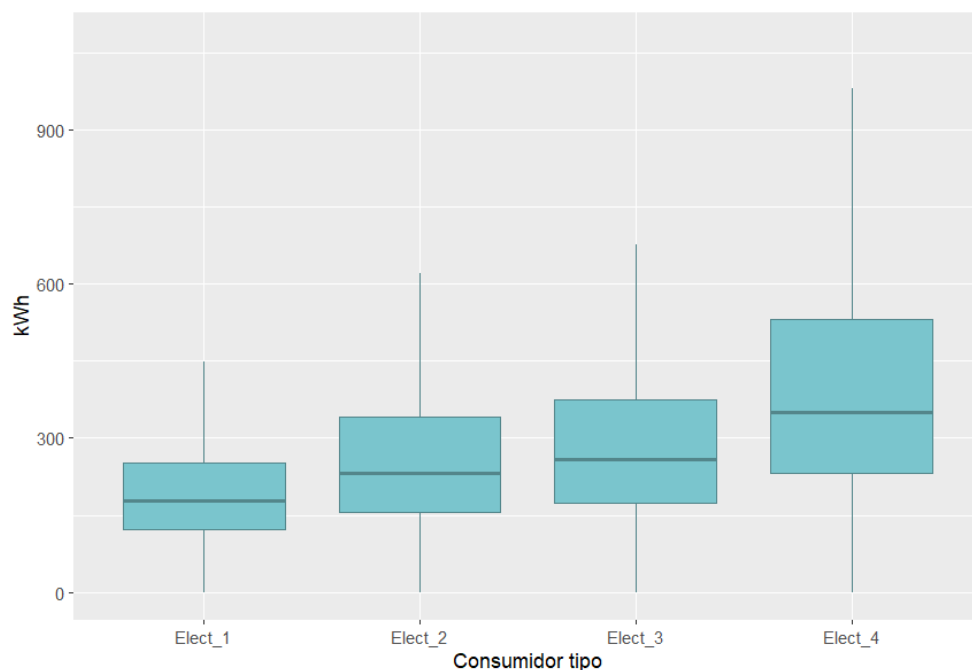


Figura 5.36 Diagrama de cajas para los perfiles de hogares consumidores tipo de electricidad

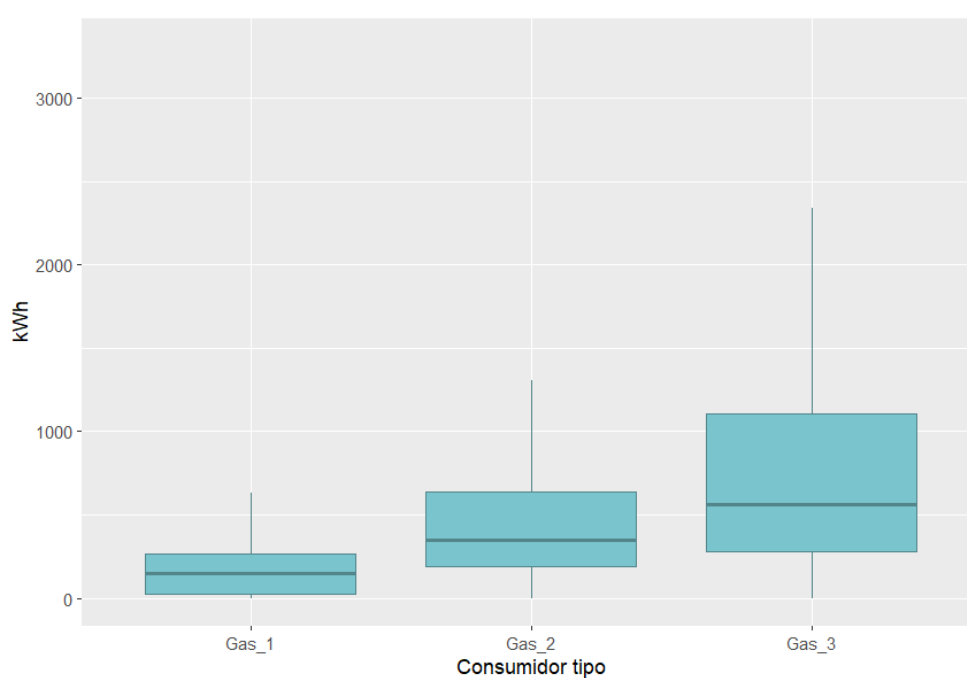


Figura 5.37 Diagrama de cajas para los perfiles de hogares consumidores tipo de gas

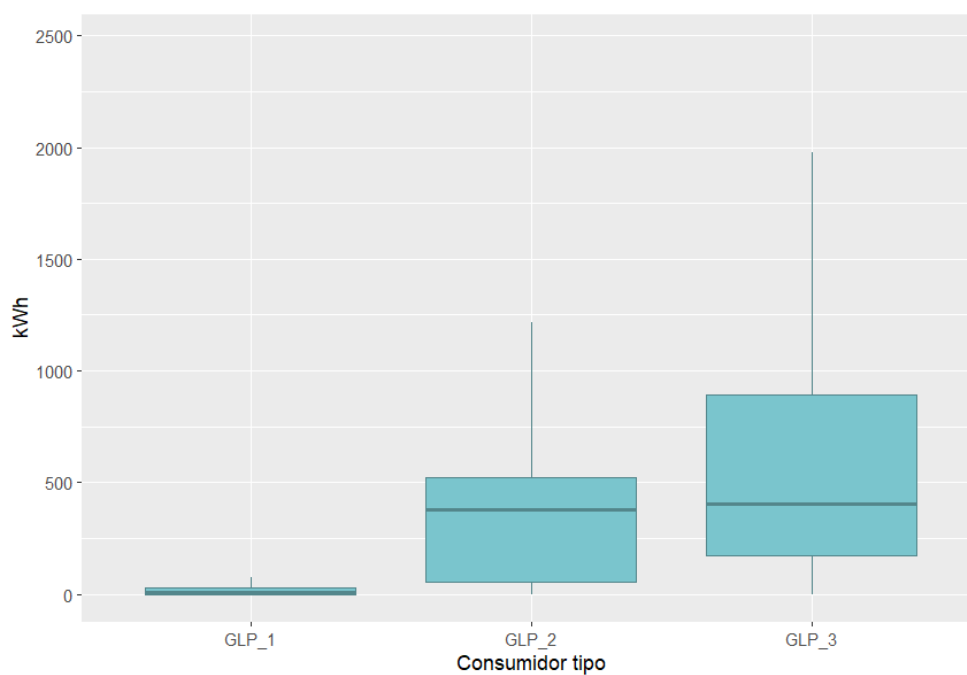


Figura 5.38 Diagrama de cajas para los perfiles de hogares consumidores tipo de GLP

Aplicadas las segmentaciones sugeridas por los árboles, según lo descrito en el punto 4.3 del apartado Metodología se obtienen los siguientes perfiles de consumo o consumidores tipo para cada fuente de energía que permiten calcular la contribución promedio de cada mensualidad sobre el total tanto en consumos como gasto:

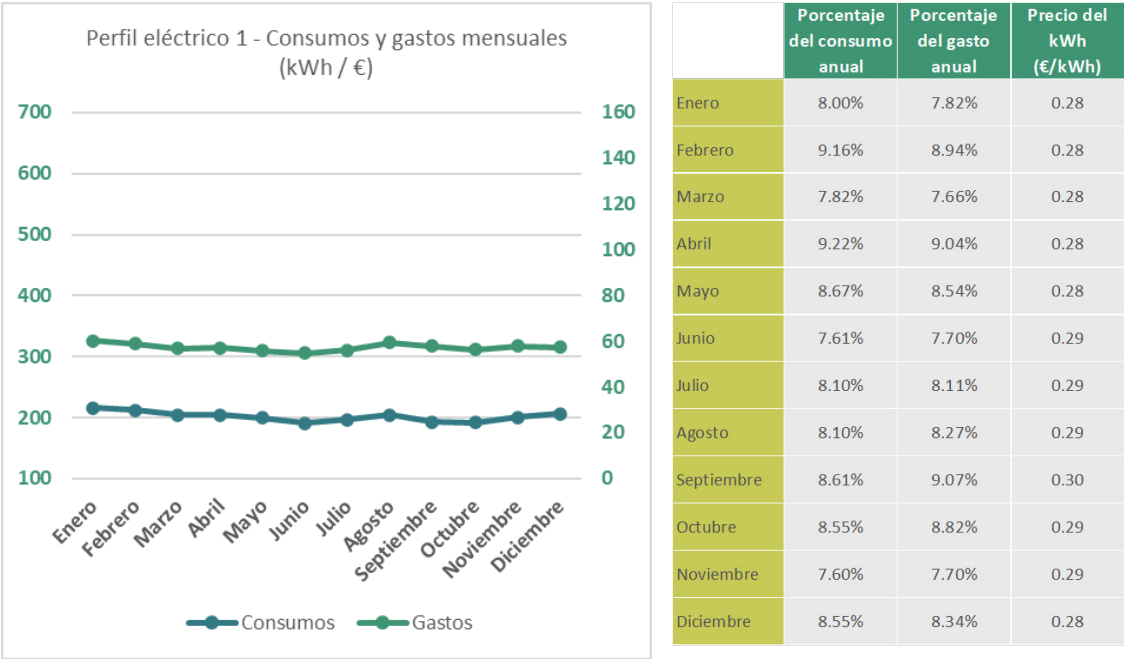


Figura 5.39 y Tabla 5.6. Perfiles de consumos y gastos para el hogar consumidor tipo de electricidad 1: Superficie menor 119 m² sin ACS ni calefacción eléctricas

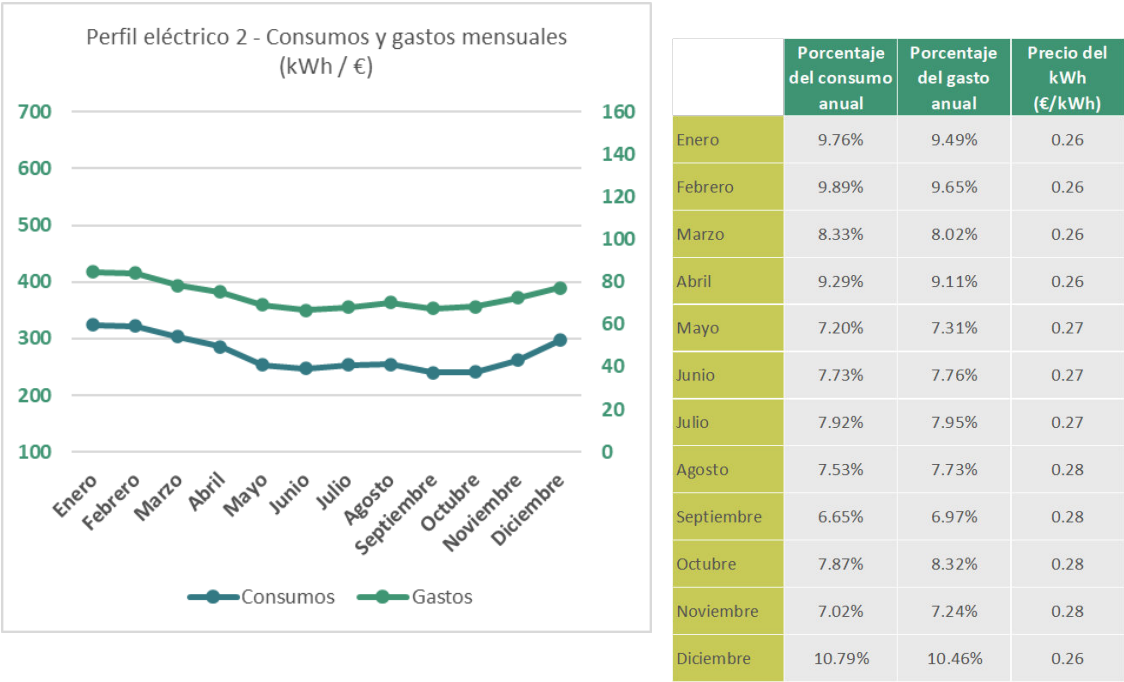
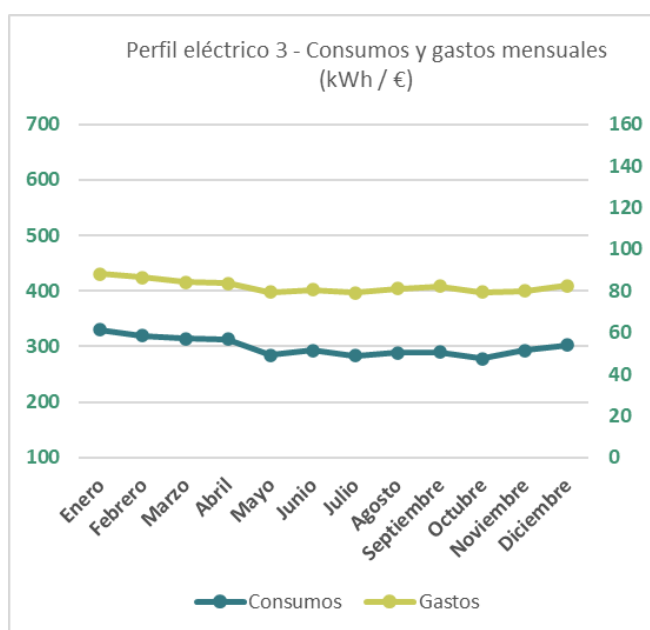
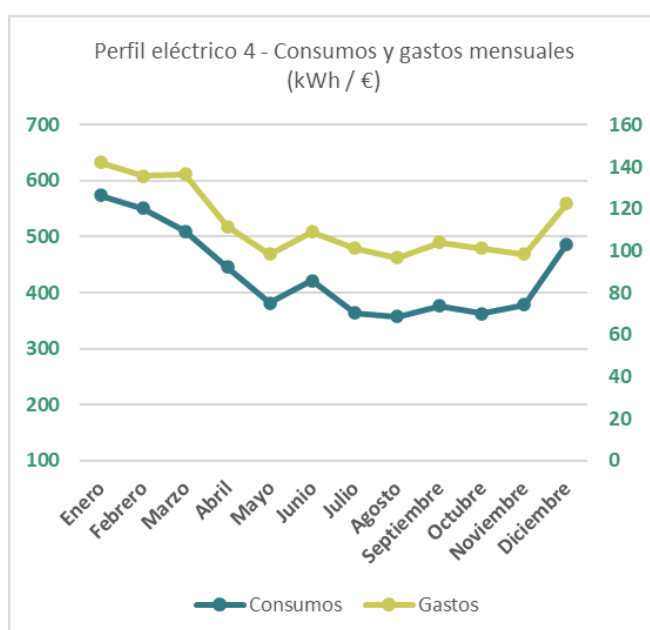


Figura 5.40 y Tabla 5.7. Perfiles de consumos y gastos para el hogar consumidor tipo de electricidad 2: Superficie menor a 119 m² con calefacción o ACS eléctricas o ambas



	Porcentaje del consumo anual	Porcentaje del gasto anual	Precio del kWh (€/kWh)
Enero	9.59%	9.30%	0.27
Febrero	8.42%	8.28%	0.27
Marzo	8.46%	8.26%	0.27
Abril	10.09%	9.79%	0.27
Mayo	8.14%	8.29%	0.28
Junio	8.04%	8.04%	0.27
Julio	7.36%	7.45%	0.28
Agosto	7.43%	7.61%	0.28
Septiembre	8.72%	9.01%	0.28
Octubre	7.75%	8.06%	0.29
Noviembre	7.42%	7.39%	0.27
Diciembre	8.59%	8.52%	0.27

Figura 5.41 y Tabla 5.8. Perfiles de consumos y gastos para el hogar consumidor tipo de electricidad 3: Superficie mayor o igual 119 m² sin ACS ni calefacción eléctricas



	Porcentaje del consumo anual	Porcentaje del gasto anual	Precio del kWh (€/kWh)
Enero	10.93%	10.41%	0.25
Febrero	9.89%	9.35%	0.25
Marzo	9.53%	9.81%	0.27
Abril	9.94%	9.54%	0.25
Mayo	7.32%	7.25%	0.26
Junio	6.91%	6.85%	0.26
Julio	7.32%	7.81%	0.28
Agosto	6.66%	6.91%	0.27
Septiembre	7.07%	7.51%	0.28
Octubre	6.61%	7.09%	0.28
Noviembre	7.51%	7.50%	0.26
Diciembre	10.31%	9.97%	0.25

Figura 5.42 y Tabla 5.9. Perfiles de consumos y gastos para el hogar consumidor tipo de electricidad 4: Superficie mayor o igual a 119 m² con calefacción o ACS eléctricas o ambas

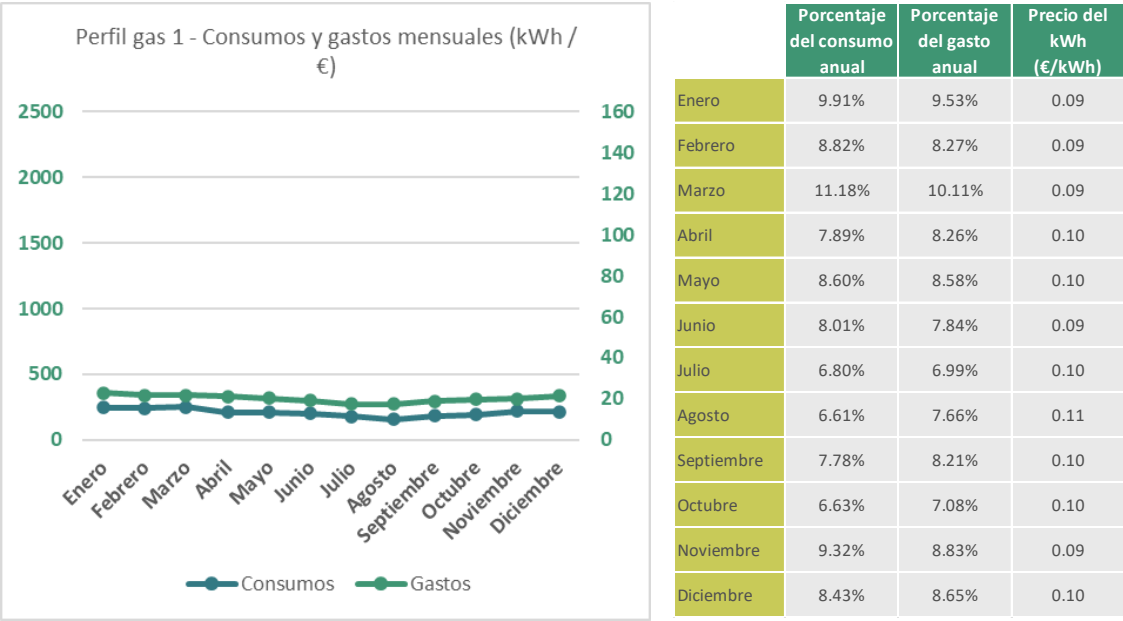


Figura 5.43 y Tabla 5.10. Perfiles de consumos y gastos para el hogar consumidor tipo de gas 1: Sin calefacción ni ACS de gas o sólo ACS

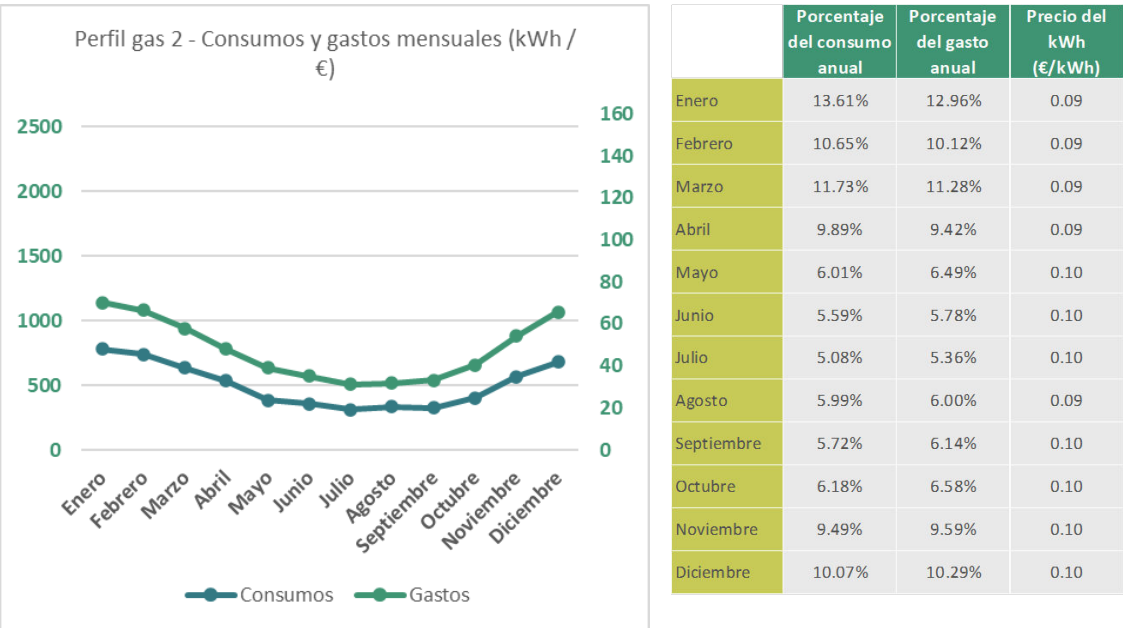
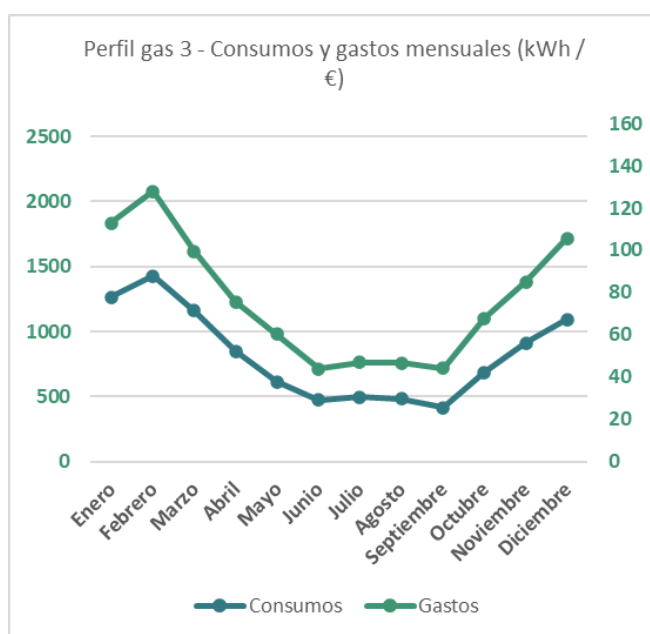
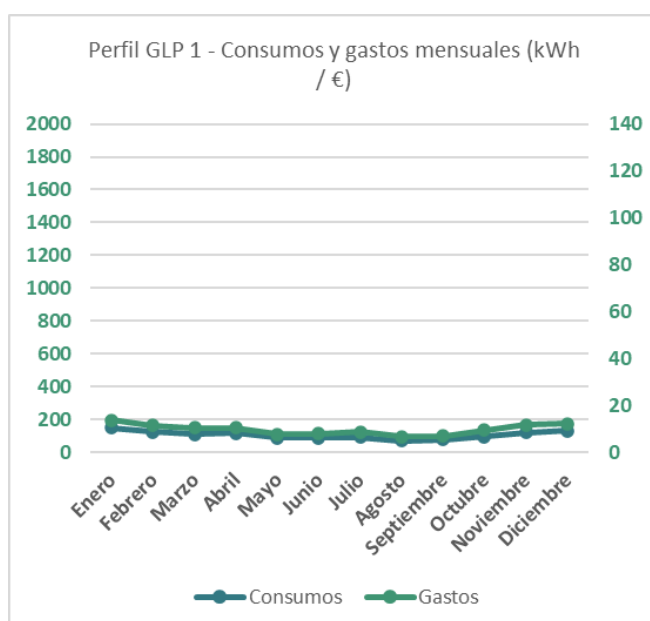


Figura 5.44 y Tabla 5.11. Perfiles de consumos y gastos para el hogar consumidor tipo de gas 2: Con calefacción o calefacción y ACS de gas y menor a 130 m²



	Porcentaje del consumo anual	Porcentaje del gasto anual	Precio del kWh (€/kWh)
Enero	11.37%	10.93%	0.09
Febrero	14.22%	13.71%	0.09
Marzo	12.17%	11.24%	0.09
Abril	9.40%	9.05%	0.09
Mayo	6.80%	7.17%	0.10
Junio	2.98%	2.96%	0.09
Julio	4.66%	4.76%	0.09
Agosto	4.67%	4.86%	0.10
Septiembre	3.82%	4.39%	0.11
Octubre	6.39%	6.79%	0.10
Noviembre	9.44%	9.47%	0.09
Diciembre	14.07%	14.68%	0.10

Figura 5.45 y Tabla 5.12. Perfiles de consumos y gastos para el hogar consumidor tipo de electricidad 3: Con calefacción o calefacción y ACS de gas y mayores a 130 m²



	Porcentaje del consumo anual	Porcentaje del gasto anual	Precio del kWh (€/kWh)
Enero	13.07%	12.90%	0.09
Febrero	9.83%	9.66%	0.09
Marzo	9.37%	9.49%	0.09
Abril	7.75%	7.54%	0.09
Mayo	7.84%	7.31%	0.09
Junio	7.14%	7.09%	0.09
Julio	6.55%	6.64%	0.09
Agosto	4.91%	4.89%	0.09
Septiembre	5.68%	5.64%	0.09
Octubre	8.10%	8.53%	0.10
Noviembre	10.15%	10.57%	0.10
Diciembre	9.60%	9.73%	0.09

Figura 5.46 y Tabla 5.13. Perfiles de consumos y gastos para el hogar consumidor tipo de GLP 1: Sin ACS ni calefacción de GLP

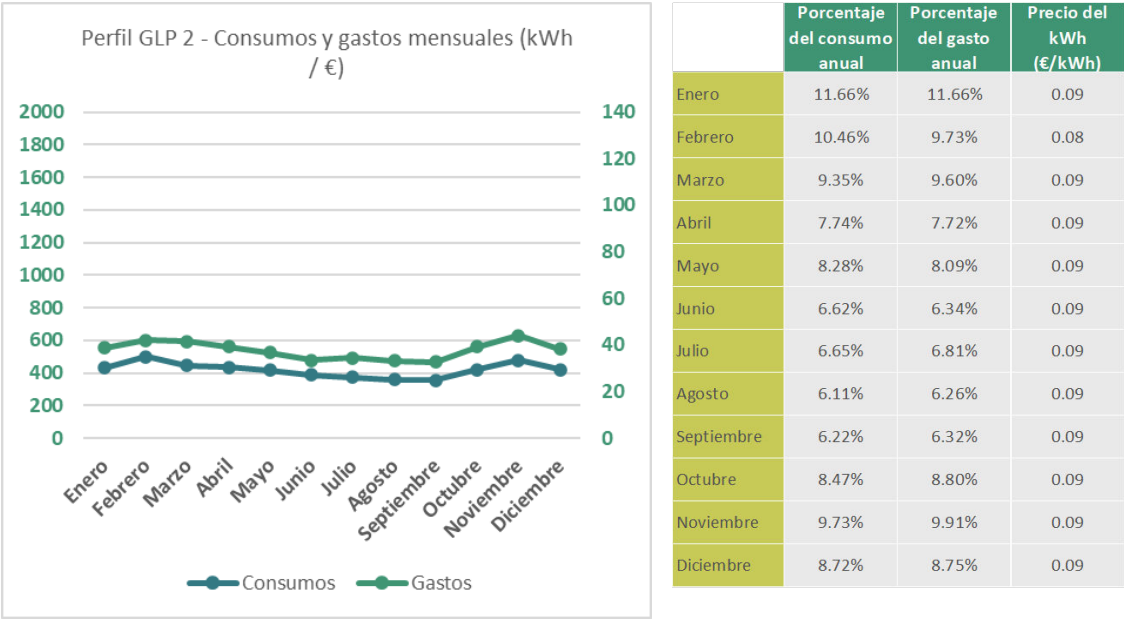


Figura 5.47 y Tabla 5.14. Perfiles de consumos y gastos para el hogar consumidor tipo de GLP 2: Con ACS o calefacción de GLP, pero no ambas

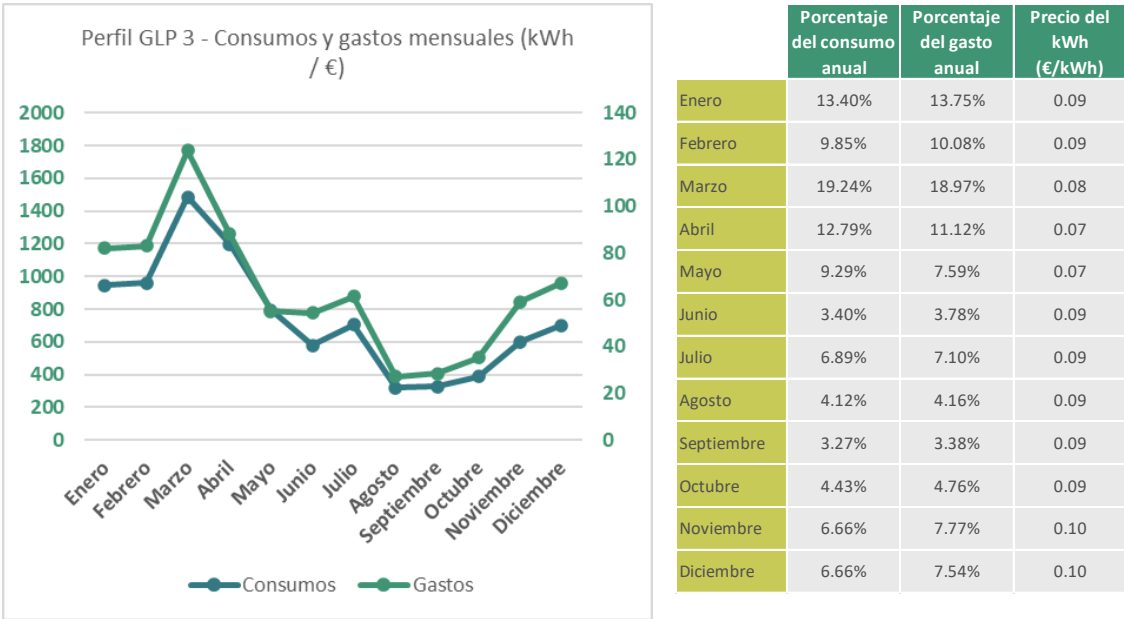


Figura 5.48 y Tabla 5.15. Perfiles de consumos y gastos para el hogar consumidor tipo de GLP 3: Con ACS y calefacción de GLP

Como puede apreciarse, aquellas variables detectadas por los árboles de regresión como las más relevantes para el consumo de electricidad, gas o GLP son el uso de la fuente energética en cuestión para calefacción y/o ACS y la superficie de las viviendas, para los casos específicos de electricidad y gas natural.

En el caso de la electricidad se diferencian cuatro hogares consumidores tipo con formas y niveles de la curva diferentes, la curva tiene valores más bajos cuánto menor es la superficie y su forma es más plana a lo largo del año cuando no se emplea electricidad para servicios de calefacción o ACS. El precio del kWh se mueve entre 0.30 y 0.25 euros/kWh siendo mayor de modo general en los meses de menor consumo y en los consumidores tipo con consumos bajos, reflejando así el efecto de la existencia de un término fijo de potencia contratada. En estos casos la posible distorsión del

término fijo es mayor cuanto menor es el consumo y, por tanto, mayor el peso del término fijo.

En el caso del gas se diferencian tres hogares consumidores tipo. El primero es el caso en que el suministro de gas no se emplea ni para calefacción ni para ACS, lo que implica sólo el uso de gas en cocinas. Tiene consumos bajos y la curva es plana a lo largo del año. Los otros dos consumidores tipo tienen servicios de calefacción y/o ACS con gas y la forma de la curva es típica, más elevada en los meses de invierno. Entre estos dos consumidores tipo la diferencia es la superficie de la vivienda, e implica valores más elevados de consumo cuando la superficie es más alta. El precio del kWh se mueve entre 0.11 y 0.09 euros/kWh dándose el mismo efecto que en el caso de la electricidad. Es mayor de modo general en los meses de menor consumo y en los consumidores tipo con consumos bajos, reflejando el efecto de un término fijo en la factura.

En el caso del GLP se diferencian tres hogares consumidores tipo. El primero es el caso en que el GLP no se emplea ni para calefacción ni para ACS, lo que implica sólo el uso de butano o propano en cocinas. Tiene consumos bajos y la curva es plana a lo largo del año. Los otros dos hogares consumidores tipo tienen servicios de calefacción y/o ACS con GLP y los consumos son más elevados. El precio del kWh se mueve entre 0.10 y 0.07 euros/kWh. En este caso es más difícil encontrar un patrón explicativo de las diferencias en los precios ya que en esta tipología de fuente energética coexisten dos tipos: butano y propano, cuyos precios y su variación a lo largo de los años y durante el año pueden ser diferentes.

5.3 Análisis exploratorio

Se presentan a continuación los resultados del análisis exploratorio según lo escrito en el apartado 4.5 de la Metodología.

5.3.1 Características de los hogares

5.3.1.1 Disponibilidad de calefacción y ACS

Las tablas a continuación ilustran la disponibilidad de calefacción y ACS en el territorio nacional y el reparto entre zonas climáticas de invierno de los hogares que no disponen de alguna de ellas, referidos al año 2022.

	Hogares	Porcentaje
Sí	11.974.496	64%
No	6.810.975	36% (*)
Total	18,785,471	100%

Tabla 5.16 Disponibilidad de calefacción. Datos 2022

(*) Entendida la calefacción en la EPF como aquellos sistemas que calefactan la totalidad de la vivienda, excluyendo así los aparatos móviles.

	Hogares	Porcentaje
Alfa	533.371	8%
A	1.285.158	19%
B	2.511.839	37%
C	1.830.313	27%
D	630.985	9%
E	19.309	0%
Total	6.810.975	100%

Tabla 5.17. Distribución de hogares sin calefacción por zona climática de invierno Datos 2022

	Hogares	Porcentaje
Sí	18.766.686	99.9%
No	18.785	0.1%
Total	18.785.471	100%

Tabla 5.18. Disponibilidad de ACS. Datos 2022

	Hogares	Porcentaje
Alfa	5.042	27%
A	1.418	8%
B	2.808	15%
C	4.801	26%
D	4.106	22%
E	609	3%
Total	18.785	100%

Tabla 5.19. Distribución de hogares sin ACS por zona climática de invierno. Datos 2022

5.3.1.2 Fuentes de energía para la calefacción y el ACS

La tabla a continuación muestra las fuentes de energía para calefacción a nivel global referidos al año 2022.

Fuentes de energía	Número de hogares	Porcentaje de hogares
Combustibles sólidos	438.492	4%
Electricidad	2.906.107	24%
Gas licuado	345.430	3%
Gas natural	6.442.231	54%
Otros combustibles líquidos	1.791.917	15%
Otras	50.319	0%
Total	11.974.496	100%

Tabla 5.20. Distribución de hogares por fuente de energía para la calefacción. Datos 2022

La tabla a continuación muestra las fuentes de energía para calefacción desglosadas por zona climática de invierno referidos al año 2022.

	Número de hogares	Porcentaje de hogares
Alfa		
Electricidad	1.926	100%
A		
Electricidad	158.986	86%
Gas licuado	3.988	2%
Gas natural	11.793	6%
Otras	2.465	1%
Otros combustibles líquidos	1.673	1%
B		
Combustibles sólidos	37.304	3%
Electricidad	865.514	65%
Gas licuado	37.110	3%
Gas natural	311.780	23%
Otras	7.866	1%
Otros combustibles líquidos	72.640	5%
C		
Combustibles sólidos	136.102	4%
Electricidad	1.002.589	26%
Gas licuado	128.538	3%
Gas natural	2.037.311	53%
Otras	12.169	0%
Otros combustibles líquidos	495.574	13%
D		
Combustibles sólidos	188.161	3%
Electricidad	846.034	14%
Gas licuado	154.961	3%
Gas natural	3.827.567	63%
Otras	24.150	0%
Otros combustibles líquidos	1.015.849	17%
E		
Combustibles sólidos	71.226	12%
Electricidad	31.056	5%
Gas licuado	20.832	4%
Gas natural	253.780	43%
Otras	3.669	1%
Otros combustibles líquidos	206.182	35%
Total	11.974.496	100%

Tabla 5.21. Distribución de hogares por fuente de energía para la calefacción y zona climática de invierno. Datos 2022

La tabla a continuación muestra las fuentes de energía para ACS a nivel global referidos al año 2022.

Fuentes de energía	Número de hogares	Porcentaje de hogares
Combustibles sólidos	94.276	1%
Electricidad	5.709.986	30%
Gas natural	7.736.488	41%
GLP	3.444.574	18%
Otros combustibles líquidos	1.441.843	8%
Otras	339.520	2%
Total	18.766.686	100%

Tabla 5.22. Distribución de hogares por fuente de energía para el ACS. Datos 2022

La tabla a continuación muestra las fuentes de energía para ACS desglosadas por zona climática de invierno referidos al año 2022.

	Número de hogares	Porcentaje de hogares
Alfa		
Electricidad	430.784	81%
GLP	81.790	15%
Otras	15.849	3%
A		
Electricidad	569.356	39%
Gas natural	170.294	12%
GLP	646.849	44%
Otras	80.800	6%
Otros combustibles líquidos	1.044	0.1%
B		
Combustibles sólidos	984	0%
Electricidad	1.805.943	47%
Gas natural	833.163	22%
GLP	1.017.610	26%
Otras	138.823	4%
Otros combustibles líquidos	44.722	1%
C		
Combustibles sólidos	19.901	0%
Electricidad	1.531.875	27%
Gas natural	2.614.511	46%
GLP	1.029.829	18%
Otras	59.343	1%
Otros combustibles líquidos	382.336	7%
D		
Combustibles sólidos	65.383	1%
Electricidad	1.301.794	19%
Gas natural	3.859.314	58%
GLP	596.479	9%
Otras	42.027	1%
Otros combustibles líquidos	818.605	12%
E		
Combustibles sólidos	8.008	1%
Electricidad	70.234	12%
Gas natural	257.373	43%
GLP	72.017	12%
Otras	2.677	0%
Otros combustibles líquidos	195.137	32%
Total	18.766.686	100%

Tabla 5.23. Distribución hogares por fuente de energía para el ACS y zona climática de invierno. Datos 2022

Como puede apreciarse la encuesta refleja un número relevante de hogares sin calefacción, siendo preocupante que esto ocurra en zonas climáticas con inviernos rigurosos, como es la zona D.

Sin embargo, estos datos tan elevados de ausencia de calefacción se contraponen con otros estudios como el SPAHOUSEC I, en el cuál este porcentaje rondaba el 10%. Otros datos disponibles al respecto (Barómetro de la Vivienda de 2018) indican que el 71,8% de los hogares españoles tiene calefacción (el 64,3% calefacción individual, y el 7,5% colectiva o central), frente al 20,9% que, aunque no tiene sistema de calefacción propiamente dicho, sí dispone de algún aparato que permite calentar alguna habitación y al 7,1% que no tiene ninguno de las dos. La Encuesta de características esenciales de Población y Vivienda del INE de 2021 reflejó la ausencia de calefacción en un 19% de los hogares y el uso de aparatos que permiten calentar alguna habitación (por ejemplo, radiadores eléctricos) en ausencia de instalaciones completas en un 21% de los hogares.

La interpretación de esta divergencia entre la EPF y otras fuentes vendría por el concepto diferente del término sistemas de calefacción en distintas encuestas. En el SPAHOUSEC I se encuestaba por todo tipo de elementos de calefacción, tanto cuando existe una instalación dedicada que permite calefactar el total de la vivienda como elementos individuales y móviles para este servicio, como pueden ser braseros, estufas de butano o pequeños radiadores eléctricos. En la EPF, la definición de calefacción sería más próxima al primer concepto. De hecho, en la encuesta del SPAHOUSEC II dirigida a hogares con sistemas individuales de calefacción, una vez elevados los resultados a nivel nacional las cifras serían de 8.855.995 hogares con calefacción individual en 2016. Si a eso se suma el número de hogares con calefacción central del censo 2011 del INE, 1.910.370, se tienen 10.766.365 hogares. Estos anteriores son sistemas de calefacción que permiten calefactar el total de la vivienda y esa cifra se encontraría en rango con la cifra de hogares con disponibilidad de calefacción según la EPF, constatando así que esta diferencia viene por los mencionados aparatos, usualmente móviles y que calefactan parcialmente la vivienda. Como reflejaba el SPASHOUSEC I la calefacción con equipos individuales está muy extendida en la zona mediterránea, es decir, esto afectaría especialmente a la zona climática B.

También podrían no recogerse en la EPF instalaciones de calefacción con biomasa no comercial, ya que, una encuesta centrada en los gastos de los hogares puede tener mayores dificultades al recopilar la presencia de biomasa en los hogares, posiblemente cuando esta no implica un coste económico.

Asimismo, puede comprobarse como la distribución de fuentes de energía para calefacción o ACS no es homogénea en todo el territorio.

5.3.2 Consumos y gastos anuales por combustibles de los hogares españoles

Las tablas y gráficas a continuación tratan de ilustrar cuál es la composición de la que podría llamarse de manera coloquial la “cesta de la compra energética” de los hogares españoles referida a datos del año 2022.

	Gasto (Millones euros)	Porcentaje del gasto energético	Consumo (Ktep)	Porcentaje del consumo energético
Carbón	35	0%	62	0.5%
Electricidad	18.638	69%	5.209	40%
Gas natural y gas ciudad	5.101	19%	4.571	35%
Gasóleo y similares	1.574	6%	1.570	12%
GLP	1.219	5%	976	8%
Otros combustibles sólidos	300	1%	552	4%
Total	26.867	100%	12.939	100%

Tabla 5.24. Consumos energéticos por fuente totales del sector residencial español. Datos 2022

	Gasto (Euros)	Porcentaje del gasto energético	Consumo (tep)	Porcentaje del consumo energético
Carbón	2	0,1%	0,003	0,5%
Electricidad	992	69%	0,277	40%
Gas natural y gas ciudad	272	19%	0,243	35%
Gasóleo y similares	84	6%	0,084	12%
GLP	65	5%	0,052	8%
Otros combustibles sólidos	16	1%	0,029	4%
Total	1.430	100%	0,689	100%

Tabla 5.25. Consumos energéticos por fuente promediados por hogar del sector residencial español. Datos 2022

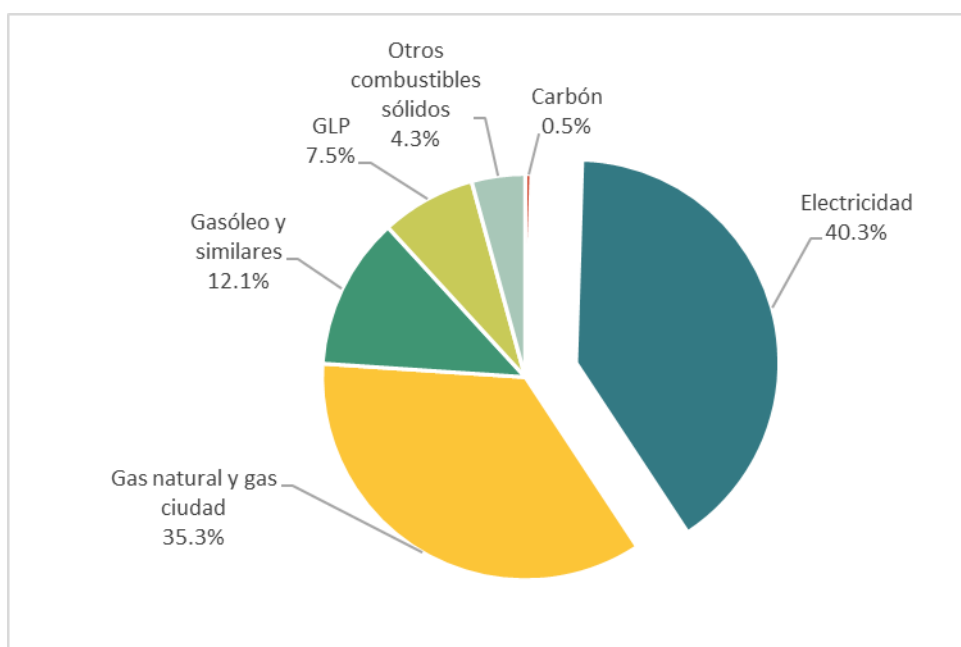


Figura 5.49 Distribución del consumo energético por fuentes de los hogares españoles. Datos 2022

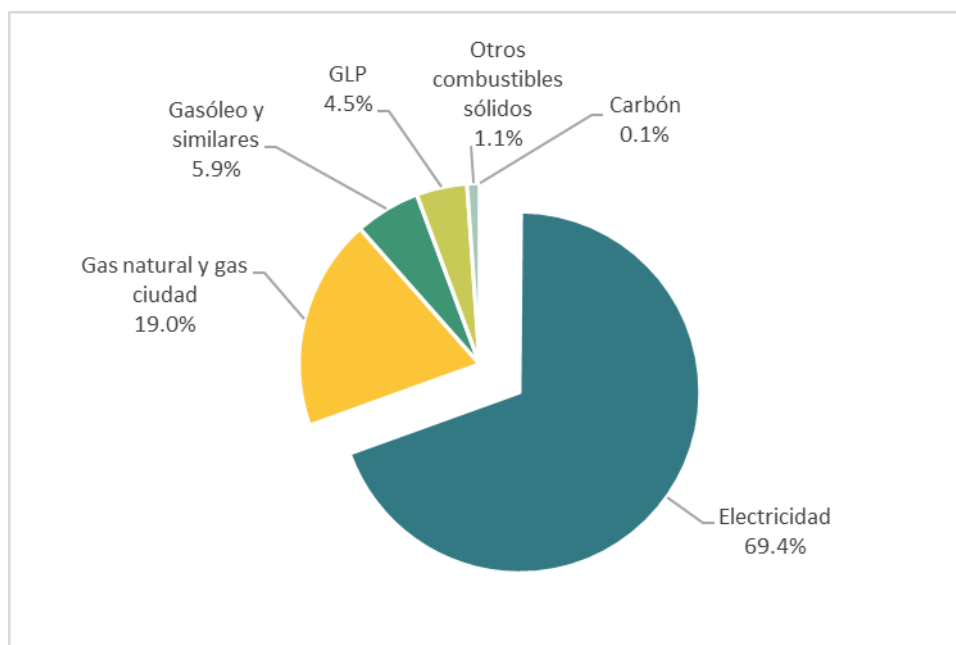


Figura 5.50 Distribución del gasto energético por fuentes de los hogares españoles. Datos 2022

Tal y como puede apreciarse, a nivel global, y aunque algunas fuentes energéticas tienen un peso importante en los suministros de calefacción o ACS, como pudo verse reflejado en el apartado anterior, la electricidad es el principal componente, tanto en términos energéticos como muy especialmente en términos económicos.

Esto se debe a su omnipresencia en todos los hogares como fuente energética empleada en iluminación, electrodomésticos y aparatos electrónicos, así como su cada vez más frecuente empleo como fuente de energía para otros usos térmicos como calefacción y ACS. Además, su precio por unidad de energía, más de dos veces superior al del gas natural o los gases licuados del petróleo, explican su importancia en términos económicos para los hogares españoles.

5.3.3 Consumos y gastos anuales para variables de tipo cualitativo o categórico

Del mismo modo que se realizó para el preanálisis las variables de tipo categórico se han analizado mediante diagramas de cajas y ANOVA. Asimismo, se muestran las estadísticas más comunes para cada variable. En estas representaciones se han omitido los valores atípicos a fin de evitar la distorsión en la escala del eje x que introducían y que dificultaba la correcta visualización de las cajas.

5.3.3.1 Consumos y gastos anuales por número de ocupantes del hogar

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por número de ocupantes del hogar.

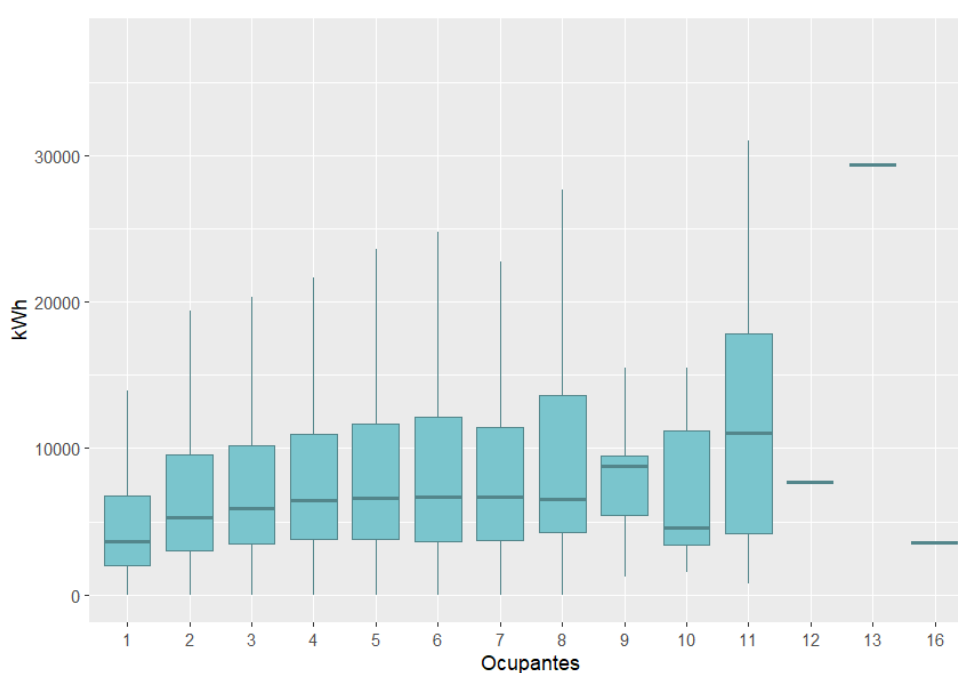


Figura 5.51. Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por número de ocupantes

Nº ocupantes	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
1	5.500	3.617	6.119	1.978	6.776
2	7.672	5.278	8.005	2.986	9.560
3	8.234	5.897	8.366	3.485	10.224
4	8.812	6.452	8.460	3.800	10.948
5	9.359	6.589	9.604	3.757	11.710
6	9.691	6.682	9.958	3.632	12.147
7	10.393	6.675	14.926	3.748	11.421
8	10.542	6.515	10.578	4.258	13.632
9	9.683	8.764	6.687	5.453	9.474
10	8.719	4.602	7.217	3.436	11.224
11	11.714	11.018	7.353	4.186	17.886
12	7.766	7.687	1.739	7.687	7.687
13	26.540	29.410	6.136	29.410	29.410
16	3.549	3.549	0	3.549	3.549

Tabla 5.26. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por número de ocupantes (kWh)

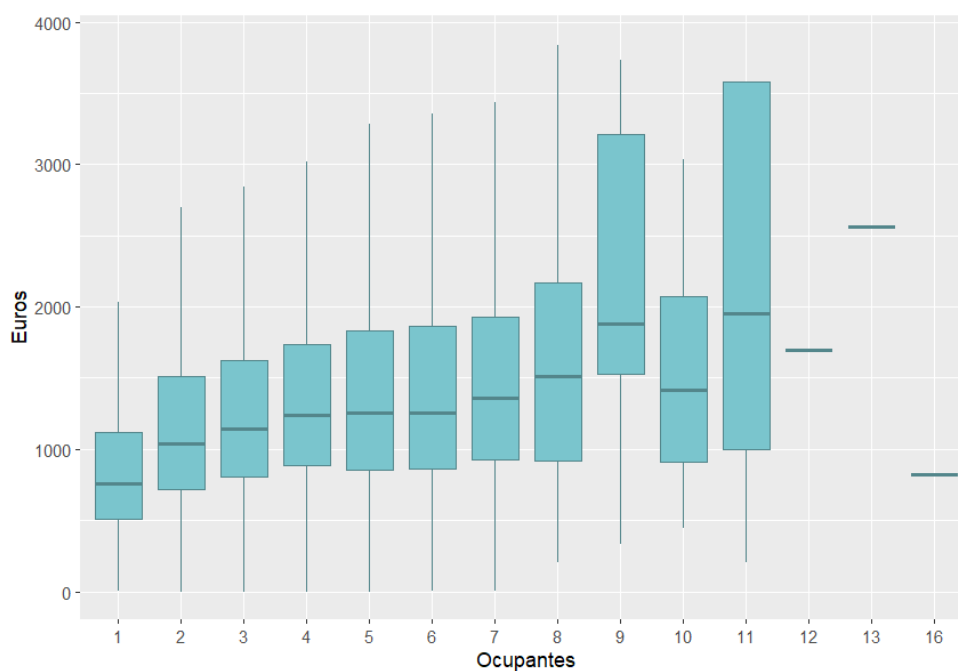


Figura 5.52 Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por número de ocupantes

Nº ocupantes	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
1	897	760	595	507	1.119
2	1.213	1.035	757	718	1.510
3	1.314	1.143	793	808	1.620
4	1.407	1.240	788	884	1.739
5	1.467	1.256	929	852	1.830
6	1.519	1.253	1.061	864	1.867
7	1.541	1.360	973	929	1.933
8	1.663	1.513	1.002	915	2.167
9	2.074	1.879	952	1.530	3.214
10	1.720	1.416	1.128	907	2.075
11	2.178	1.950	1.174	998	3.580
12	1.602	1.696	279	1.696	1.696
13	2.431	2.560	276	2.560	2.560
16	819	819	0	819	819

Tabla 5.27. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por número de ocupantes (€)

5.3.3.2 Consumos y gastos anuales por número de ocupantes menores de 16 años

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por número de ocupantes menores de 16 años.

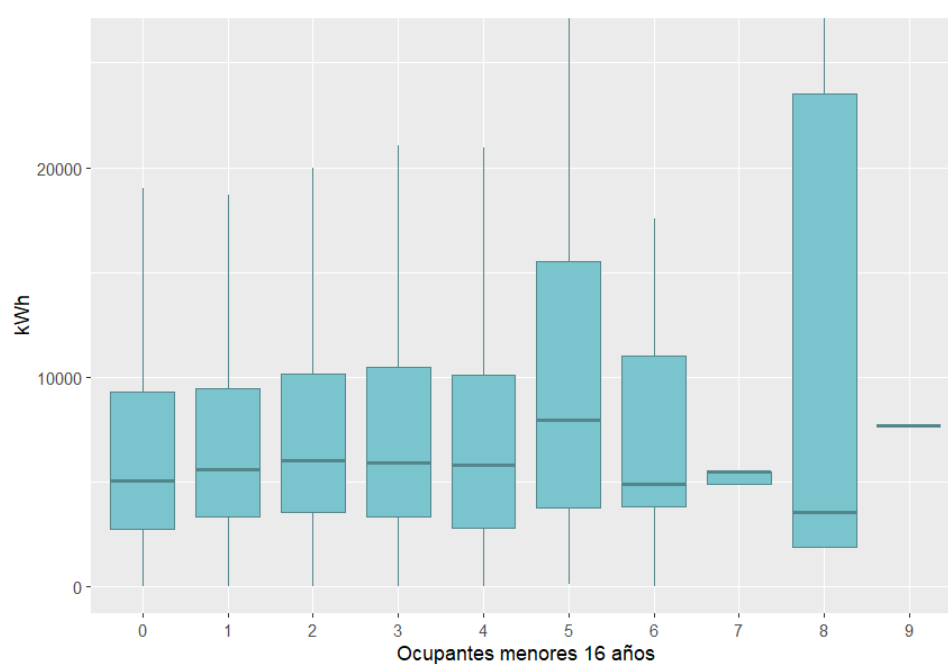


Figura 5.53 Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por número de ocupantes menores de 16 años

Nº ocupantes menores de 16 años	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
0	7.412	5.035	8.014	2.743	9.258
1	7.716	5.578	7.819	3.310	9.458
2	8.190	5.983	7.738	3.546	10.134
3	8.423	5.880	8.488	3.328	10.440
4	8.041	5.799	8.308	2.753	10.058
5	9.574	7.933	6.743	3.714	15.497
6	8.065	4.886	7.157	3.783	11.018
7	5.674	5.453	1.329	4.892	5.453
8	12.025	3.549	11.227	1.860	23.511
9	7.687	7.687	0	7.687	7.687

Tabla 5.28. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por número de ocupantes menores de 16 años (kWh)

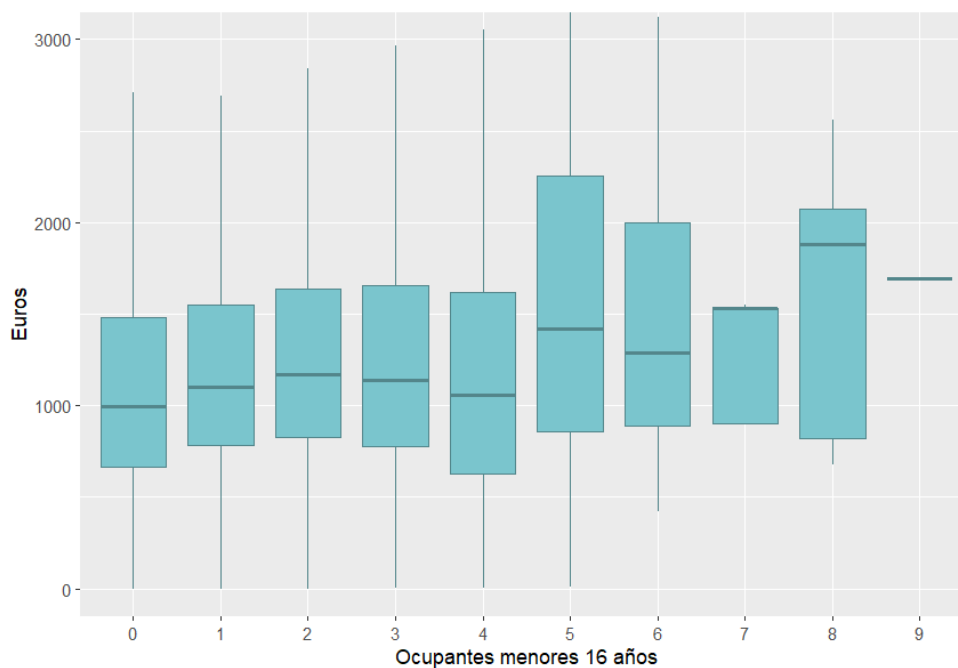


Figura 5.54 Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por número de ocupantes menores de 16 años

Nº ocupantes menores de 16 años	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
0	1.175	996	773	665	1.483
1	1.262	1.098	755	784	1.547
2	1.328	1.169	747	829	1.635
3	1.333	1.135	856	775	1.656
4	1.267	1.056	855	629	1.619
5	1.661	1.416	1.102	855	2.253
6	1.403	1.288	794	886	1.998
7	1.287	1.532	312	903	1.532
8	1.688	1.878	665	819	2.075
9	1.696	1.696	0	1.696	1.696

Tabla 5.29. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por número de ocupantes menores de 16 años (€)

5.3.3.3 Consumos y gastos anuales por tipo edificatorio

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por tipo edificatorio.

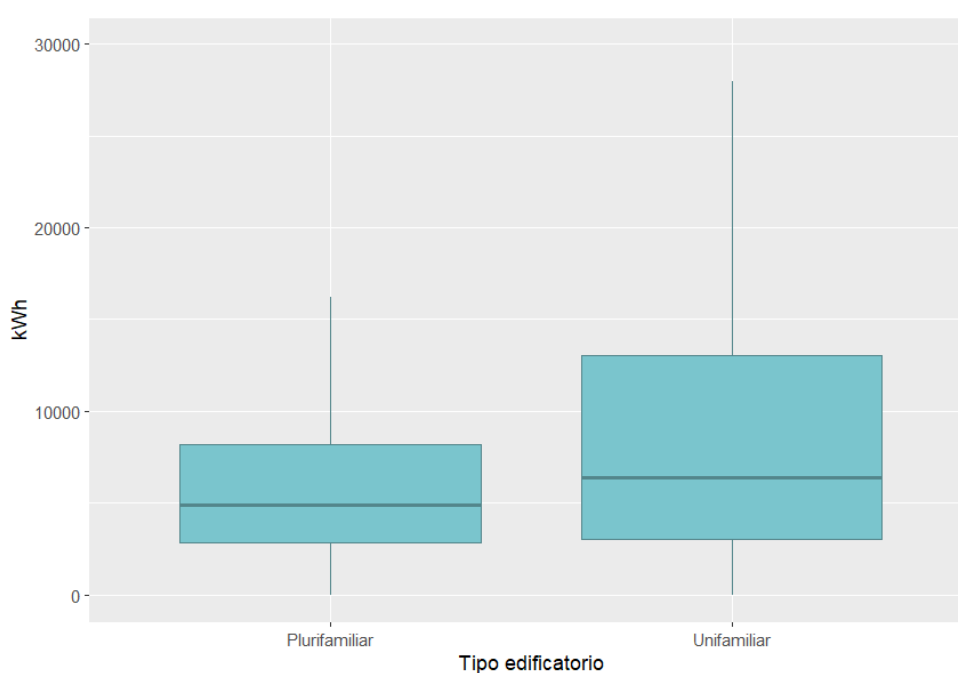


Figura 5.55 Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por tipo edificatorio

Tipo edificatorio	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Plurifamiliar	6.614	4.913	6.231	2.832	8.181
Unifamiliar	10.665	6.382	10.455	3.041	13.000

Tabla 5.30. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por tipo edificatorio (kWh)

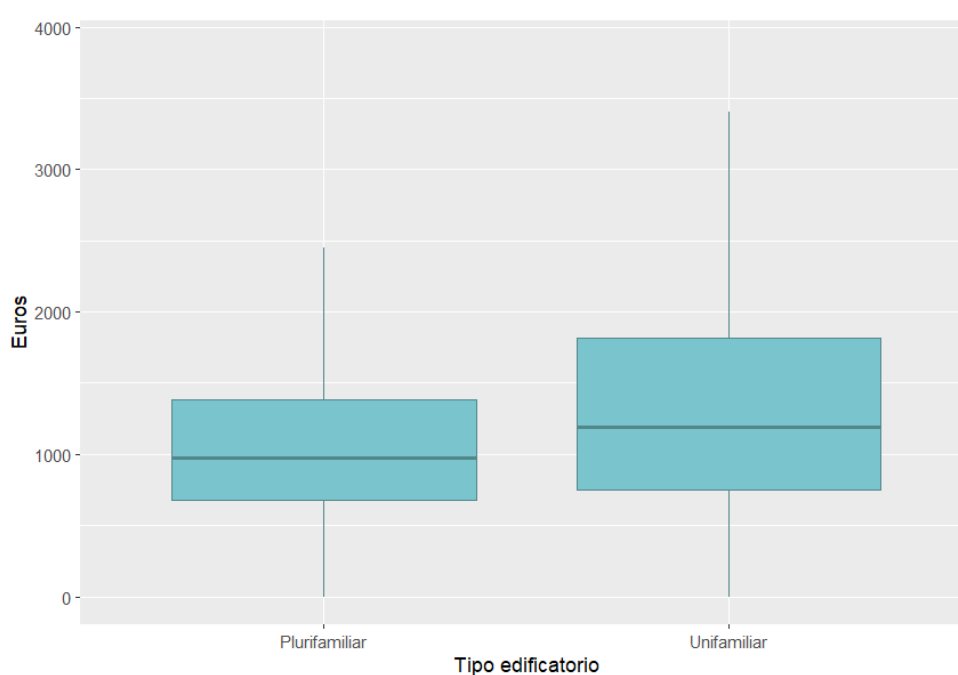


Figura 5.56 Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por tipo edificatorio

Tipo edificatorio	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Plurifamiliar	1.109	975	645	676	1.387
Unifamiliar	1.404	1.195	958	752	1.813

Tabla 5.31. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por tipo edificatorio (€)

5.3.3.4 Consumos y gastos anuales por antigüedad de la vivienda

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por antigüedad de la vivienda.

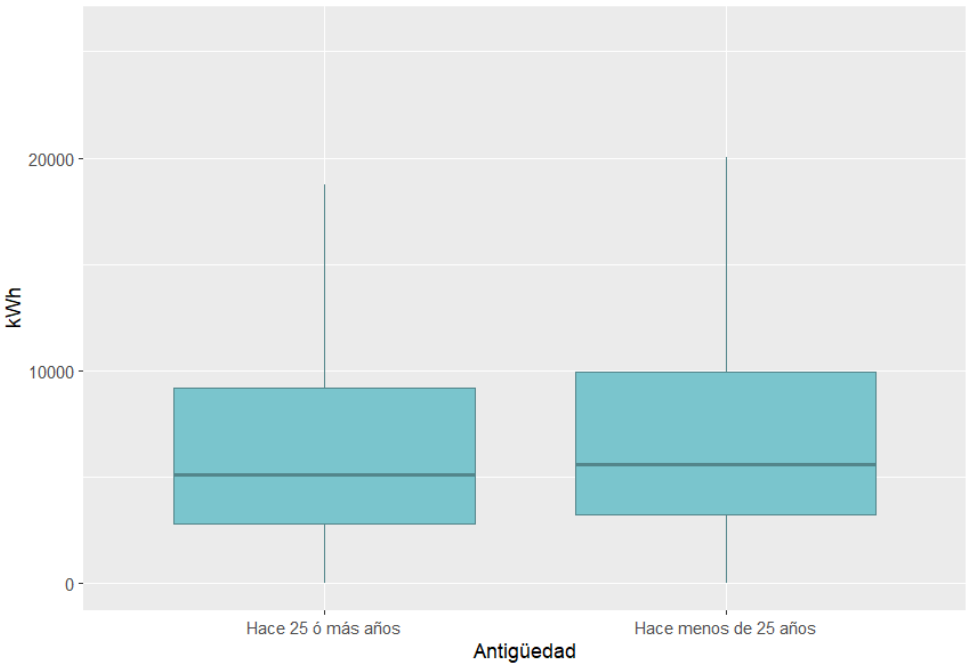


Figura 5.57 Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por antigüedad de la vivienda

Antigüedad	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Hace 25 o más años	7.357	5.070	7.964	2.747	9.146
Hace menos de 25 años	7.937	5.548	7.981	3.207	9.932

Tabla 5.32. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por antigüedad de la vivienda (kWh)

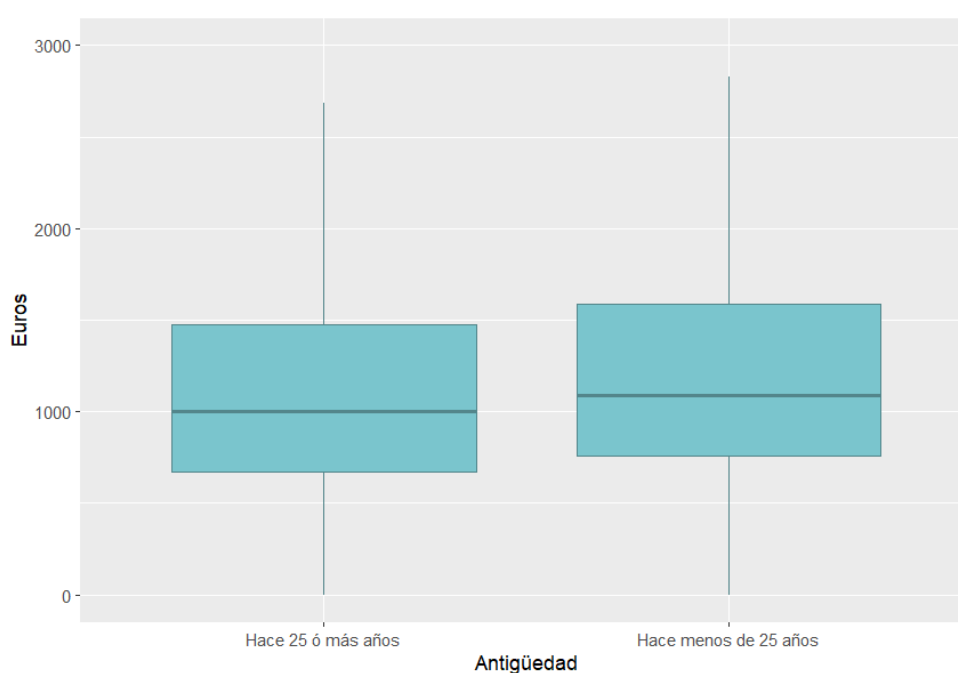


Figura 5.58 Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por antigüedad de la vivienda

Antigüedad	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Hace 25 o más años	1.171	1.001	763	669	1.475
Hace menos de 25 años	1.274	1.090	786	757	1.586

Tabla 5.33. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por antigüedad de la vivienda (€)

5.3.3.5 Consumos y gastos anuales por fuente de energía para la calefacción

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por la fuente de energía que emplean para la calefacción. Cabe destacar, por clarificar la interpretación de esta tabla que no se trata de consumos de esos combustibles específicamente, sino de los consumos globales de energía de todas las fuentes que se emplean en ese hogar agrupados según la fuente de energía para la calefacción indicada en la encuesta.

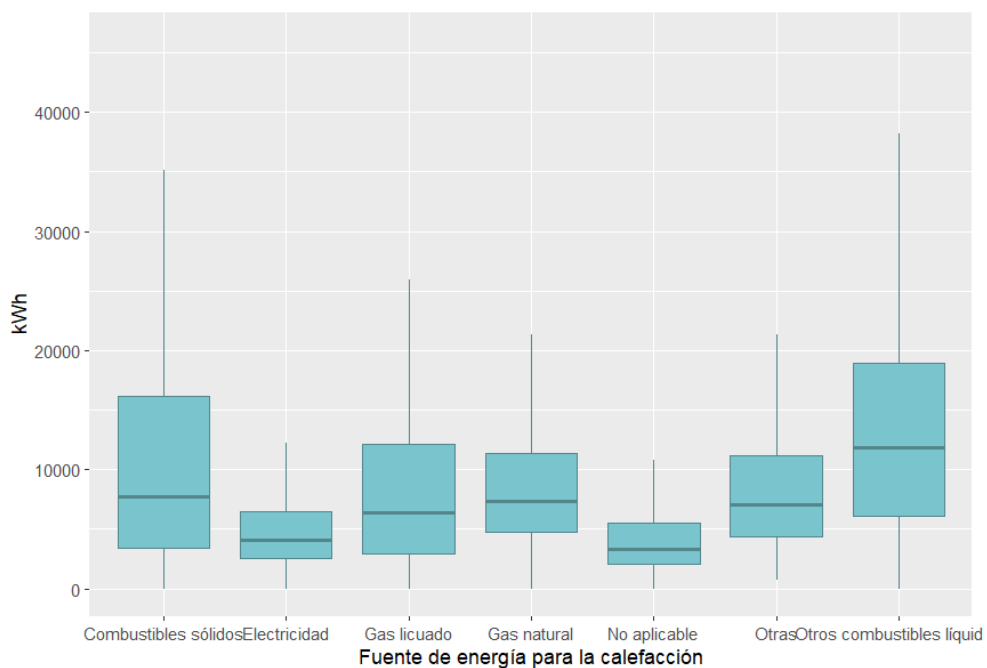


Figura 5.59 Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por fuente de energía para la calefacción

Fuente de energía	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Combustibles sólidos	12.502	7.739	14.458	3.453	16.145
Electricidad	5.266	4.066	4.616	2.560	6.448
Gas licuado	9.748	6.413	13.368	2.942	12.136
Gas natural	9.302	7.356	7.931	4.765	11.386
No aplicable	4.574	3.296	4.663	2.069	5.551
Otras	8.980	7.030	7.543	4.343	11.146
Otros combustibles líquidos	14.008	11.874	11.264	6.073	18.936

Tabla 5.34. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por fuente de energía para la calefacción (kWh)

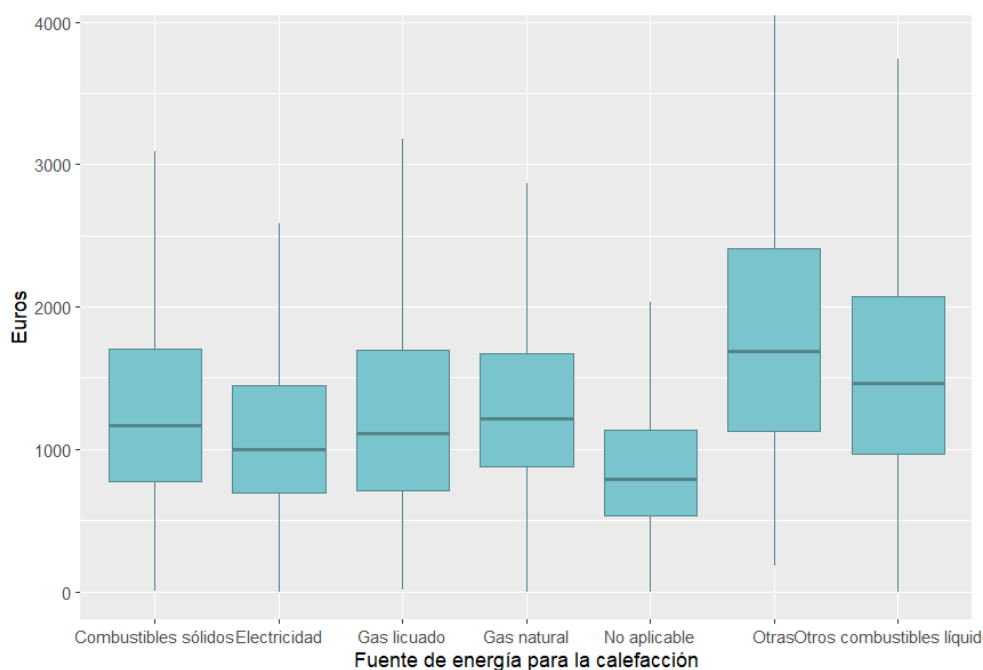


Figura 5.60 Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por fuente de energía para la calefacción

Fuente de energía	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Combustibles sólidos	1.349	1.165	839	776	1.708
Electricidad	1.172	1.001	744	690	1.448
Gas licuado	1.372	1.110	1.181	707	1.695
Gas natural	1.370	1.211	749	880	1.676
No aplicable	916	787	581	537	1.137
Otras	1.893	1.692	1.092	1.125	2.413
Otros combustibles líquidos	1.634	1.460	953	964	2.076

Tabla 5.35. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por fuente de energía para la calefacción (€)

5.3.3.6 Consumos y gastos anuales por fuente de energía para el ACS

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por fuente de energía para el ACS. Cabe destacar, por clarificar la interpretación de esta tabla que no se trata de consumos de esos combustibles específicamente, sino de los consumos globales de energía de todas las fuentes que se emplean en ese hogar agrupados según la fuente de energía para el ACS indicada en la encuesta.

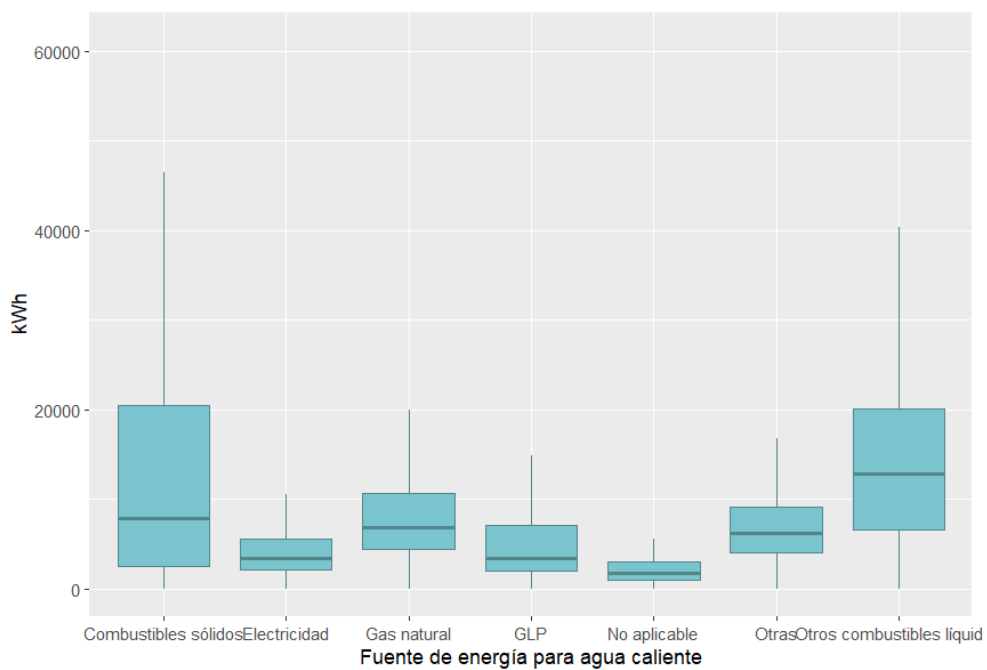


Figura 5.61 Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por fuente de energía para el ACS

Fuente	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Combustibles sólidos	14.167	7.839	16.969	2.518	20.405
Electricidad	4.818	3.411	5.218	2.170	5.485
Gas natural	8.694	6.821	7.474	4.456	10.629
GLP	5.841	3.417	7.590	1.997	7.127
No aplicable	2.725	1.715	3.192	1.023	2.973
Otras	7.613	6.195	6.199	3.984	9.102
Otros combustibles líquidos	14.890	12.746	11.807	6.519	20.067

Tabla 5.36. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por fuente de energía para el ACS (kWh)

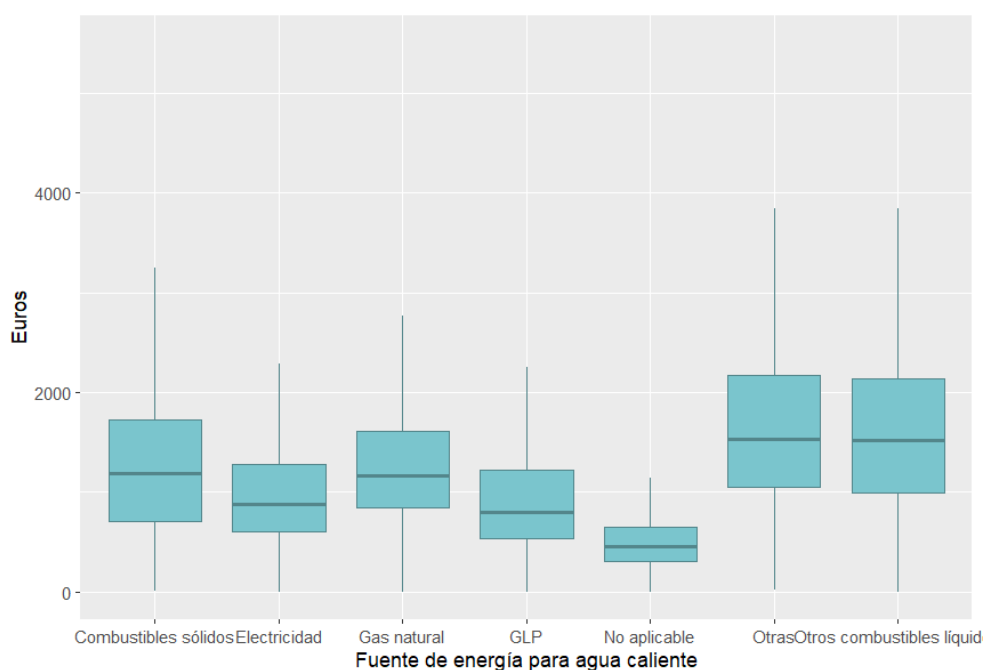


Figura 5.62 Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por fuente de energía para el ACS

Fuente	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Combustibles sólidos	1.336	1.184	858	706	1.729
Electricidad	1.036	876	690	601	1.277
Gas natural	1.317	1.163	725	844	1.612
GLP	971	802	708	529	1.219
No aplicable	508	457	317	299	644
Otras	1.721	1.532	986	1.050	2.172
Otros combustibles líquidos	1.680	1.513	972	994	2.135

Tabla 5.37. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por fuente de energía para el ACS (€)

5.3.3.7 Consumos y gastos anuales por zona climática de invierno

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por zonas climáticas de invierno.

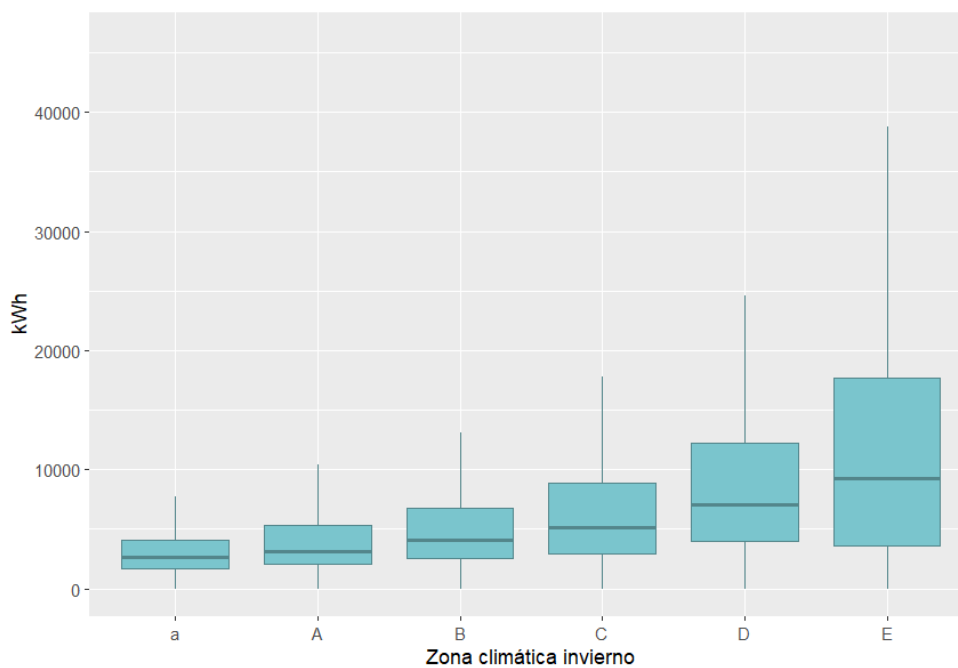


Figura 5.63. Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por zona climática de invierno

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Alfa	3.344	2.685	2.646	1.723	4.117
A	4.324	3.167	4.998	2.022	5.365
B	5.470	4.085	4.739	2.592	6.804
C	7.142	5.148	7.313	2.937	8.888
D	9.594	7.060	9.334	3.975	12.222
E	12.385	9.248	12.200	3.557	17.683

Tabla 5.38. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por zona climática de invierno (kWh)

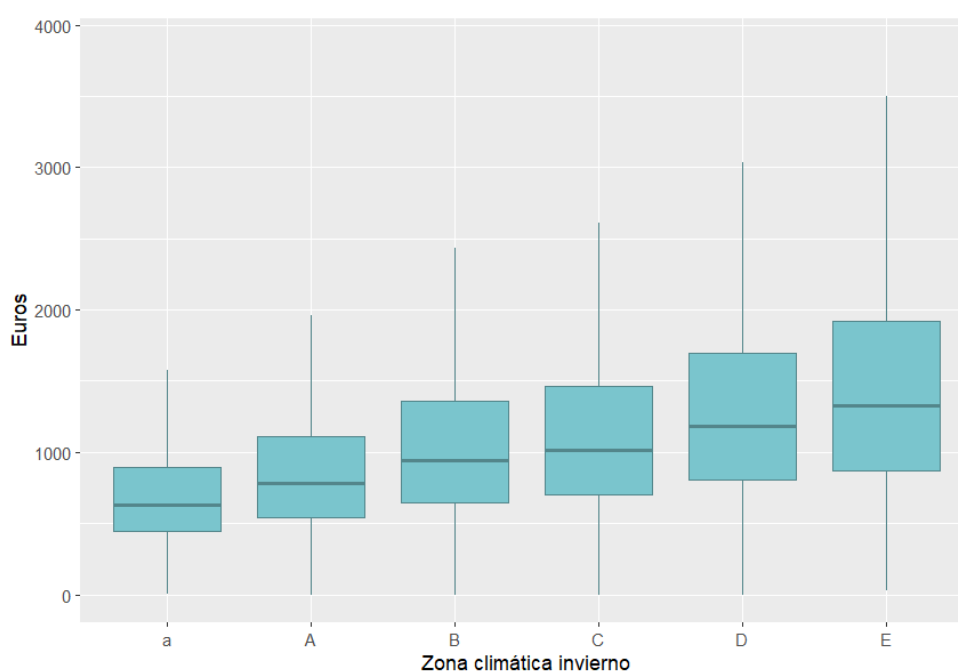


Figura 5.64. Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por zona climática de invierno

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Alfa	723	627	428	444	896
A	909	778	578	541	1.111
B	1.102	939	722	644	1.361
C	1.178	1.018	740	701	1.464
D	1.355	1.185	819	808	1.699
E	1.503	1.329	900	867	1.922

Tabla 5.39. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por zona climática de invierno (€)

5.3.3.8 Consumos y gastos anuales por zona climática de verano

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por zonas climáticas de verano.

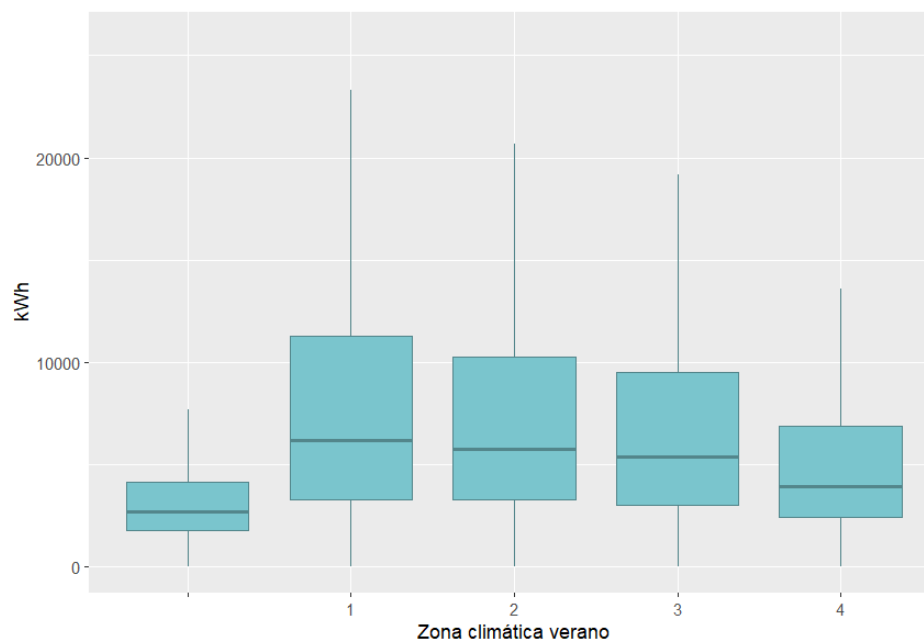


Figura 5.65. Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por zona climática de verano

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Alfa	3.344	2.685	2.646	1.723	4.117
1	9.030	6.166	9.681	3.270	11.291
2	8.068	5.753	8.241	3.272	10.233
3	7.557	5.358	7.683	3.009	9.472
4	5.525	3.910	5.582	2.414	6.871

Tabla 5.40. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por zona climática de verano (kWh)

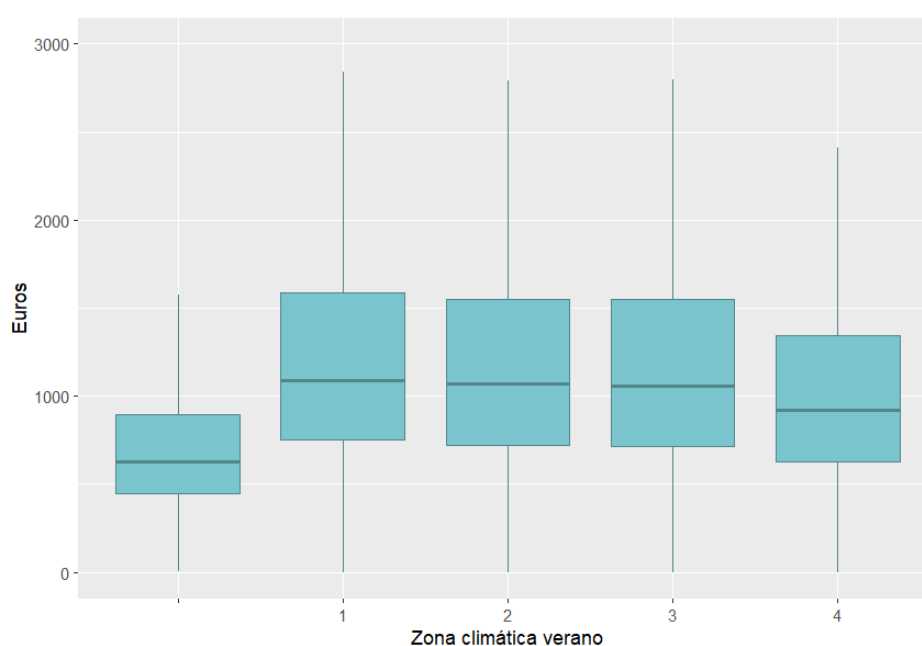


Figura 5.66. Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por zona climática de verano

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Alfa	723	627	428	444	896
1	1.271	1.090	791	751	1.588
2	1.236	1.069	794	721	1.549
3	1.231	1.055	783	715	1.547
4	1.074	919	676	629	1.343

Tabla 5.41. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por zona climática de verano (€)

5.3.3.9 Consumos y gastos anuales por zona climática

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por zonas climáticas.

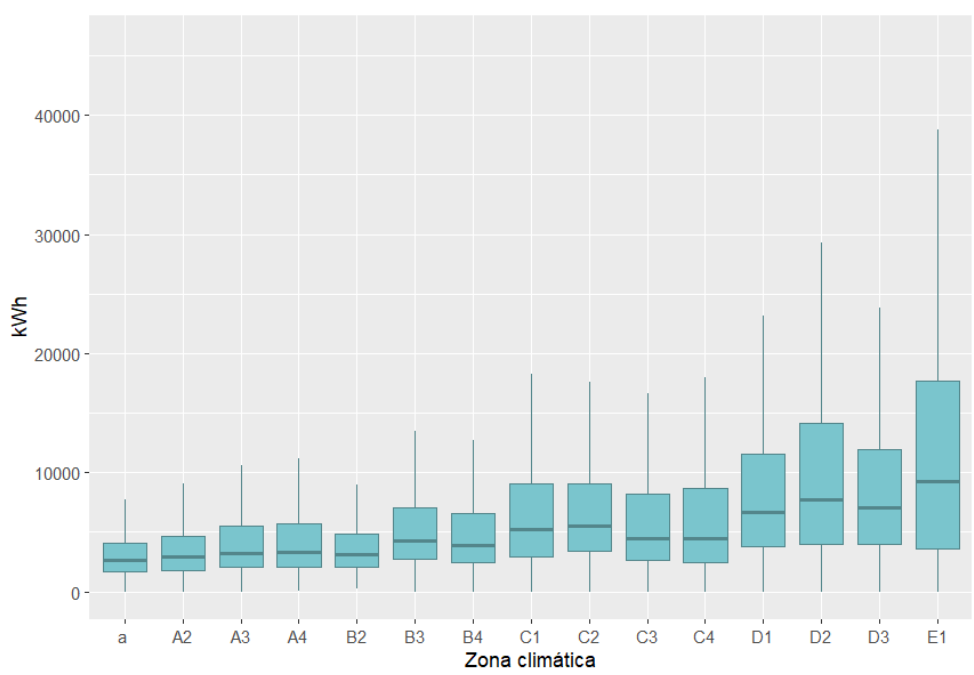


Figura 5.67. Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por zona climática

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Alfa	3.344	2.685	2.646	1.723	4.117
A2	3.754	2.930	3.275	1.758	4.695
A3	4.358	3.205	4.660	2.070	5.469
A4	4.664	3.297	6.632	2.086	5.743
B2	3.935	3.104	2.838	2.087	4.872
B3	5.721	4.283	5.086	2.713	7.031
B4	5.173	3.884	4.239	2.469	6.572
C1	7.384	5.259	7.739	2.906	9.040
C2	7.326	5.529	6.981	3.365	9.066
C3	6.677	4.505	7.327	2.610	8.234
C4	6.723	4.444	7.263	2.489	8.684
D1	9.425	6.668	9.975	3.815	11.541
D2	10.477	7.696	10.303	3.988	14.105
D3	9.386	7.034	8.812	4.020	11.935
E1	12.385	9.248	12.200	3.557	17.683

Tabla 5.42. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por zona climática (kWh)

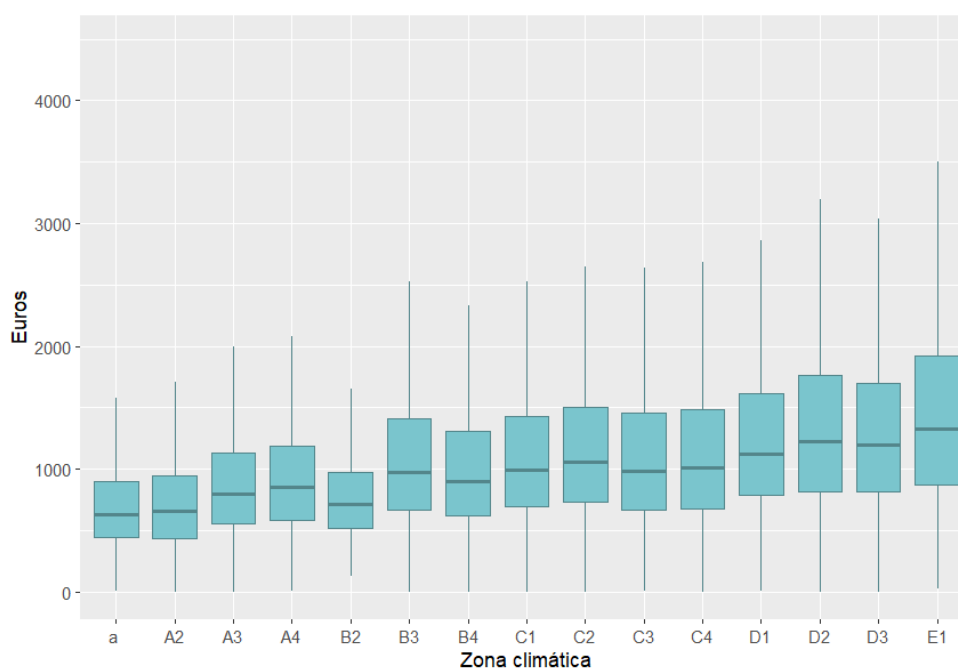


Figura 5.68. Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por zona climática

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Alfa	723	627	428	444	896
A2	751	653	481	430	943
A3	933	791	592	558	1.133
A4	964	848	590	584	1.185
B2	847	711	550	518	974
B3	1.143	975	762	665	1.409
B4	1.052	902	664	622	1.306
C1	1.145	994	695	693	1.427
C2	1.209	1.057	749	735	1.499
C3	1.164	979	786	663	1.453
C4	1.175	1.006	728	679	1.479
D1	1.313	1.121	815	787	1.617
D2	1.401	1.220	878	811	1.764
D3	1.354	1.194	802	813	1.702
E1	1.503	1.329	900	867	1.922

Tabla 5.43. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por zona climática (€)

Zona Climática	GR [€/año]	Zona Climática	GR [€/año]
A3	659,93	D1	1668,28
A4	651,97	D2	1622,27
B3	823,11	D3	1601,2
B4	815,27	E1	2047,79
C1	1252,42	α3 (Canarias)	141,08
C2	1192,54	A2 (Canarias)	648,50
C3	1208,19	B2 (Canarias)	835,78
C4	1166,45	C2 (Canarias)	1249,63

Estimación del gasto anual térmico requerido en las zonas climáticas del Código Técnico de Edificación (Universidad Pontificia Comillas, 2019).

Figura 5.69. Valores de gasto térmico por zona climática recogidos en la Estrategia Nacional

En este punto, puede compararse con los valores recogidos en la Estrategia Nacional de Lucha contra la Pobreza Energética, fruto del trabajo de la Universidad Pontificia de Comillas que realiza unas estimaciones para las distintas zonas climáticas de gastos anuales térmicos requeridos. Puede apreciarse que, los valores están en el rango de magnitud, sin embargo, dado que los valores recogidos en la Estrategia Nacional de Lucha contra la Pobreza Energética sólo se refieren a gasto térmico, los resultados de este epígrafe del estudio que incluyen todos los consumos del hogar sugieren valores reales inferiores a las estimaciones de valores requeridos de forma teórica de la Universidad Pontificia de Comillas en las zonas C, D y E.

5.3.3.10 Consumos y gastos anuales por intervalo de ingresos netos del hogar

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por intervalo de ingresos netos del hogar.

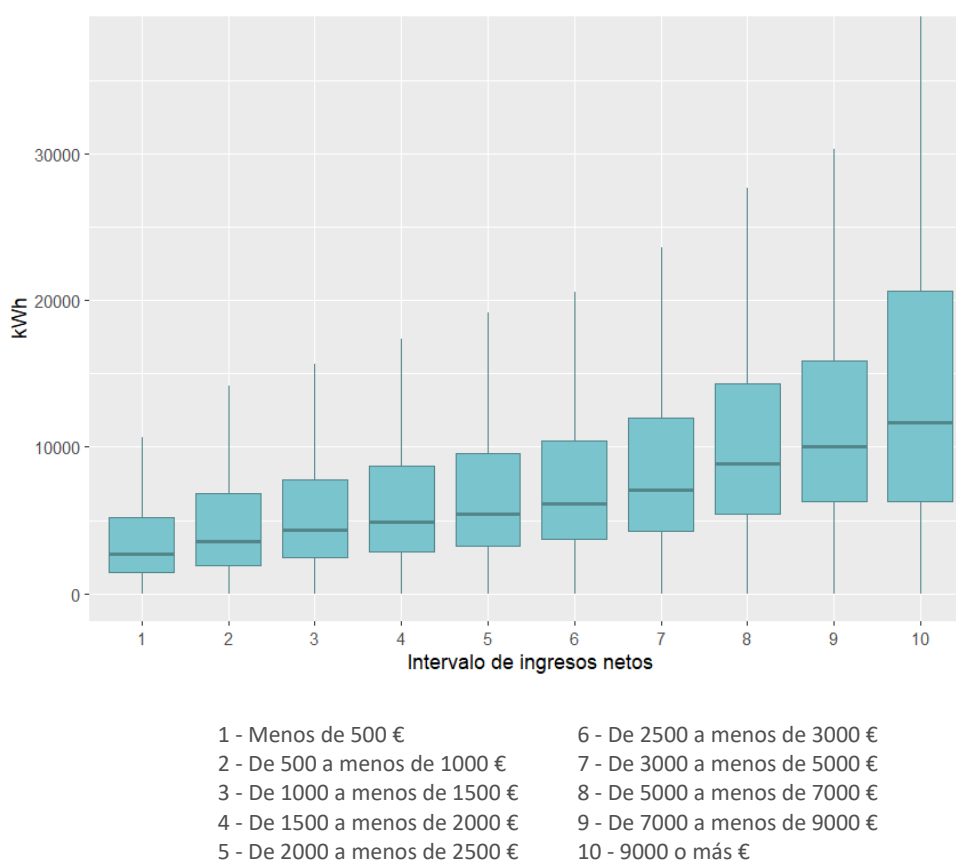


Figura 5.70. Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por intervalo de ingresos netos del hogar

Intervalo de ingresos	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
1 - Menos de 500 €	4.185	2.692	4.751	1.468	5.159
2 - De 500 a menos de 1000 €	5.477	3.524	6.200	1.941	6.834
3 - De 1000 a menos de 1500 €	6.375	4.304	6.957	2.447	7.747
4 - De 1500 a menos de 2000 €	7.073	4.912	7.320	2.876	8.682
5 - De 2000 a menos de 2500 €	7.755	5.434	7.822	3.226	9.592
6 - De 2500 a menos de 3000 €	8.435	6.166	8.173	3.692	10.451
7 - De 3000 a menos de 5000 €	9.648	7.071	9.044	4.291	12.014
8 - De 5000 a menos de 7000 €	11.706	8.902	10.602	5.453	14.351
9 - De 7000 a menos de 9000 €	13.390	10.028	12.846	6.297	15.920
10 - 9000 o más €	16.119	11.671	17.515	6.269	20.673

Tabla 5.44. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por intervalo de ingresos netos del hogar (kWh)

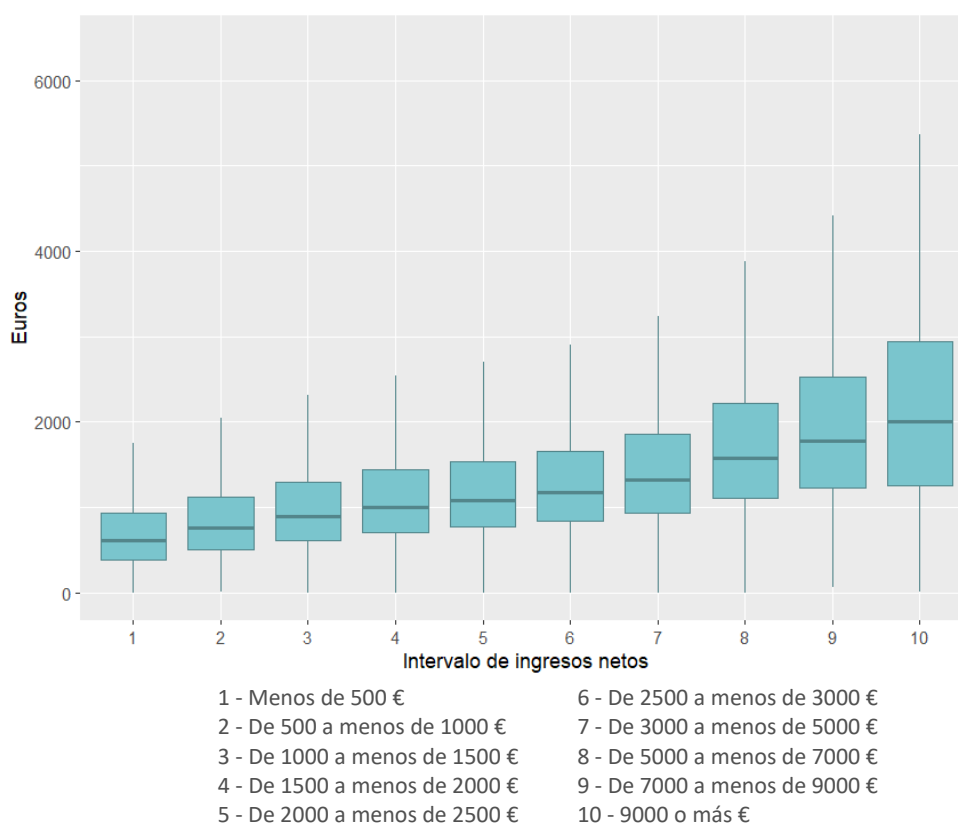


Figura 5.71. Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por intervalo de ingresos netos del hogar

Intervalo de ingresos	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
1 - Menos de 500 €	732	605	520	389	932
2 - De 500 a menos de 1000 €	880	757	578	497	1.116
3 - De 1000 a menos de 1500 €	1.030	893	619	613	1.291
4 - De 1500 a menos de 2000 €	1.150	999	682	699	1.434
5 - De 2000 a menos de 2500 €	1.242	1.077	730	764	1.537
6 - De 2500 a menos de 3000 €	1.346	1.171	777	837	1.661
7 - De 3000 a menos de 5000 €	1.506	1.318	856	936	1.855
8 - De 5000 a menos de 7000 €	1.795	1.580	1.004	1.106	2.218
9 - De 7000 a menos de 9000 €	2.048	1.781	1.273	1.222	2.530
10 - 9000 o más €	2.342	1.998	1.592	1.247	2.942

Tabla 5.45. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por intervalo de ingresos netos del hogar (€)

5.3.3.11 Consumos y gastos anuales por tipo de hogar

Las tablas y figuras a continuación muestran algunos de los principales parámetros estadísticos agrupando la muestra por tipo de hogar.

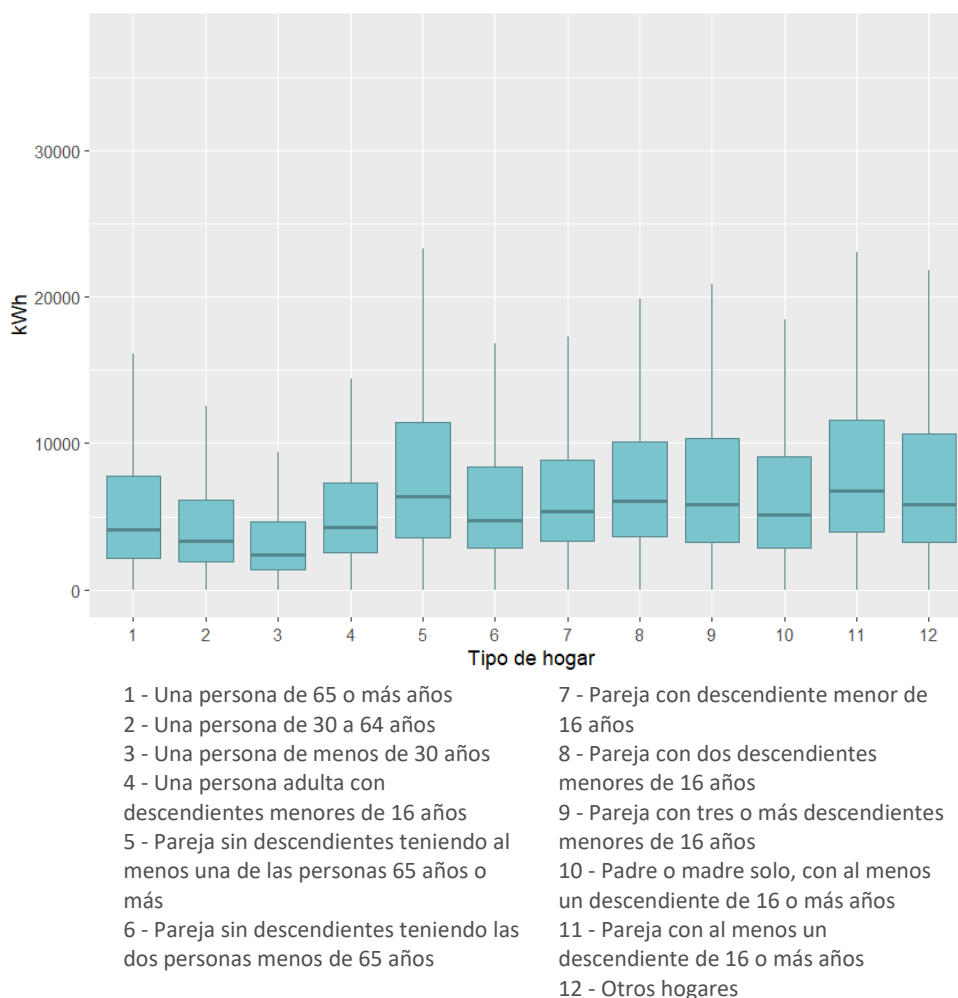


Figura 5.72. Diagrama de cajas para el consumo anual por hogar por tipo de hogar

Tipo de hogar	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
1 - Una persona de 65 o más años	6.186	4.132	6.636	2.168	7.756
2 - Una persona de 30 a 64 años	5.055	3.350	5.724	1.912	6.160
3 - Una persona de menos de 30 años	3.687	2.414	3.778	1.402	4.623
4 - Una persona adulta con descendientes menores de 16 años	6.172	4.256	6.749	2.509	7.277
5 - Pareja sin descendientes teniendo al menos una de las personas 65 años o más	9.004	6.338	8.964	3.531	11.433
6 - Pareja sin descendientes teniendo ambos menos de 65 años	6.934	4.759	7.357	2.845	8.432
7 - Pareja con un descendiente menor de 16 años	7.316	5.385	7.182	3.308	8.905
8 - Pareja con dos descendientes menores de 16 años	8.135	6.047	7.511	3.616	10.120
9 - Pareja con tres o más descendientes menores de 16 años	8.287	5.852	8.324	3.237	10.369
10 - Padre o madre solo, con al menos un descendiente de 16 o más años	7.263	5.085	7.330	2.838	9.107
11 - Pareja con al menos un descendiente de 16 o más años	9.240	6.768	8.996	3.935	11.596
12 - Otros hogares	8.721	5.841	9.878	3.215	10.671

Tabla 5.46. Principales parámetros estadísticos del consumo anual por hogar por tipo de hogar (kWh)

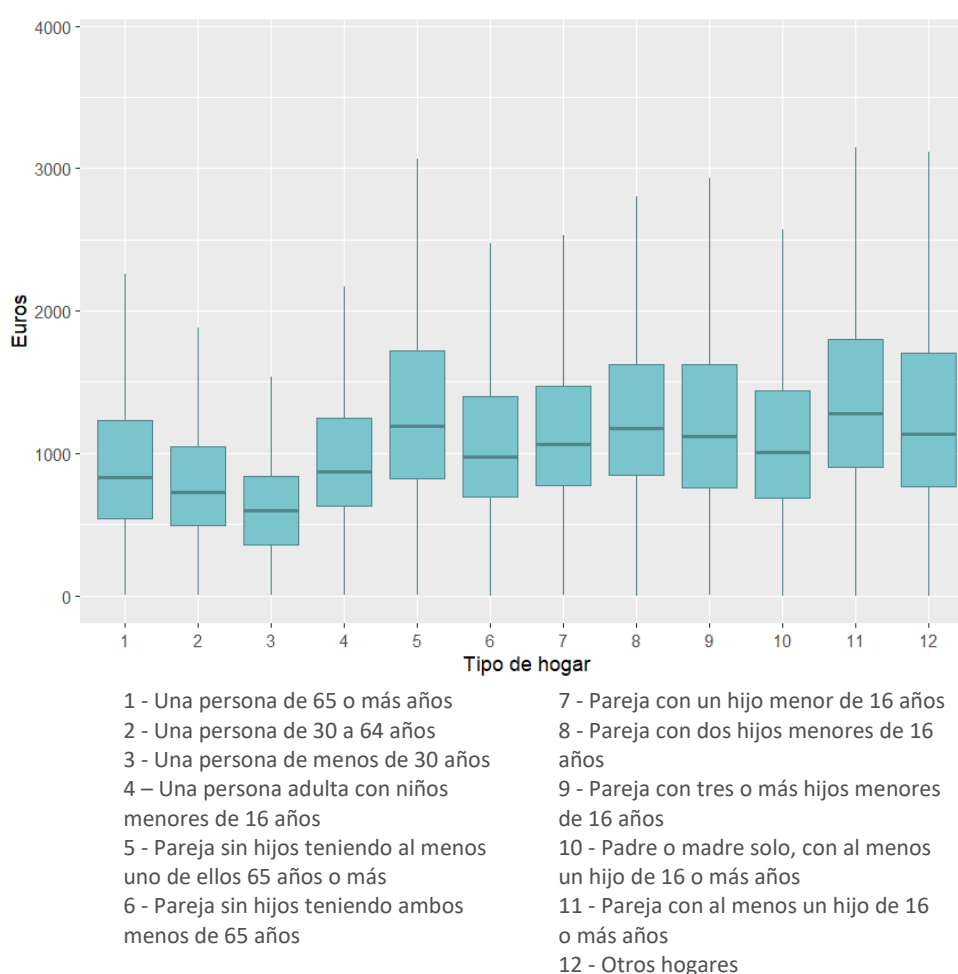


Figura 5.73. Diagrama de cajas para el gasto anual por hogar por tipo de hogar

Tipo de hogar	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
1 - Una persona de 65 o más años	973	829	637	545	1.230
2 - Una persona de 30 a 64 años	848	724	552	492	1.047
3 - Una persona de menos de 30 años	693	598	524	361	839
4 - Una persona adulta con descendientes menores de 16 años	1.003	869	578	628	1.245
5 - Pareja sin descendientes teniendo al menos una de las personas 65 años o más	1.379	1.189	832	822	1.720
6 - Pareja sin descendientes teniendo ambos menos de 65 años	1.133	972	699	692	1.403
7 - Pareja con un descendiente menor de 16 años	1.211	1.062	712	773	1.475
8 - Pareja con dos descendientes menores de 16 años	1.320	1.176	703	845	1.627
9 - Pareja con tres o más descendientes menores de 16 años	1.307	1.121	827	756	1.625
10 - Padre o madre solo, con al menos un descendiente de 16 o más años	1.154	1.003	691	688	1.443
11 - Pareja con al menos un descendiente de 16 o más años	1.459	1.282	849	905	1.804
12 - Otros hogares	1.358	1.137	915	766	1.707

Tabla 5.47. Principales parámetros estadísticos del gasto anual por hogar por tipo de hogar (€)

5.3.3.12 ANOVA

La siguiente tabla muestra el resultado del análisis de la varianza (ANOVA) para las anteriores variables.

Variable	p-valor para consumos	p-valor para gastos
Mes de la encuesta	< 0,05	< 0,05
Número de personas en el hogar	< 0,05	< 0,05
Número de personas en el hogar menores a 16 años	< 0,05	< 0,05
Tipo edificatorio	< 0,05	< 0,05
Antigüedad de la construcción	< 0,05	< 0,05
Fuente de energía para la calefacción	< 0,05	< 0,05
Fuente de energía para el ACS	< 0,05	< 0,05
Zona climática de invierno	< 0,05	< 0,05
Zona climática de verano	< 0,05	< 0,05
Zona climática	< 0,05	< 0,05
Edad de la construcción	< 0,05	< 0,05
CCAA	< 0,05	< 0,05
Intervalo de ingresos netos	< 0,05	< 0,05
Tipo de hogar	< 0,05	< 0,05

Tabla 5.48. Resultados del ANOVA para las variables categóricas

5.3.4 Consumos y gastos anuales para variables de tipo cuantitativo

5.3.4.1 Consumos y gastos anuales por superficie

Las figuras a continuación muestran los diagramas de dispersión del consumo y gasto anual según la superficie de la vivienda.

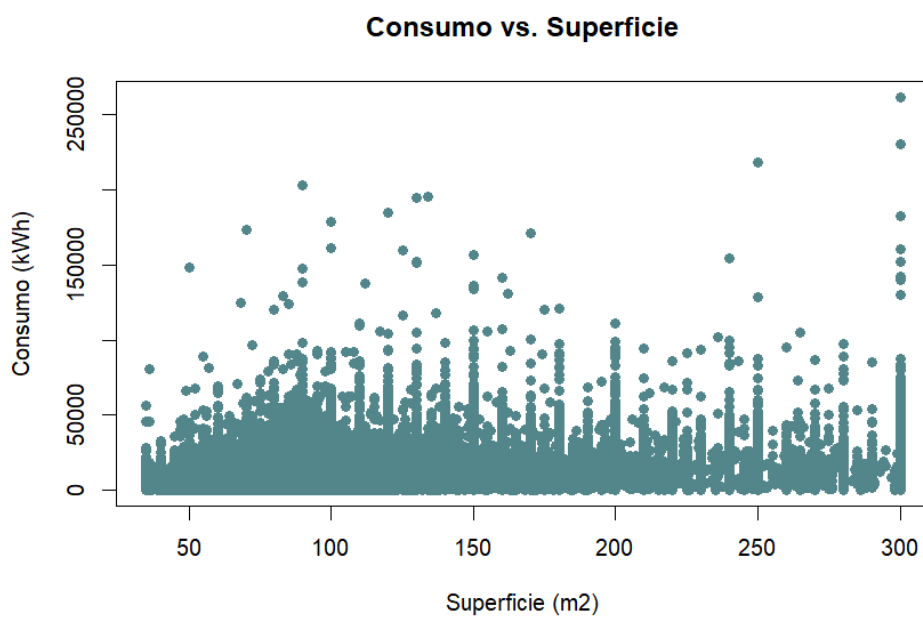


Figura 5.74. Diagrama de dispersión del consumo anual por hogar vs superficie

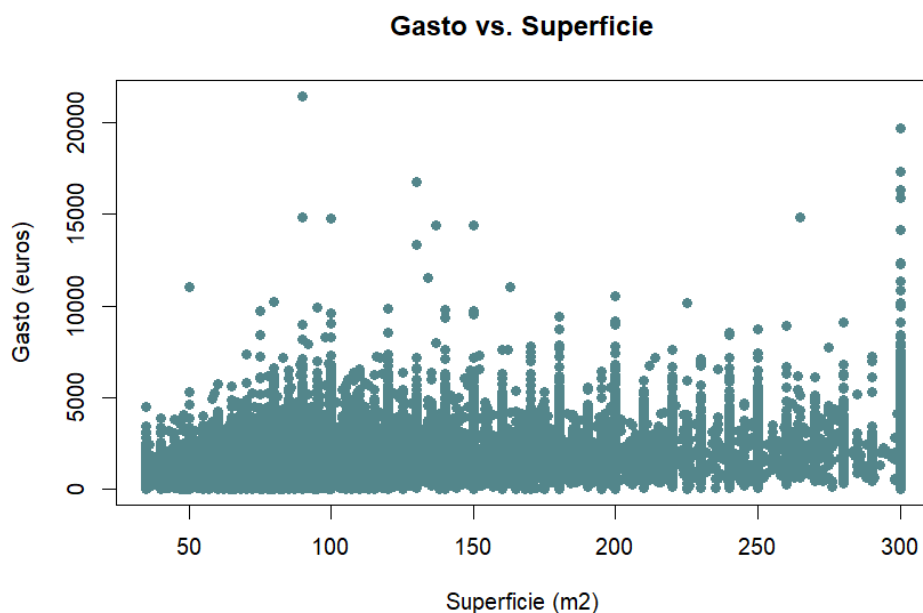


Figura 5.75. Diagrama de dispersión del gasto anual por hogar vs superficie

5.3.4.2 Consumos y gastos anuales por ingresos mensuales netos del hogar

Las figuras a continuación muestran los diagramas de dispersión del consumo y gasto anual según los ingresos mensuales netos del hogar.

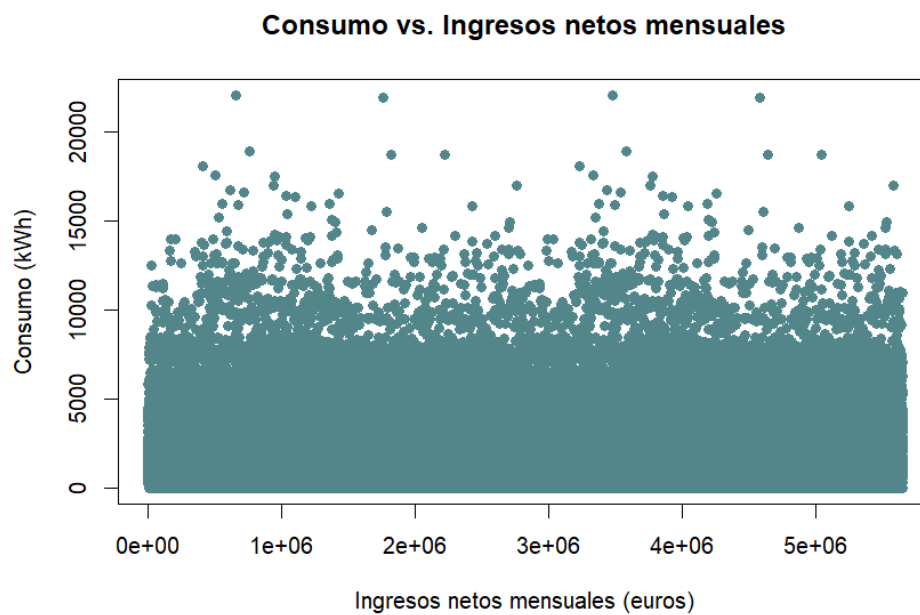


Figura 5.76. Diagrama de dispersión del consumo anual por hogar vs ingresos mensuales netos del hogar

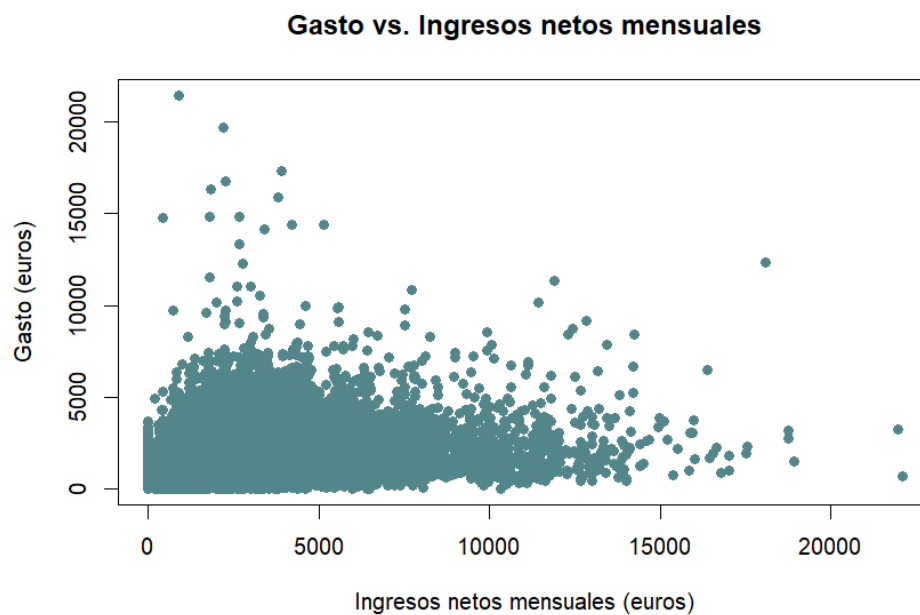


Figura 5.77. Diagrama de dispersión del gasto anual por hogar vs ingresos mensuales netos del hogar

5.3.4.3 Consumos y gastos anuales por ingresos mensuales netos por número de personas en el hogar

Las figuras a continuación muestran los diagramas de dispersión del consumo y gasto anual según ingresos mensuales netos por persona en el hogar.

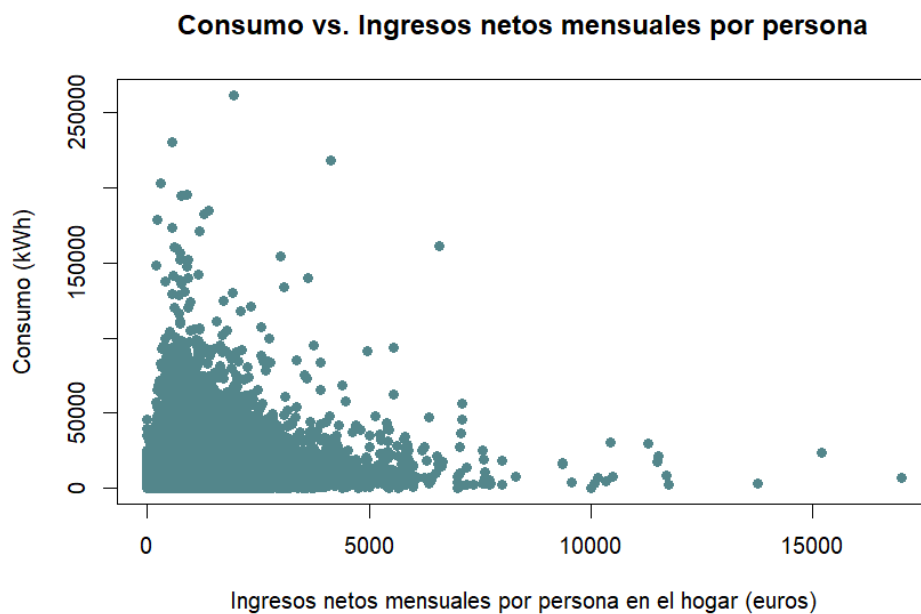


Figura 5.78. Diagrama de dispersión del consumo anual por hogar vs ingresos mensuales netos por persona en el hogar

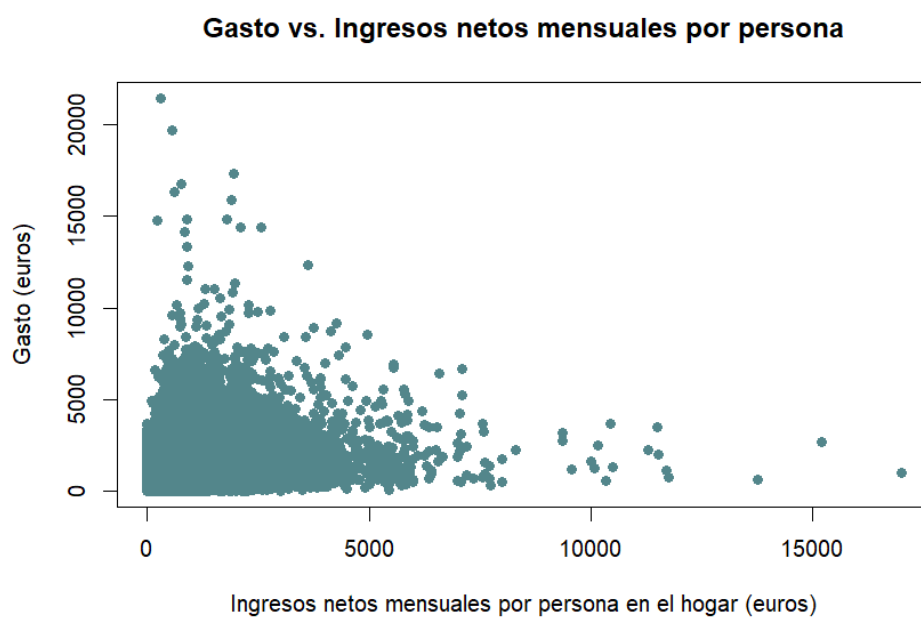


Figura 5.79. Diagrama de dispersión del gasto anual por hogar vs ingresos mensuales netos por persona en el hogar

5.3.5 Correlaciones

La siguiente tabla muestra las correlaciones para las anteriores variables.

Variable	Correlación para consumos	Correlación para gastos
Superficie	0,2848795	0,3454746
Ingresos mensuales netos del hogar	0,2236024	0,3317176
Ingresos mensuales netos por persona en el hogar	0,07430766	0,1044069

Tabla 5.49. Correlaciones para las variables cuantitativas

5.3.6 Interpretación del análisis exploratorio de consumos y gastos anuales

Como puede comprobarse la corrección del sesgo por fecha de la encuesta de los valores de consumos y gastos no altera las conclusiones del primer preanálisis de los datos, dado que los p-valores del ANOVA y las correlaciones no son sustancialmente diferentes. Además, puede apreciarse que las desviaciones estándar son muy grandes y esto significa que la dispersión de datos es muy importante y habría solapamiento entre los grupos, es decir, hogares de una clase con valores en los rangos de los de otras clases.

Sin embargo, la mencionada corrección del sesgo por fecha era necesaria para poder introducir los datos en un modelo predictivo mitigando en lo posible el efecto derivado de la fecha de realización de la encuesta.

En resumen, las conclusiones serían:

- Pueden apreciarse grupos de consumos y gastos diferentes según múltiples variables, sin embargo, no es posible conocer con técnicas sencillas cuáles son las variables más relevantes.
- Las correlaciones en el caso de las variables cualitativas son bajas y eso descarta que existan relaciones de tipo lineal globales, en toda la muestra. Pero no descarta que existan relaciones de tipo no lineal o que dentro de subgrupos estas variables no sean explicativas.
- Algunas de estas variables pueden no ser totalmente independientes unas de otras, interfiriendo entre ellas de introducirse conjuntamente en un modelo. Por ejemplo, por citar, un resultado que puede ilustrar esta circunstancia, la antigüedad de la vivienda parece tener un menor impacto en consumos y gastos, pero la antigüedad de forma independiente al resto de variables se solapa con otras circunstancias que pueden modificar el consumo como son las rehabilitaciones posteriores, el tamaño de las viviendas o el tipo de hogar que ocupa la vivienda.
- La dispersión de la muestra es grande y existe solapamiento entre los grupos, es decir, hogares de una clase con valores en los rangos de los de otras clases.
- Los grupos o rangos de consumo no son directamente extrapolables al gasto. La cesta energética de cada hogar es diferente y está influida por muchos condicionantes, entre otros la posibilidad de acceder a unas u otras fuentes de energía según la ubicación del hogar, la eficiencia de la vivienda o las instalaciones existentes en el hogar. Cada fuente energética tiene además un coste diferente y unos usos más habituales que otros. Por tanto, dos

hogares con consumos similares pueden tener gastos diferentes. Por citar un ejemplo ilustrativo de lo anterior, los hogares unifamiliares gastan en promedio 1.404 € con 10.665 kWh al año y los plurifamiliares 1.109 € con 6.614 kWh. Habiendo una diferencia de 4.000 kWh anuales, la diferencia en precios es de apenas 300 euros. En este caso, esto se explica porque las viviendas unifamiliares suelen ser algo mayores a las que se encuentran en edificios plurifamiliares y, están aisladas por algún o todos los costados y el tejado, por lo que tienen muchas más pérdidas. Por tanto, es en cuanto a consumos térmicos para calefacción dónde la diferencia de comportamiento es clara. Dado que la calefacción se suele cubrir todavía, hoy en día preferentemente con combustibles como el gas, gasóleo o la biomasa, ese diferencial de consumo se cubre al coste de estos combustibles. Sin embargo, la base de consumo eléctrico en iluminación o electrodomésticos no está afectada por la misma circunstancia y en ambos tipos de hogares se cubre a coste de electricidad. Y por ello el diferencial en consumos parece muy grande en comparación con el diferencial en costes.

5.4 Desarrollo de un modelo explicativo del consumo y el gasto energético

Tal y como se describe en el punto 4.6 del apartado Metodología, se han empleado de nuevo árboles de regresión en esta etapa del estudio.

5.4.1 Modelo explicativo del consumo

El árbol de regresión que se genera sin especificar qué variables debe emplear para consumos (dándole libertad a escoger entre todas las disponibles) es el siguiente:

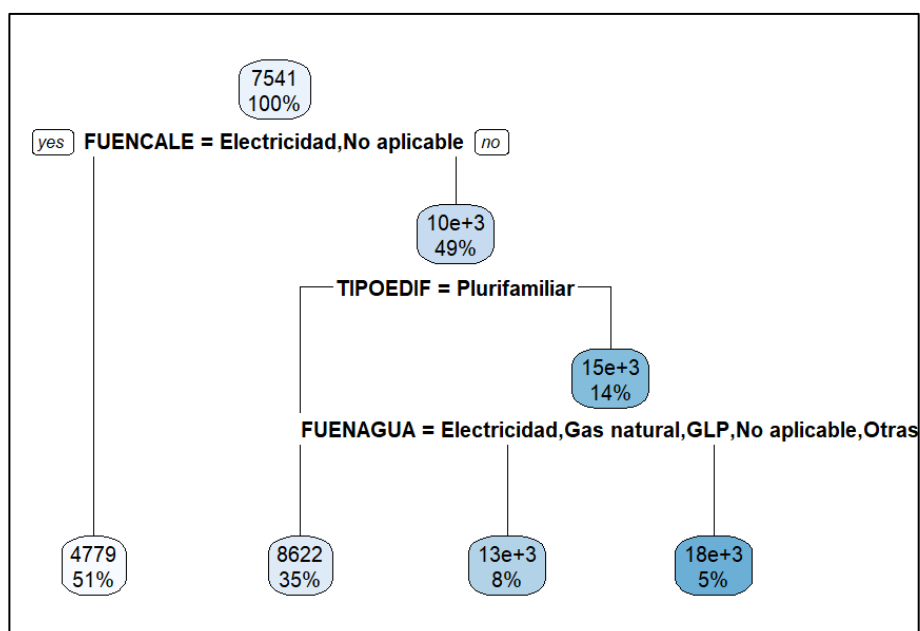


Figura 5.80. Árbol de regresión con todas las variables para el consumo anual por hogar

La interpretación de este árbol sería que aquellos hogares sin calefacción o con calefacción eléctrica son los que menos consumen, en un promedio de 4.779 kWh al año. Que hogares sin calefacción tengan consumos bajos es algo que parece lógico, sin embargo, hay que hacer una matización sobre la inclusión en este grupo de las calefacciones eléctricas. En este punto conviene acudir a la tabla 5.21 en la cual se puede comprobar como el uso de esta fuente de energía en calefacción es mucho

más frecuente en zonas climáticas con climas más benignos, hasta un 65% en zona B, frente a un 14% en zona D. El siguiente factor relevante es el tipo edificatorio. El árbol detecta que los hogares que no disponen de calefacción o esta no es eléctrica y se ubican en viviendas plurifamiliares tienen consumos en promedio de 8.622 kWh anuales. Para el resto de los casos (viviendas unifamiliares que no disponen de calefacción o esta no es eléctrica) los consumos son más elevados y tienen promedio de 13.000 kWh o hasta 18.000 kWh cuando la fuente de energía para el ACS es gasóleo, carbón o biomasa.

Sin embargo, se ha podido comprobar que cuando se restringen las variables que puede emplear, eliminando la que se usa en primer lugar en los árboles de regresión anteriores se obtienen otros árboles con una pérdida de calidad en los resultados muy pequeña. Este proceso puede realizarse sucesivas veces restringiendo en las variables la primera que empleó en el último árbol de decisión.

A continuación, se muestran todos los árboles de regresión que pueden generarse por este procedimiento hasta una pérdida de calidad, medida esta como la desviación promedio entre el valor de consumo real y el predicho para el subconjunto de la muestra de test, respecto al primer árbol de un 9% para el consumo anual. Cabe destacar que, en los sucesivos árboles, además de la variable que se indica en el pie de figura se ha detraído también la variable de comunidad autónoma por los solapes que existen entre ella y la variable zona climática que dificultaban la interpretación de los resultados. Asimismo, hay árboles en los que participan conjuntamente las variables de zona climática y zona climática de invierno. En esos casos, cuando la presencia de ambas aportaba información redundante, se ha retirado una de las dos.

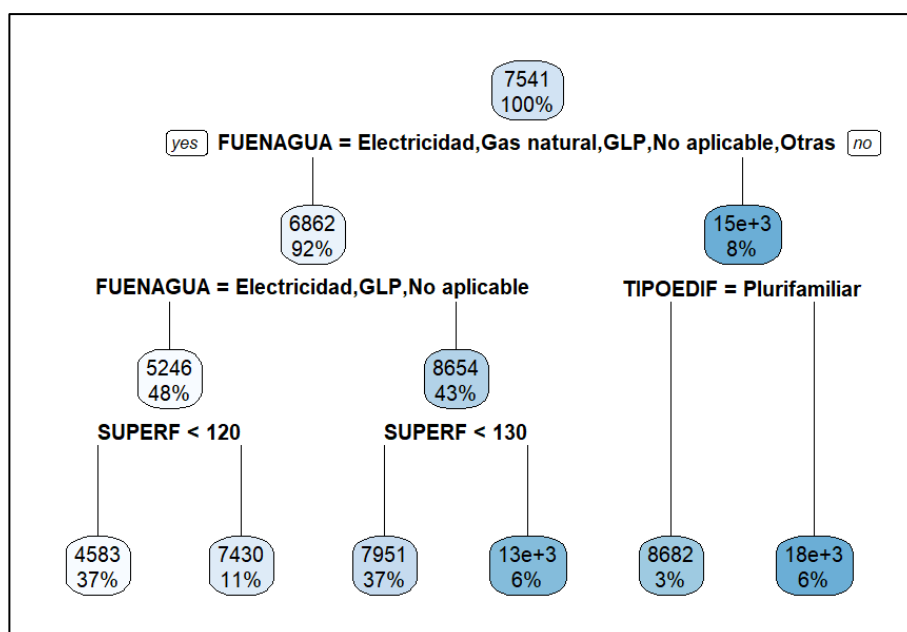


Figura 5.81. Árbol de regresión sin la variable “fuente de energía para la calefacción” para el consumo anual por hogar

Este árbol puede interpretarse de la siguiente manera: si se obvia el efecto de la fuente de energía para la calefacción, los menores consumos, con un promedio de 4.583 kWh al año, corresponden a hogares que no disponen de ACS o bien emplean para generarla electricidad y gases licuados del petróleo, en hogares de pequeño tamaño. Dentro de este tipo de hogares, aquellos que ocupan viviendas mayores presentan promedios de consumo anual de 7.430 kWh.

Cuando la fuente de energía para el ACS es gas natural, se aprecian consumos anuales promedio de 7.951 kWh en hogares de menor tamaño y de 13.000 kWh en los de mayor tamaño. Esta diferencia frente al caso anterior probablemente puede deberse a que los hogares que declaran usar el gas

natural sólo para el ACS son más propensos a no tener calefacción ya que es más frecuente que si se dispone de un suministro de gas natural se abastezcan ambas demandas con él, es decir, en este caso el empleo de gas natural no es la causa de un mayor consumo sino el reflejo del tipo de instalación del hogar.

Los hogares que emplean como fuente de energía para el ACS carbón, gasóleo o biomasa tienen consumos promedio de 8.682 kWh cuando ocupan viviendas plurifamiliares y 18.000 kWh si la vivienda es unifamiliar.

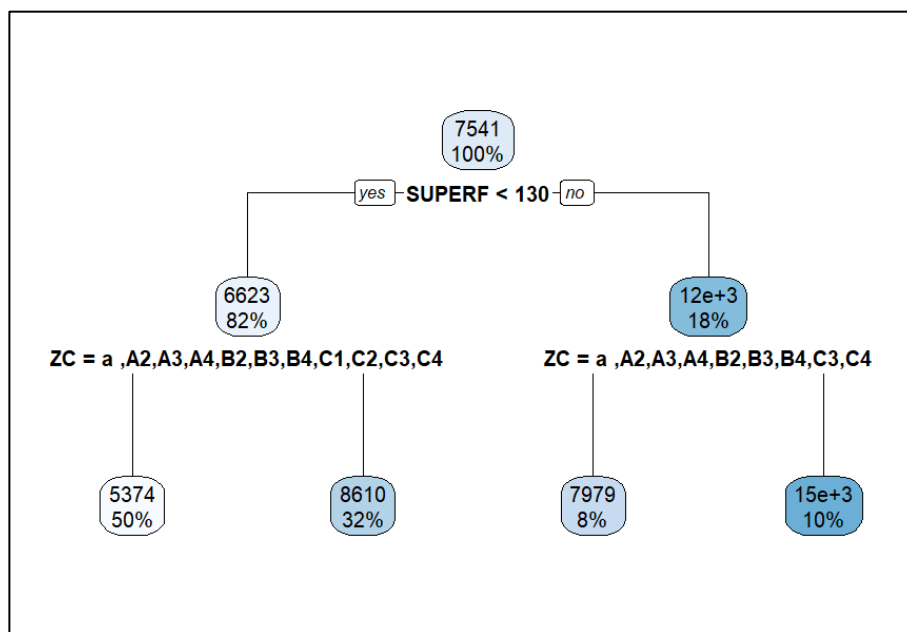


Figura 5.82. Árbol de regresión sin las variables “fuente de energía para la calefacción” y “fuente de energía para el ACS” para el consumo anual por hogar

Una vez que se obvia el efecto de la fuente de energía para calefacción o ACS, consumos en promedio de 5.374 kWh se dan en viviendas de menor tamaño (menos de 130 metros cuadrados) en zonas climáticas de invierno más benignas Alfa, A, B y C mientras que si se encuentran en zonas D o E tienen consumos promedio de 8.610 kWh. Las viviendas de mayor tamaño (más de 130 metros cuadrados) en zonas climáticas de invierno Alfa, A, B y C3 y C4 muestran consumos promedio de 7.979 kWh mientras que, si se encuentran en zonas C1 y C2, D o E tienen consumos promedio de 15.000 kWh.

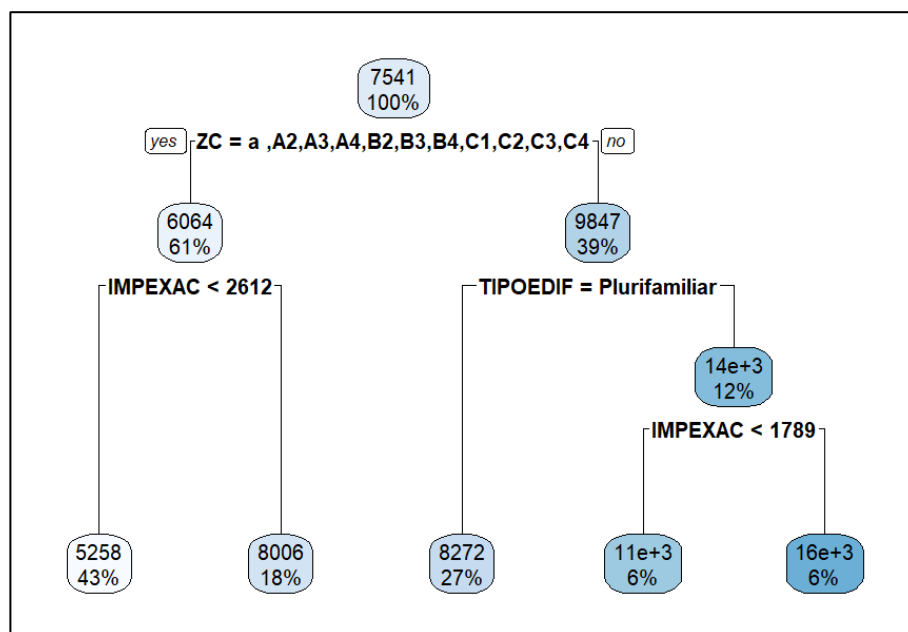


Figura 5.83.Árbol de regresión sin las variables “fuente de energía para la calefacción” y “fuente de energía para el ACS” y “superficie” para el consumo anual por hogar

En este árbol aparece por primera vez la variable de ingresos netos del hogar. Los hogares con menores consumos anuales en promedio de 5.258 kWh son hogares en zonas climáticamente más benignas en invierno (Alfa, A, B y C) y con ingresos mensuales netos inferiores a 2.612 euros. Consumos promedio de 8.006 kWh anuales se localizan en los anteriores hogares, pero con ingresos netos mensuales superiores a 2.612 euros. Para los hogares en viviendas unifamiliares de las zonas D y E el árbol detecta un salto de consumos promedio de 11.000 kWh a 16.000 kWh en función de que los ingresos netos mensuales sean inferiores a 2150 euros o superiores, respectivamente, mientras que en las viviendas plurifamiliares el promedio es 8.272 kWh.

La existencia de múltiples árboles de precisiones similares que emplean variables distintas viene a reafirmar la conclusión anteriormente expuesta de que este es un problema de naturaleza compleja, en la que influyen simultáneamente múltiples variables.

A efectos de sistematizar sus resultados, se puede elaborar la siguiente matriz de variables y consumos:

Consumos anuales promedio (kWh)	Fuente energía calefacción	Fuente energía ACS	Tipo edificatorio	Zona climática	Superficie. Límite entre 120 y 130 m ²	Ingresos mensuales netos. Límite entre 1.789 y 2.612 euros
4.583		Electricidad GLP No tiene			Menor	
4.779	No tiene Electricidad					
5.258				Alfa, A, B y C		Menor
5.374				Alfa, A, B y C	Menor	
7.430		Electricidad GLP No tiene			Mayor	

Consumos anuales promedio (kWh)	Fuente energía calefacción	Fuente energía ACS	Tipo edificatorio	Zona climática	Superficie. Límite entre 120 y 130 m ²	Ingresos mensuales netos. Límite entre 1.789 y 2.612 euros
7.951		Gas natural			Menor	
7.979				Alfa, A, B, C3 y C4		Mayor
8.006				Alfa, A, B y C		Mayor
8.272			Plurifamiliar	D y E		
8.610				Alfa, A, B y C	Mayor	
8.622	No eléctrica		Plurifamiliar			
8.682		Gasóleo Biomasa Carbón	Plurifamiliar			
11.000			Unifamiliar	D y E		Menor
13.000	No eléctrica	No gasóleo No biomasa No carbón	Unifamiliar			
		Gas natural			Mayor	
15.000				C1, C2, D y E	Mayor	
16.000			Unifamiliar	D y E		Mayor
18.000	No eléctrica	Gasóleo Biomasa Carbón	Unifamiliar			
		Gasóleo Biomasa Carbón	Unifamiliar			

Tabla 5.50. Matriz de variables y consumos promedios por hogar resultado de los árboles de regresión

Por supuesto, todo tipo de combinatorias admitiendo y excluyendo unas y otras de estas variables en otros órdenes también serían posibles, muy probablemente con índices de calidad similares, sin embargo, no es posible reproducirlas todas de forma manual y, la anterior matriz resumiría las principales relaciones.

En resumen, se puede concluir que las variables más relevantes para explicar el consumo energético de entre las disponibles en la EPF y empleadas en este estudio serían:

- Disponibilidad de calefacción. La ausencia de calefacción se asocia a los consumos más bajos.
- Fuente de energía empleada para la calefacción. La calefacción eléctrica se suele asociar a menores consumos, influido por la mayor presencia de este tipo de calefacciones en zonas más cálidas y también el empleo de pequeños equipos portátiles.
- Fuente de energía empleada para el ACS. Gasóleo, biomasa o carbón se asocian a mayores consumos, muy probablemente por las menores eficiencias de los equipos.

- Superficie. En el entorno de los 120 a 130 metros cuadrados los modelos detectan una ruptura. Esta superficie también es un indicativo del tipo edificatorio, pues las viviendas unifamiliares suelen tener tamaños superiores.
- Zona climática y zona climática de invierno. Las zonas climáticas alfa, A, B y C suelen agruparse en los modelos, con consumos menores, y considerarse de forma separada a las zonas D y E. La zona climática de verano parece tener una influencia mucho menor sobre el consumo anual frente a otras variables detectándose como relevante tan sólo en la zona C.
- Tipo edificatorio. Los modelos distinguen con frecuencia entre unifamiliar y plurifamiliar siendo los consumos en la segunda mucho menores.
- Ingresos netos del hogar. Los modelos detectan una ruptura de consumos en la franja entre 1.789 y 2.612 euros mensuales netos por hogar, aproximadamente. Sin embargo, hay que tomar una precaución antes de interpretar esos valores ya que no sólo pueden ser indicativos de un nivel de consumo bajo vinculado a la pobreza energética sino también estar muy relacionados con el número de personas adultas en el hogar, siendo reflejo del número de salarios u otras rentas entrantes. De hecho, los modelos generados no han empleado la variable de ingresos mensuales netos por miembro del hogar, lo que puede ser indicativo de que el nivel adquisitivo del hogar (entendido como los ingresos por persona en el hogar) no es una de las variables principales que expliquen los consumos.

5.4.2 Modelo explicativo del gasto

De manera análoga al caso del consumo energético, se procede con los gastos. El árbol de regresión que se genera sin condicionar las variables a emplear para gastos es el siguiente.

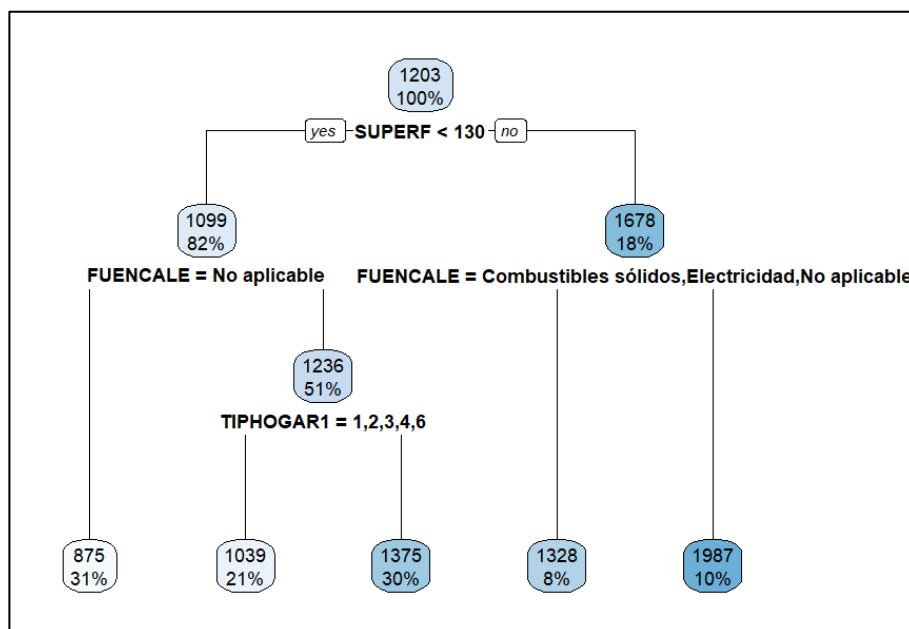


Figura 5.84. Árbol de regresión con todas las variables para el gasto anual por hogar

Una interpretación de este árbol sería que los hogares sin calefacción y que ocupan viviendas de menor tamaño tienen los menores gastos, 875 euros al año de promedio. Cuando si disponen de calefacción, los hogares que ocupan esas viviendas de menor tamaño tienen gastos de 1.039 euros de promedio si se trata de hogares unipersonales u ocupados por parejas sin descendientes de

menos de 65 años y de 1.375 euros en otros tipos de hogares. La inclusión de las parejas en edad activa junto a los hogares unipersonales en clases de gasto bajas puede obedecer a la menor presencia en el hogar al encontrarse fuera trabajando, lo que reduce los consumos y gastos en la vivienda.

En hogares que ocupan viviendas de mayor tamaño, sin calefacción o empleando electricidad o biomasa los gastos son en promedio de 1.328 euros, para otras fuentes de energía para la calefacción ascienden a 1.987 euros.

A continuación, se muestran todos los árboles de regresión que pueden generarse por este procedimiento hasta una pérdida de calidad, medida esta como la desviación promedio entre el valor de consumo real y el predicho para el subconjunto de la muestra de test, respecto al primero de un 9% para el gasto anual.

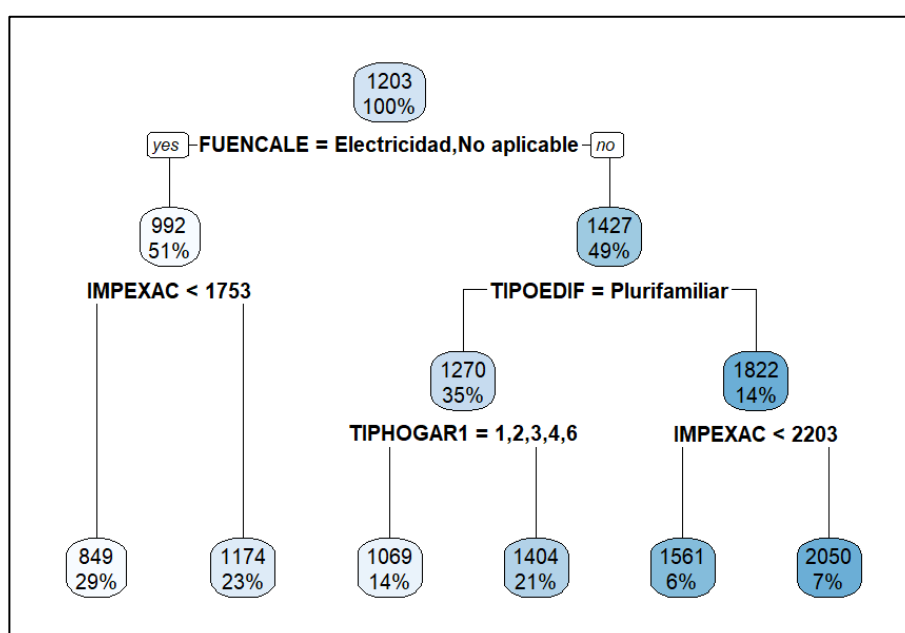


Figura 5.85. Árbol de regresión sin la variable “superficie” para el gasto anual por hogar

El árbol de la anterior figura tiene los gastos más pequeños, 849 euros al año en promedio, para hogares que no disponen de calefacción o ésta es eléctrica y tienen ingresos mensuales netos menores a 1.753 euros al año. Cuando sus ingresos son superiores a ese umbral los gastos promedio son de 1.174 euros al año.

Para los hogares que sí disponen de calefacción o esta no es eléctrica se detectan cuatro grupos. El primero, con gastos promedio de 1.069 euros al año se encuentra en hogares unipersonales o formados por parejas sin hijos menores a 65 años ocupando viviendas plurifamiliares. El segundo, también en viviendas plurifamiliares y con gastos promedio de 1.404 euros al año está formado por otro tipo de hogares. El tercer y cuarto grupo son hogares que ocupan viviendas unifamiliares, distinguiéndose por los ingresos netos mensuales del hogar. Para ingresos menores a 2.203 euros el gasto anual es 1.561 euros y para ingresos superiores es 2.050 euros.

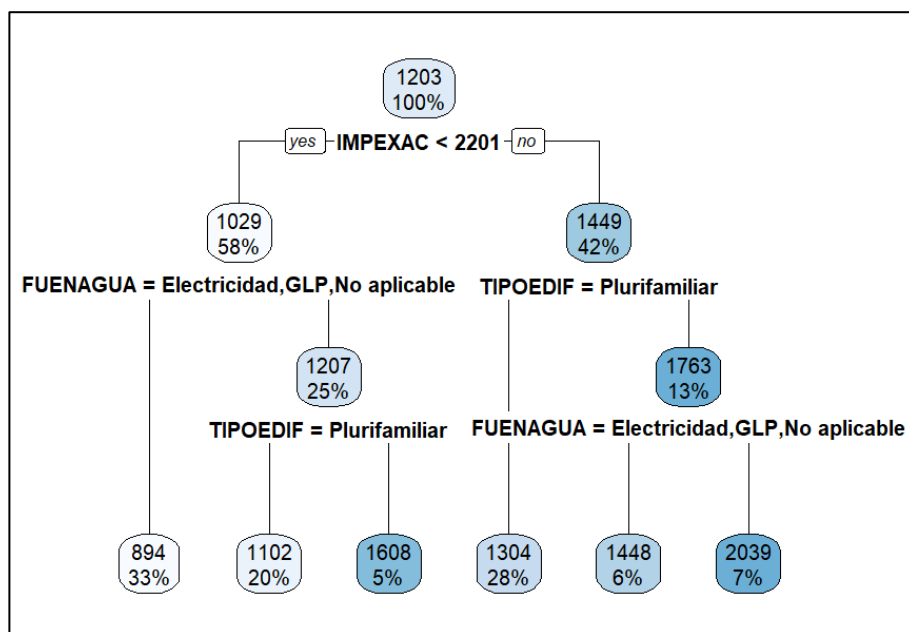


Figura 5.86. Árbol de regresión sin las variables “superficie” y “fuente de energía para la calefacción” para el gasto anual por hogar

Este árbol es más complejo y con una interpretación más complicada. De hecho, en general los árboles de gastos son más complicados que los de consumos y menos inmediatos de interpretar. Esto se debe a que, si bien el consumo es una variable que directamente depende de características del hogar y comportamiento de sus ocupantes, teniendo como principal factor distorsionador la eficiencia de los equipos consumidores, en el caso del gasto hay más factores. En primer lugar, cada fuente energética tiene un precio diferente y los hogares combinan varias fuentes que difieren entre hogares. En segundo lugar, algunas fuentes de energía tienen un término fijo, es decir, un importe que se factura independientemente de que exista consumo o no. Por último, la eficiencia de equipos, que afecta en primer lugar al consumo, afecta a su vez al gasto.

En lugar del árbol de la figura anterior, puede optarse por su versión podada, que resulta más generalista, manteniendo una calidad prácticamente idéntica. En adelante, los árboles de gastos podrán presentar algún podado, con el mismo fin de facilitar su comprensión.

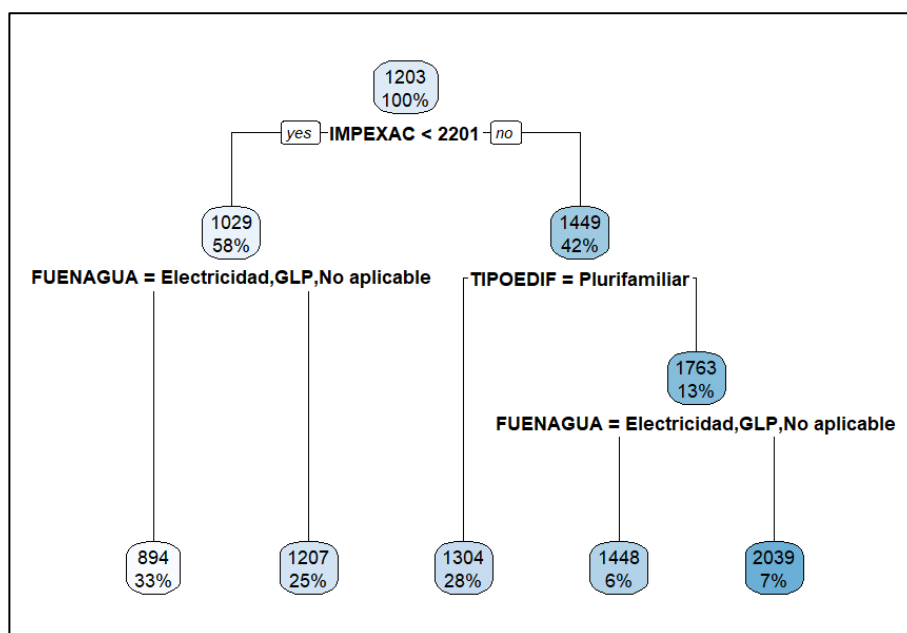


Figura 5.87. Árbol de regresión sin las variables “superficie” y “fuente de energía para la calefacción” para el gasto anual por hogar podado a un factor de complejidad de 0,018

Este árbol puede interpretarse de la siguiente forma. Dentro de los hogares con ingresos mensuales netos de menos de 2.201 euros se distinguen dos grupos, los que no tienen ACS o emplean para ella electricidad o gases licuados del petróleo (butano, propano) con gastos promedio de 894 euros al año y los que usan para el ACS otras fuentes de energía con gastos promedio de 1.207 euros al año.

En los hogares con ingresos mensuales netos de más de 2.201 euros se distinguen tres grupos. Uno con hogares que ocupan viviendas plurifamiliares con gastos de 1.304 euros al año y dos grupos en viviendas unifamiliares, los que no tienen ACS o emplean para ella electricidad o gases licuados del petróleo (butano, propano) con gastos promedio de 1.448 euros al año y los que usan para el ACS otras fuentes de energía con gastos promedio de 2.039 euros al año.

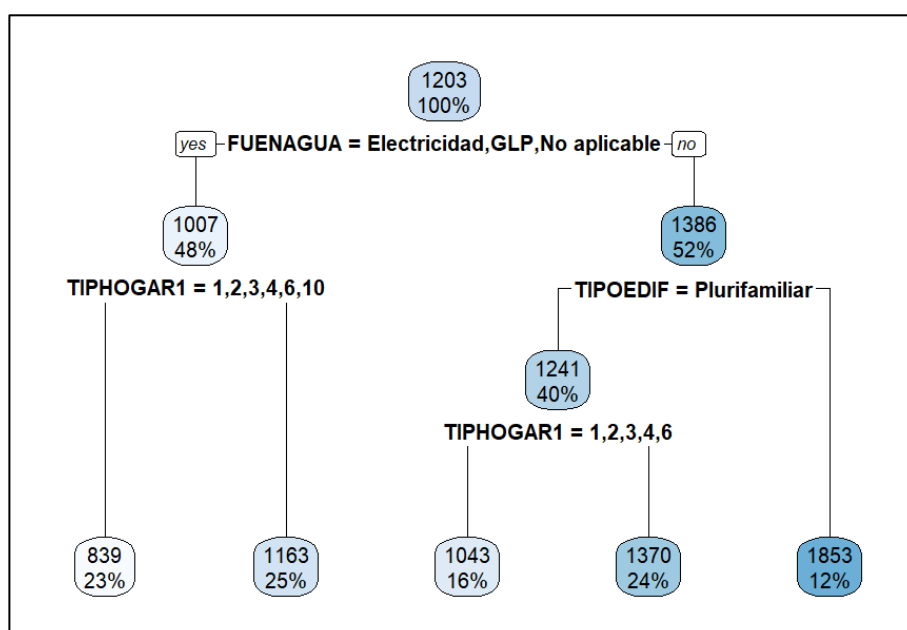


Figura 5.88. Árbol de regresión sin la variable “fuente de energía para la calefacción”, la variable “superficie”,

la variable “ingresos mensuales netos” y la variable “intervalo de ingresos mensuales netos”. En este árbol además de eliminar el efecto de las variables superficie, fuente de energía para la calefacción e ingresos netos mensuales se ha eliminado la variable de intervalo de ingresos netos mensuales, pues resultaba redundante y reproducía el patrón anterior.

El árbol de la anterior figura tiene los gastos más pequeños, 839 euros al año y 1.163 euros al año, en promedio, para hogares que o bien no tienen ACS, ésta es eléctrica o con GLP, distinguiéndose el gasto mayor en hogares unipersonales, ocupados por parejas menores de 65 años o un progenitor con un descendiente de más de 16 años. Los hogares que emplean otras fuentes de energía para el ACS distintas de la electricidad o los gases licuados del petróleo (butano, propano) muestran tres grupos de gasto. El primero y el segundo se encuentran en viviendas plurifamiliares y dentro de éstas se distingue entre los hogares unipersonales u ocupados por parejas menores de 65 años con gastos de 1.043 euros al año y el resto de los tipos de hogares con gastos de 1.307 euros al año. El tercer grupo, con el mayor gasto, 1.853 euros al año son los hogares que ocupan viviendas unifamiliares empleando para el ACS fuentes de energía distintas de la electricidad o los gases licuados del petróleo.

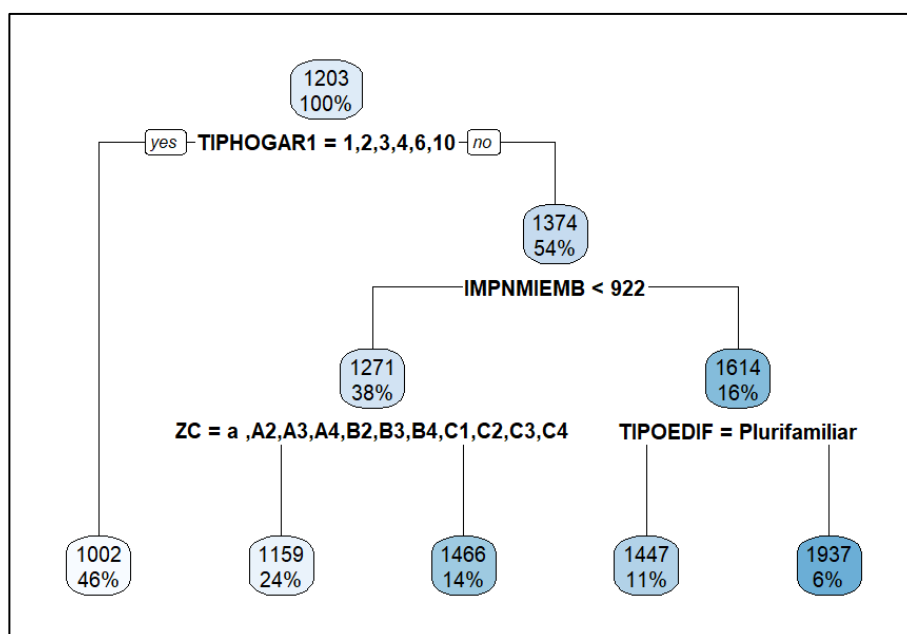


Figura 5.89. Árbol de regresión sin la variable “fuente de energía para la calefacción”, la variable “superficie”, la variable “fuente de energía para el ACS”, y las variables “Ingresos mensuales netos” e “Intervalos de ingresos mensuales netos” para el gasto anual por hogar podado a un factor de complejidad de 0,013

El árbol de la anterior figura divide los hogares según la tipología de hogar en primer lugar. Aquellos en hogares unipersonales, ocupados por parejas menores de 65 años o un progenitor con un descendiente de más de 16 años muestran los menores gastos anuales, 1.002 euros en promedio.

Para el resto de los hogares, la primera variable de segmentación serían los ingresos entre el número de miembros del hogar. Cuando son inferiores a 922 euros al mes se detecta un grupo de hogares en zonas climáticas Alfa, A, B y C con gastos de 1.159 euros al año y otro en las zonas D y E con gastos de 1.466 euros al año. Cuando los ingresos entre el número de miembros son superiores a 922 euros al mes se detecta un grupo de hogares en viviendas plurifamiliares con gastos de 1.447 euros al año y otro en unifamiliares con gastos de 1.937 euros al año.

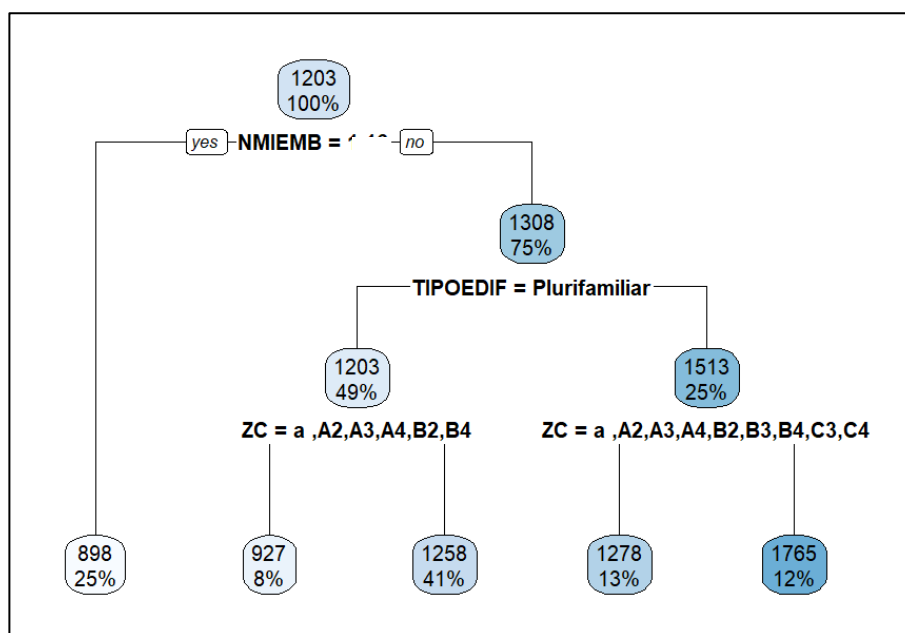


Figura 5.90. Árbol de regresión sin las variables “fuente de energía para la calefacción”, “superficie”, “Ingresos mensuales netos”, “Intervalos de ingresos mensuales netos”, “fuente de energía para el ACS” y “tipo del hogar” para el gasto anual por hogar

Según el anterior árbol los hogares con una sola persona tienen los menores gastos (889 euros al año). En aquellos hogares con más de una persona y ubicados en edificios de viviendas de tipo plurifamiliar, en las zonas climáticas Alfa, A y B2 y B4 los gastos son de 927 euros al año en promedio mientras que en otras zonas climáticas serían 1.258 euros al año en promedio. En aquellos hogares con más de una persona y ubicados en viviendas unifamiliares, en las zonas climáticas Alfa, A y B, C3 y C4 los gastos son de 1.278 euros al año en promedio mientras que en otras zonas climáticas serían 1.765 euros al año en promedio.

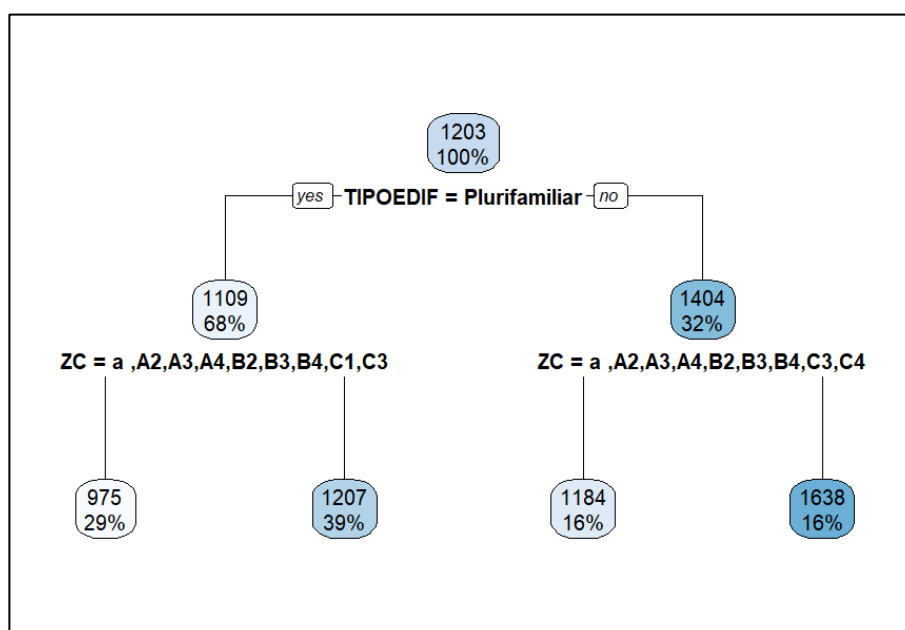


Figura 5.91. Árbol de regresión sin las variables “fuente de energía para la calefacción”, “superficie”, “Ingresos mensuales netos”, “Intervalos de ingresos mensuales netos”, “fuente de energía para el ACS” y “CCAA”, “tipo de hogar” y “número de ocupantes en el hogar” para el gasto anual

La interpretación del árbol anterior es que los menores gastos se dan en hogares que ocupan viviendas en edificios plurifamiliares y en zonas climáticas Alfa, A, B, C1 y C3 con un promedio de 975 euros al año. Con ese mismo tipo edificatorio, pero en zonas climáticas C2, C4, D y E los gastos son en promedio de 1.207 euros al año. En viviendas unifamiliares y en zonas climáticas Alfa, A, B, C3 y C4 se da un promedio de 1.184 euros al año. Con ese mismo tipo edificatorio, pero en zonas climáticas C1, C2, D y E los gastos son en promedio de 1.638 euros al año.

A efectos de sistematizar sus resultados, se puede elaborar la siguiente matriz de variables y consumos:

Gastos anuales promedio (euros)	Fuente energía calefacción	Fuente energía agua caliente	Tipo edificatorio	Zona climática	Superficie. Límite entre 120 y 130 m ²	Ingresos mensuales netos. Límite entre 1.753 y 2.203 euros	Ingresos mensuales netos por miembros del hogar. Límite en 922 euros	Hogar unipersonal	Pareja sin hijos menores de 65 años	Progenitor con hijo mayor de 16 años
839		No tiene Electricidad GLP						Sí	Sí	Sí
849	No tiene Electricidad					Menor				
875	No tiene				Menor					
894		No tiene Electricidad GLP				Menor				
898								Sí		
927			Plurifamiliar	Alfa, A, B2 y B4				No		
975			Plurifamiliar	Alfa, A, B, C1 y C3						
1.002								Sí	Sí	Sí
1.039	No tiene				Menor			Sí	Sí	
1.043		No electricidad No GLP	Plurifamiliar					Sí	Sí	
1.069	Si tiene No eléctrica		Plurifamiliar					Sí	Sí	
1.159				Alfa, A, B y C			Menor	No	No	No

Gastos anuales promedio (euros)	Fuente energía calefacción	Fuente energía agua caliente	Tipo edificatorio	Zona climática	Superficie. Límite entre 120 y 130 m²	Ingresos mensuales netos. Límite entre 1.753 y 2.203 euros	Ingresos mensuales netos por miembros del hogar. Límite en 922 euros	Hogar unipersonal	Pareja sin hijos menores de 65 años	Progenitor con hijo mayor de 16 años
1.163		No tiene Electricidad GLP						No	No	No
1.174	No tiene Electricidad					Mayor				
1.184			Unifamiliar	Alfa, A, B, C1 y C2						
1.207			Plurifamiliar	C2, C4, D y E						
1.207		No electricidad No GLP				Menor				
1.258			Plurifamiliar	B3, C, D y E				No		
1.270			Unifamiliar	Alfa, A, B, C3, C4				No		
1.304			Plurifamiliar			Mayor				
1.328	No tiene Electricidad Biomasa				Mayor					
1.370		No electricidad No GLP	Plurifamiliar					No	No	
1.375	No tiene				Menor			No	No	
1.404	Si tiene No eléctrica		Plurifamiliar					No	No	
1.447			Plurifamiliar				Mayor			

Gastos anuales promedio (euros)	Fuente energía calefacción	Fuente energía agua caliente	Tipo edificatorio	Zona climática	Superficie. Límite entre 120 y 130 m ²	Ingresos mensuales netos. Límite entre 1.753 y 2.203 euros	Ingresos mensuales netos por miembros del hogar. Límite en 922 euros	Hogar unipersonal	Pareja sin hijos menores de 65 años	Progenitor con hijo mayor de 16 años
1.448		No tiene Electricidad GLP	Unifamiliar			Mayor				
1.466				D y E			Menor	No	No	No
1.561	Si tiene No eléctrica		Unifamiliar			Menor				
1.638			Unifamiliar	C3, C4, D y E						
1.756			Unifamiliar	C1, C2, D y E				No		
1.853		No electricidad No GLP	Unifamiliar							
1.937			Unifamiliar				Mayor			
1.987	No electricidad No biomasa				Mayor					
2.039		No electricidad No GLP	Unifamiliar			Mayor				
2.050	Si tiene No eléctrica		Unifamiliar			Mayor				

Tabla 5.51. Matriz de variables y gastos promedios por hogar resultado de los árboles de regresión

A partir de los árboles que se han obtenido se puede concluir que algunas de las variables más relevantes para explicar el gasto energético de entre las disponibles en la EPF y empleadas en este estudio serían compartidas con las que explicaban los consumos, si bien, existen algunas diferencias:

- Disponibilidad de calefacción. La ausencia de calefacción se asocia a los gastos más bajos.
- Fuente de energía empleada para la calefacción. La calefacción eléctrica se suele asociar a menores gastos, influido por la mayor presencia de este tipo de calefacciones en zonas más cálidas y también el empleo de pequeños equipos portátiles.
- Superficie. En el entorno de los 120 a 130 metros cuadrados los modelos detectan una ruptura. Esta superficie también es un indicativo del tipo edificatorio, pues las viviendas unifamiliares suelen tener tamaños superiores.
- Ingresos netos del hogar. Los modelos detectan una ruptura en los gastos en la franja entre 2.205 y 2.802 euros mensuales netos por hogar, aproximadamente. Sin embargo, y de forma análoga a lo que ocurría con los consumos, hay que tomar una precaución antes de interpretar esos valores ya que no sólo pueden ser indicativos de un nivel de gasto bajo vinculado al nivel adquisitivo, sino que también pueden estar muy relacionados con el número de personas adultas en el hogar, siendo reflejo del número de salarios u otras rentas entrantes de forma análoga a lo que ocurría en los modelos de consumos.
- Disponibilidad de ACS y fuente de energía empleada en ésta. Ausencia de ACS y electricidad y GLP se asocian a menores gastos, probablemente por la mayor frecuencia de este tipo de fuentes de energía en zonas climáticas con inviernos poco rigurosos (ver tabla 5.26).
- Tipo de hogar o número de ocupantes. Esta variable no aparecía en los árboles de regresión del consumo energético, pero sí es frecuente en los de gasto. Los hogares unipersonales destacan por tener gastos menores que el resto de los hogares y también aquellos ocupados por parejas sin hijos con edades inferiores a los 65 años y los ocupados por un progenitor con un hijo mayor de 16 años. La menor ocupación de estos hogares al ser una única persona, o dos que en principio se encuentran en edad activa y por tanto pueden pasar fuera del hogar parte importante de la jornada, puede asociarse con una menor demanda de electricidad que es una de las fuentes energéticas de precio más elevado.
- Zona climática. A diferencia del caso del consumo energético en el que existía un patrón claro que separaba las zonas Alfa, A, B y C de las zonas D y E, en el caso de los gastos la segmentación es menos clara. Las zonas Alfa, A y B se suelen corresponder con los menores gastos y las zonas D y E con los mayores. Sin embargo, la zona C muestran una distribución dispersa a lo largo de toda la escala que a diferencia del caso del consumo no se explica en base a la zona climática de verano.
- Tipo edificatorio. Los modelos distinguen con frecuencia entre unifamiliar y plurifamiliar siendo los gastos en la segunda mucho menores.
- Ingresos netos del hogar. Los modelos detectan una ruptura de consumos en la franja entre 1.753 y 2.203 euros mensuales netos por hogar, aproximadamente. Sin embargo, hay que tomar una precaución antes de interpretar esos valores ya que no sólo pueden ser indicativos de un nivel de consumo bajo vinculado a la pobreza energética sino también estar relacionados con el número de personas adultas en el hogar, siendo reflejo del número de salarios u otras rentas entrantes. Los modelos generados han empleado de forma esporádica la variable de ingresos mensuales netos por miembro del hogar, lo que sí puede ser indicativo de la relación entre gasto y nivel adquisitivo del hogar.

5.5 Estudio diferenciado de consumo y gasto eléctrico no térmico

5.5.1 Consumo eléctrico no térmico

Las tablas a continuación muestran algunos datos estadísticos básicos para el concepto de consumo eléctrico no térmico de acuerdo con la metodología descrita en el apartado 4.7.1 según zona climática y número de personas en la vivienda o miembros del hogar.

Nº ocupantes	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
1	1.944	1.691	1.317	1.137	2.436
2	2.655	2.288	1.757	1.574	3.286
3	2.926	2.549	1.826	1.784	3.612
4	3.187	2.799	1.921	1.985	3.932
5 o más	3.473	2.838	2.455	1.947	4.312

Tabla 5.52. Principales estadísticos del consumo eléctrico anual por hogar por número de ocupantes del hogar (kWh)

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Alfa	2.614	2.115	1.968	1.283	3.422
A2	2.561	2.169	1.736	1.301	3.413
A3	2.883	2.447	1.867	1.719	3.486
A4	3.089	2.664	1.954	1.773	3.765
B2	4.113	2.948	3.731	1.615	4.538
B3	3.303	2.793	2.208	1.893	4.073
B4	3.417	2.917	2.153	1.999	4.152
C1	2.293	2.017	1.437	1.410	2.849
C2	2.700	2.353	1.760	1.581	3.359
C3	3.147	2.684	2.115	1.763	3.911
C4	2.896	2.563	1.781	1.748	3.715
D1	2.231	1.934	1.494	1.300	2.798
D2	2.487	2.131	1.776	1.383	3.176
D3	2.622	2.266	1.640	1.571	3.269
E1	1.863	1.724	1.642	640	2.674

Tabla 5.53. Principales estadísticos del consumo eléctrico anual por hogar por zona climática (kWh)

Con el fin de detectar la mayor o menor relevancia de ambas variables se acude de nuevo a generar los árboles de regresión del consumo a partir de ambas variables.

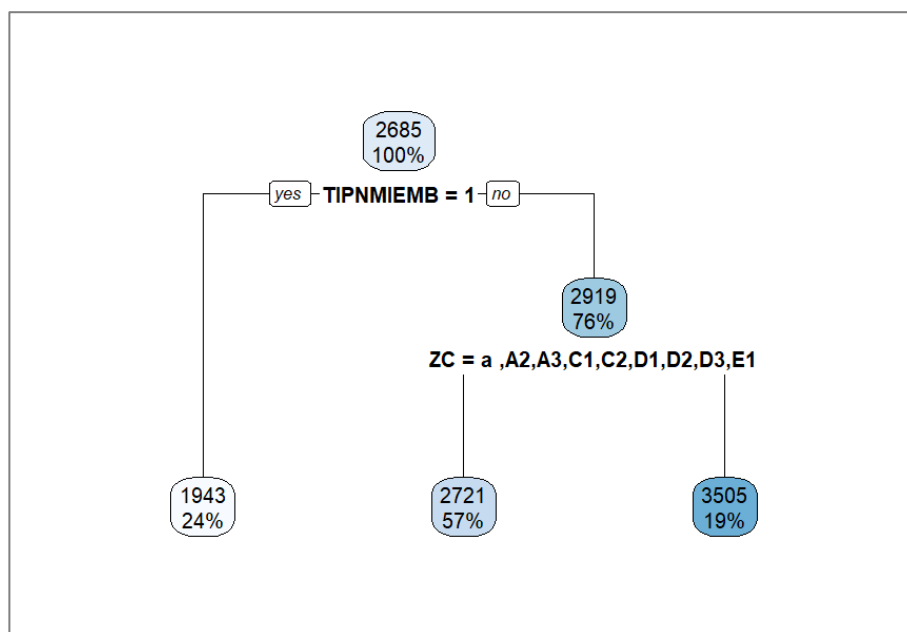


Figura 5.92. Árbol de regresión para el consumo eléctrico anual por hogar a partir de las variables número de ocupantes del hogar y zona climática

El anterior árbol de regresión es el resultado y su interpretación sería que consumos de electricidad promedio de 1.943 kWh se dan en hogares unipersonales mientras que en el resto de los hogares se aprecia una división por zona climática. Hogares no unipersonales en zonas climáticas Alfa, A2, A3, C1, C2, D1, D2, D3 y E1 tendrían promedios de 2.721 kWh. El resto de los hogares no unipersonales tendrían promedios de 3.505 kWh.

Sin embargo, existen indicios para considerar que esta segunda división no sea relevante. Tal como se describía en el apartado 5.3.1 el concepto de calefacción en la EPF conlleva a no reflejar como tales elementos individuales de calefacción, con frecuencia, estos son dispositivos eléctricos móviles. Los hogares con estos sistemas parecen estar figurando en la EPF como “Sin calefacción”. Dado que, en este apartado, para estudiar los consumos eléctricos no térmicos se han retirado de la muestra los hogares con calefacción o ACS eléctrica, esos hogares que tienen calefacción con estos elementos individuales habrían quedado incluidos. Esto fundamentalmente afecta a zonas climáticas del levante o sur, zona B, fundamentalmente, que es la que está asignando mayoritariamente a la clase de consumo superior, 3.505 kWh.

Dado el anterior indicio, de que la separación de la muestra por zona climática pueda obedecer al factor de la calefacción con elementos individuales eléctricos, y no al efecto de la zona climática en sí misma, se retira la zona climática del algoritmo y se genera el árbol de regresión únicamente con el número de ocupantes. El árbol de regresión generado tiene la siguiente formulación.

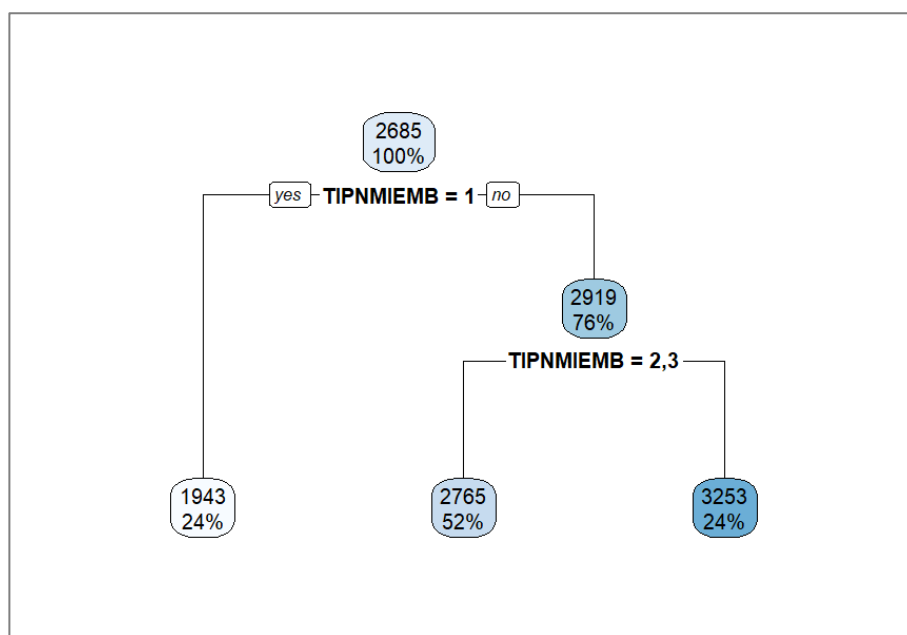


Figura 5.93. Árbol de regresión para el consumo eléctrico anual por hogar a partir del número de ocupantes del hogar

Este árbol sugiere que puede establecerse una división en cuanto a los consumos eléctricos no térmicos anuales en 3 grupos. Hogares unipersonales con consumos promedios de 1.943 kWh, hogares con dos o tres miembros con consumos promedio de 2.765 kWh y hogares con más de tres miembros con consumos promedio de 3.253 kWh.

La variable del número de personas y su efecto sobre el consumo eléctrico no térmico puede inspeccionarse también a través de diagramas de cajas en el cuál pueden apreciarse de forma visual las divisiones realizadas por el árbol de regresión.

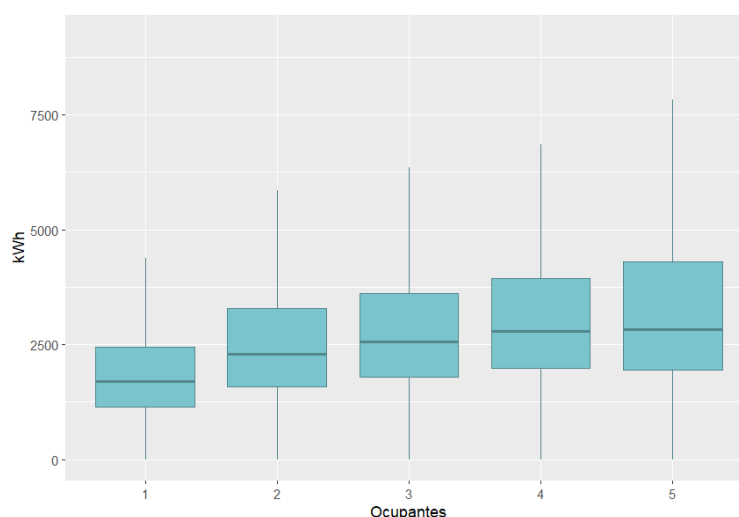


Figura 5.94. Diagrama de cajas para el consumo eléctrico anual por hogar según el número de ocupantes del hogar

5.5.2 Gasto eléctrico no térmico

De forma análoga al apartado anterior se analizan los gastos eléctricos anuales no térmicos.

Las tablas a continuación muestran algunos estadísticos básicos para el concepto de gasto eléctrico no térmico de acuerdo con la metodología descrita en el apartado 4.7.1 según zona climática y número de ocupantes en la vivienda o personas en el hogar.

Nº ocupantes	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
1	562	492	330	354	680
2	760	662	440	483	913
3	822	724	448	537	986
4	887	783	469	594	1.056
5 o más	949	783	616	567	1.157

Tabla 5.54. Principales estadísticos del gasto eléctrico anual por hogar por número de ocupantes del hogar (€)

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Alfa	617	498	431	345	737
A2	604	520	395	362	724
A3	772	662	490	467	917
A4	798	709	434	519	959
B2	977	664	839	472	1.051
B3	860	727	556	510	1.052
B4	869	741	537	522	1.056
C1	689	609	382	445	838
C2	746	657	422	469	907
C3	828	716	516	498	1.015
C4	827	726	478	519	1.016
D1	696	609	394	447	839
D2	726	639	415	460	885
D3	756	664	436	480	922
E1	702	627	394	450	857

Tabla 5.55. Principales estadísticos del gasto eléctrico anual por hogar por zona climática (€)

Para detectar la mayor o menor relevancia de ambas variables se acude de nuevo a generar los árboles de regresión del gasto a partir de ambas variables.

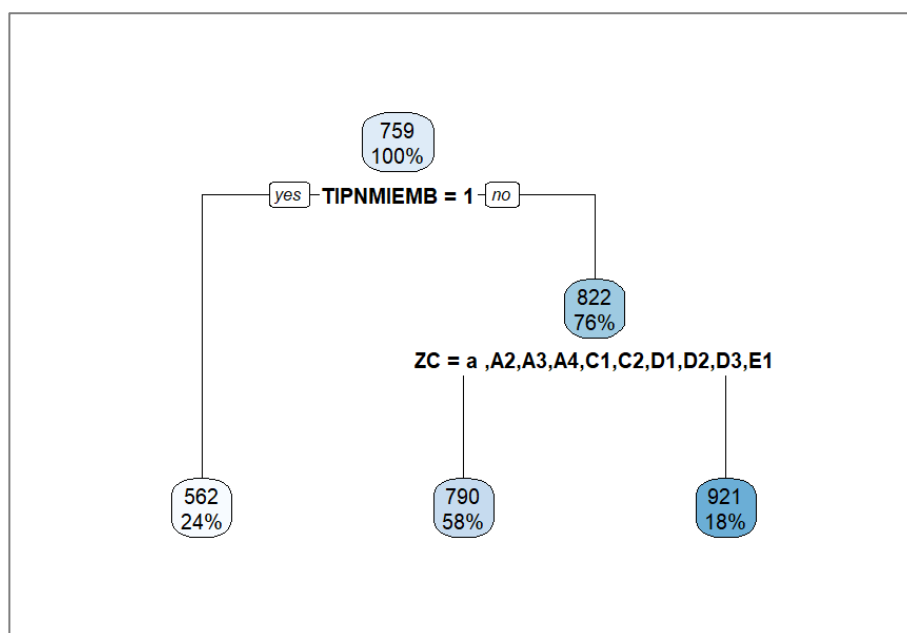


Figura 5.95. Árbol de regresión para el gasto eléctrico anual por hogar a partir de las variables número de ocupantes del hogar y zona climática

Se aprecia un efecto muy similar al descrito en el caso de los consumos. Por ello, dado el indicio de que la separación de la muestra por zona climática pueda obedecer al factor de la calefacción con elementos individuales eléctricos, y no al efecto de la zona climática en sí misma, se retira la zona climática del algoritmo y se genera el árbol de regresión únicamente con el número de ocupantes. El árbol de regresión generado tiene la siguiente formulación.

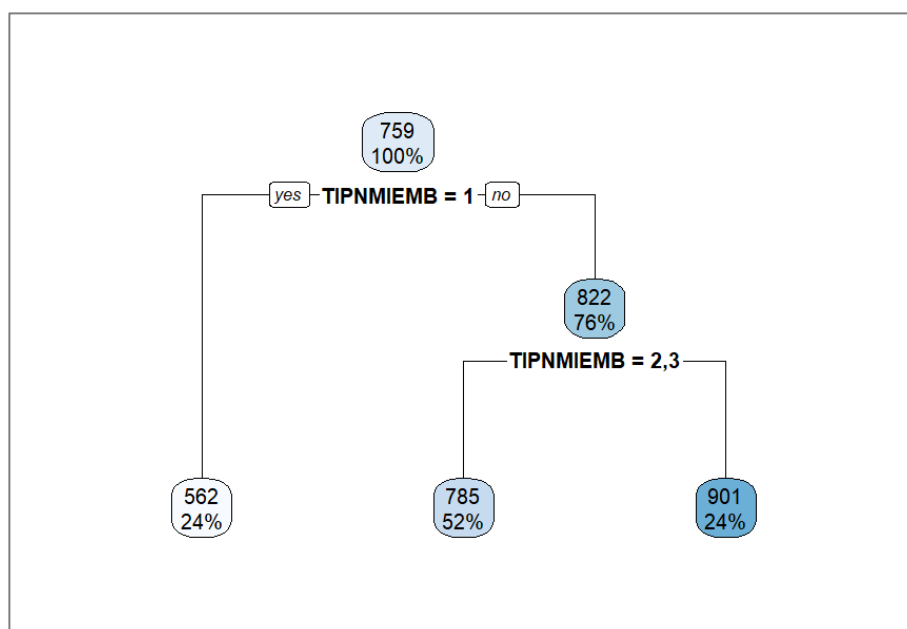


Figura 5.96. Árbol de regresión para el gasto eléctrico anual por hogar a partir del número de ocupantes del hogar

Este árbol sugiere que puede establecerse una división en cuanto a los gastos eléctricos no térmicos anuales en 3 grupos. Hogares unipersonales con gastos promedios de 562 euros, hogares con dos o tres miembros con gastos promedio de euros kWh y hogares con más de tres miembros con gastos promedio de 901 euros.

La variable del número de personas y su efecto sobre el gasto eléctrico no térmico puede inspeccionarse también a través de diagramas de cajas en el cuál pueden apreciarse de forma visual las divisiones realizadas por el árbol de regresión.

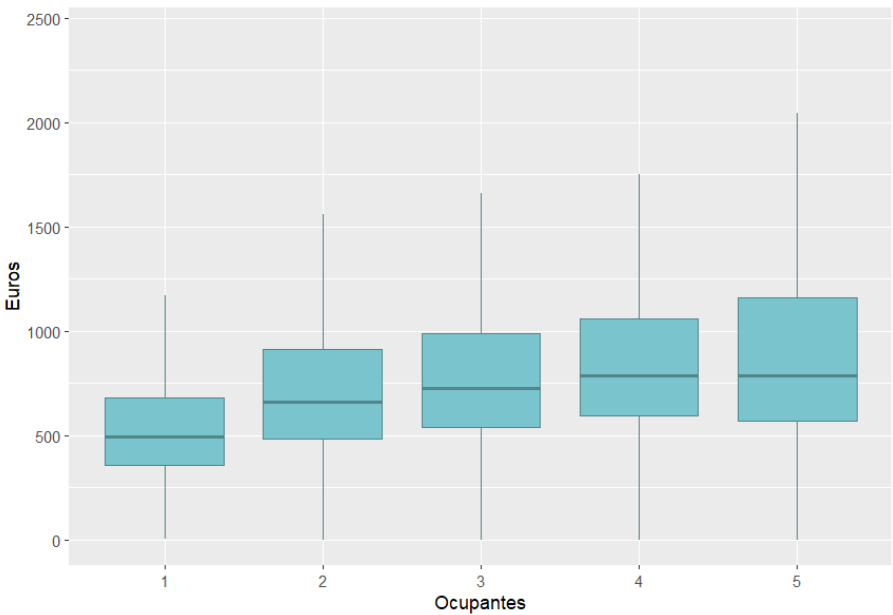


Figura 5.97. Diagrama de cajas para el gasto eléctrico anual por hogar según el número de ocupantes del hogar

5.6 Estudio diferenciado de consumo y gasto térmico

5.6.1 Consumo térmico

Las tablas a continuación muestran algunos parámetros estadísticos básicos para el concepto de consumo térmico de acuerdo con la metodología descrita en el apartado 4.7.2 según zona climática y número de ocupantes en la vivienda o personas en el hogar.

Nº ocupantes	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
1	5.726	3.694	6.761	1.832	7.091
2	7.087	4.576	8.483	2.209	9.049
3	7.180	4.751	8.852	2.288	9.124
4	7.500	5.060	8.858	2.423	9.676
5 o más	8.087	5.139	10.462	2.253	10.590

Tabla 5.56. Principales estadísticos del consumo térmico anual por hogar por número de ocupantes del hogar (kWh)

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Alfa	2.320	161	3.707	0	4.236
A2	3.850	3.060	4.803	46	5.996
A3	3.519	2.468	6.292	147	4.559
A4	3.417	2.016	8.746	417	4.212
B2	2.543	380	3.310	46	4.697

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
B3	4.018	2.560	5.158	1.005	5.240
B4	4.174	3.062	4.468	1.291	5.480
C1	6.741	4.440	7.898	2.442	8.138
C2	5.517	3.685	6.626	2.019	6.774
C3	6.382	4.308	8.221	1.717	8.331
C4	6.884	4.732	8.197	1.806	9.113
D1	8.231	5.332	9.858	2.849	9.992
D2	9.367	6.546	10.133	3.185	12.597
D3	8.011	5.581	8.668	2.947	10.233
E1	11.700	8.623	11.850	3.270	16.523

Tabla 5.57. Principales estadísticos del consumo térmico anual por hogar por zona climática (kWh)

Para detectar la mayor o menor relevancia de ambas variables se acude a generar los árboles de regresión del consumo a partir de ambas variables.

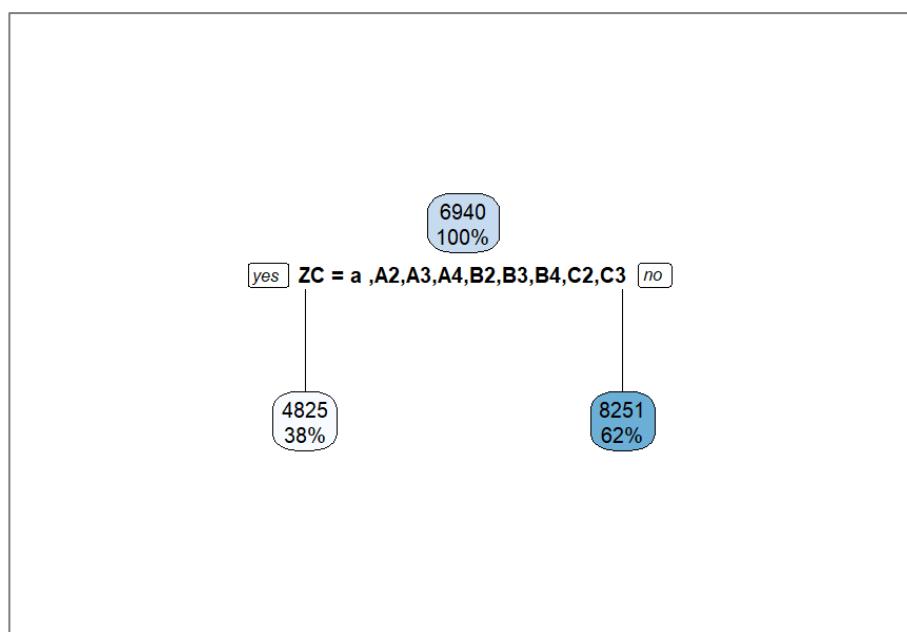


Figura 5.98. Árbol de regresión para el consumo térmico anual por hogar a partir de las variables número de ocupantes del hogar y zona climática

El árbol generado por el algoritmo sólo emplea la zona climática. Si intenta generarse un árbol sólo con la variable de número de ocupantes el algoritmo no es capaz de generarlo. La interpretación de este árbol sería que sugiere realizar dos grupos de consumo térmico anual: las zonas climáticas Alfa, A, B y C2 y C3 con consumos promedio de 4.825 kWh, y las zonas climáticas C1, C4, D y E con consumos promedio de 8.251 kWh.

Pueden cotejarse estos datos con los resultados de las mediciones de consumos térmicos realizadas en el estudio SPAHOUSEC II. La tabla a continuación es un extracto de este estudio y muestra los consumos medidos por zona climática y tipo edificatorio. Si bien, la zonificación del SPAHOUSEC II

y de este estudio son diferentes y no existe una correspondencia exacta, puede comprobarse que los órdenes de magnitud son similares. Los consumos medidos en zonas con climas más benignos son de unos 6.200 kWh, frente a los 4.825 kWh promedio reflejados en este estudio y los consumos medidos en zonas con climas más rigurosos son de 10.500 kWh frente a los 8.251 kWh promedio de este estudio.

Zona climática	Tipo de vivienda		
	Bloque	Unifamiliar	Total
Atlántico-Norte	5.450	15.162	7.143
Continental	8.496	13.702	10.511
Mediterránea	5.912	9.009	6.233
Total	7.105	13.862	9.121

Tabla 5.58. Consumo medio (kWh/hogar) de gas natural según zonas climáticas y tipo de viviendas en el SPAHOUSEC II

La variable zona climática y su efecto sobre el consumo térmico puede inspeccionarse también a través de diagramas de cajas en el cual pueden apreciarse de forma visual las divisiones realizadas por el árbol de regresión.

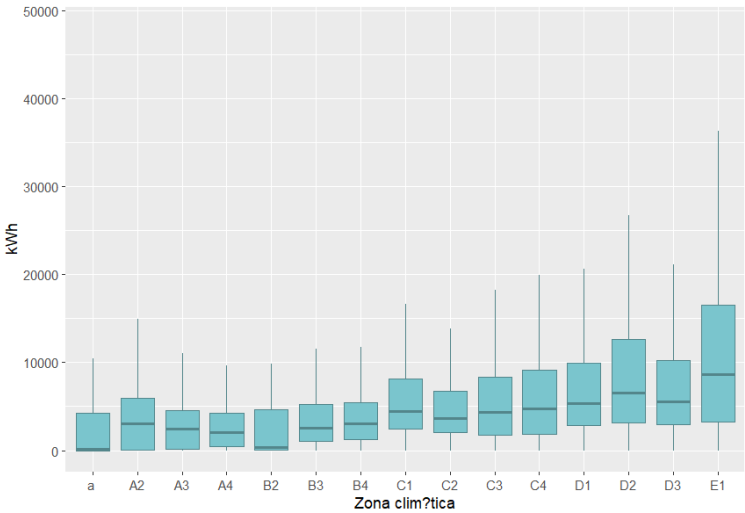


Figura 5.99. Diagrama de cajas para el consumo térmico anual por hogar según zona climática

5.6.2 Gasto térmico

De forma análoga al apartado anterior se analizan los gastos térmicos anuales.

Las tablas a continuación muestran algunos parámetros estadísticos básicos para el concepto de gasto térmico de acuerdo con la metodología descrita en el apartado 4.7.2 según zona climática y número de ocupantes en la vivienda o personas en el hogar.

Nº ocupantes	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
1	486	360	448	211	619
2	591	443	550	250	768
3	608	463	613	261	800
4	631	500	569	271	841
5 o más	665	500	660	251	883

Tabla 5.59. Principales estadísticos del gasto térmico anual por hogar por número de ocupantes del hogar (€)

Zona climática	Media	Mediana	Desviación estándar	Percentil 25	Percentil 75
Alfa	210	24	331	3	362
A2	340	272	448	7	482
A3	321	242	394	21	432
A4	297	188	462	58	368
B2	235	70	331	4	375
B3	395	290	459	128	515
B4	376	290	402	126	480
C1	551	432	475	266	695
C2	518	393	500	242	652
C3	542	390	597	193	704
C4	537	395	527	200	727
D1	664	511	588	306	833
D2	750	596	649	322	997
D3	664	525	557	304	869
E1	870	712	704	380	1.168

Tabla 5.60. Principales estadísticos del gasto térmico anual por hogar por zona climática (€)

Para detectar la mayor o menor relevancia de ambas variables se acude a generar los árboles de regresión del gasto a partir de ambas variables.

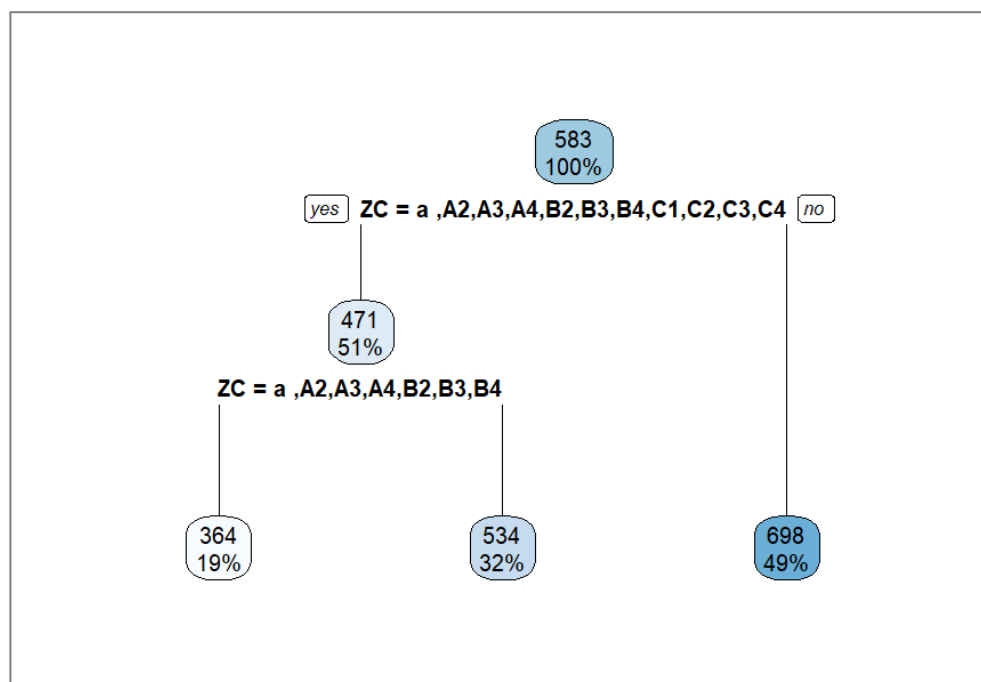


Figura 5.100. Árbol de regresión para el gasto térmico anual por hogar a partir de las variables número de ocupantes del hogar y zona climática

De forma análoga a lo que ocurría con los consumos, el árbol generado por el algoritmo sólo emplea la zona climática. Si intenta generarse un árbol sólo con la variable de número de ocupantes el algoritmo no es capaz de generarlo. La interpretación de este árbol sería que sugiere realizar tres grupos de gasto térmico anual: las zonas climáticas Alfa, A y B con gastos promedio de 364 euros, la zona climática C con gastos promedio de 534 euros y las zonas D y E con gastos promedio de 698 euros.

La variable de zona climática y su efecto sobre el gasto térmico puede inspeccionarse también a través de diagramas de cajas en el cuál pueden apreciarse de forma visual las divisiones realizadas por el árbol de regresión.

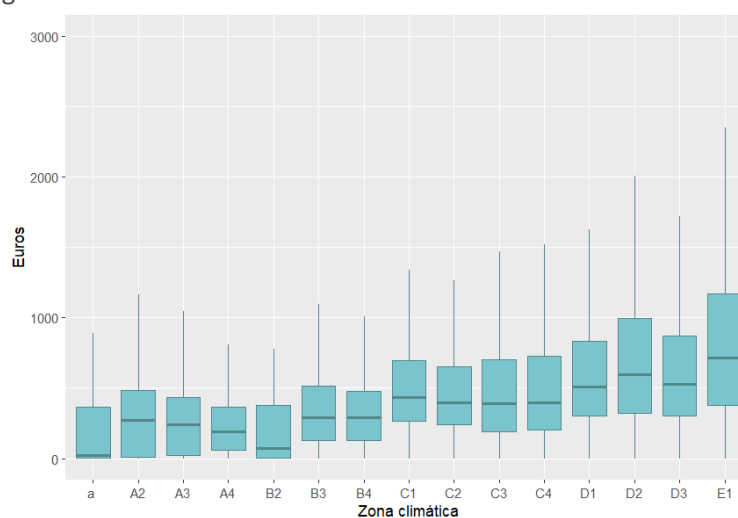


Figura 5.101. Diagrama de cajas para el gasto térmico anual por hogar según zona climática

6 Conclusiones

Las principales conclusiones de este estudio son las siguientes:

1. El efecto de sesgo de fecha de la EPF puede tener impacto a la hora de considerar los hogares encuestados como observaciones individuales y tratar de encontrar patrones o establecer relaciones explicativas entre las características del hogar y sus consumos o gastos. Por ello se ha desarrollado un método para su corrección.
2. Pueden apreciarse grupos de consumo y gastos diferentes según múltiples variables, sin embargo, no es posible conocer con técnicas sencillas cuáles son las variables más relevantes, siendo necesario recurrir a técnicas de análisis multivariante:
 - Las correlaciones en el caso de las variables cualitativas son bajas y eso descarta que existan relaciones de tipo lineal globales, en toda la muestra. Pero no descarta que existan relaciones de tipo no lineal o que dentro de subgrupos estas variables no sean explicativas.
 - Algunas de estas variables pueden no ser totalmente dependientes unas de otras interfiriendo entre ellas de introducirse conjuntamente en un modelo.
 - La dispersión de la muestra es grande y existe solapamiento entre los grupos, es decir, hogares de una clase con valores en los rangos de los de otras clases.
3. Por lo anterior, se han desarrollado modelos explicativos, basados en árboles de regresión que permiten considerar el efecto de varias variables de forma simultánea y discernir las más relevantes. Estos modelos permiten extraer las siguientes conclusiones:
 - La no disponibilidad de calefacción se asocia a las franjas de consumos y gastos más bajas.
 - Los modelos detectan una ruptura entre los 120-130 metros cuadrados en consumos y gastos. Esta ruptura puede estar también asociada a la tipología edificatoria, dónde también detectan diferencias, siendo las viviendas plurifamiliares usualmente más pequeñas y las unifamiliares más grandes.
 - En cuanto a fuentes de energía la calefacción eléctrica se suele asociar a menores consumos, influido por la mayor presencia de este tipo de calefacciones en zonas más cálidas. Asimismo, el ACS eléctrico o con GLP se asocian a menores gastos, probablemente por motivos análogos. Gasóleo, biomasa o carbón se asocian a mayores consumos, muy probablemente por las menores eficiencias de los equipos.
 - Los hogares unipersonales destacan por tener gastos menores que el resto de los hogares y también aquellos ocupados por parejas sin hijos con edades inferiores a los 65 años y los ocupados por un progenitor con un hijo mayor de 16 años. La menor ocupación de estos hogares al ser una única persona, o dos que en principio se encuentran en edad activa y por tanto pueden pasar fuera del hogar parte importante de la jornada, puede asociarse con una menor demanda de electricidad que es una de las fuentes energéticas de precio más elevado.

- Los modelos detectan una ruptura, tanto en consumo como en gastos, en relación con los ingresos mensuales netos de los hogares. Esta ruptura se encuentra entre los 1.789 y 2.802 euros mensuales netos por hogar. Sin embargo, esos valores pueden estar muy relacionados con el número de personas adultas en el hogar, que a su vez condicionan el consumo y el gasto, siendo reflejo del número de salarios u otras rentas entrantes. Los modelos generados para consumos no emplean entre sus primeras opciones la variable de ingresos mensuales netos por personas en el hogar, lo que puede ser indicativo de que el nivel adquisitivo del hogar (entendido como los ingresos por persona ocupante), sin embargo, en el caso de los gastos sí han empleado de forma esporádica la variable de ingresos mensuales netos por miembro del hogar, lo que sí puede ser indicativo de la relación entre gasto y nivel adquisitivo del hogar, marcando el nivel de renta por miembro del hogar de corte en los 922 euros.
 - En cuanto a la zona climática, a diferencia del caso del consumo energético en el que existía un patrón claro que separaba las zonas Alfa, A, B y C de las zonas D y E, en el caso de los gastos la segmentación es menos clara. Las zonas Alfa, A y B se suelen corresponder con los menores gastos y las zonas D y E con los mayores. Sin embargo, la zona C muestran una distribución dispersa a lo largo de toda la escala que a diferencia del caso del consumo no se explica en base a la zona climática de verano. De forma general, la zona climática de verano parece tener una influencia mucho menor sobre el consumo anual frente a otras variables detectándose como relevante tan sólo dentro de la zona C.
4. Por último, se han estudiado de forma independiente los consumos y gastos eléctricos y térmicos con la vocación de servir de orientación al diseño de medidas prestacionales o regímenes de ayudas. Las principales conclusiones de estos estudios son:
- Los modelos sugieren establecer una división en cuanto a los gastos eléctricos no térmicos anuales, al menos, en tres grupos. Hogares unipersonales con gastos promedios de 562 euros, hogares con dos o tres miembros con gastos promedio de 785 euros y hogares con más de tres miembros con gastos promedio de 901 euros.
 - Los modelos sugieren realizar, al menos, tres grupos de gasto térmico anual: las zonas climáticas Alfa, A y B con gastos promedio de 364 euros, la zona climática C con gastos promedio de 534 euros y las zonas D y E con gastos promedio de 698 euros.

Asimismo, merecen mención algunas limitaciones de este estudio:

- No considera los consumos o gastos energéticos embebidos en gastos de comunidad.
- Los consumos y gastos en segundas residencias, a pesar de ser un porcentaje muy pequeño (entorno al 6% de los consumos) pueden introducir algún tipo de interferencia en los modelos al suponer un desplazamiento de consumos a viviendas con equipamientos y fuentes energéticas diferentes a la vivienda habitual.
- No se consideran consumos de ciertas energías que no suponen gasto como biomasa del entorno rural que puede obtenerse de forma gratuita o energía solar térmica.

7 Referencias

Arenas, E.M.; Barrella, R.; Linares, J.I.; Romero, J.C.; Foronda Díez, C.; Pesque Castillo, C.; Díez Alzueta, L. Caracterización del comportamiento energético en una muestra de hogares españoles. Cátedra de Energía y Pobreza, Universidad Pontificia Comillas. ECODES. Octubre 2019.

Arenas Pinilla, E.M.; Barrella, R.; Cabrera Cabrera, P.J.; Centeno Hernández, E.; Escribano Alonso, M.E.; Linares Hurtado, J.I.; Linares Llamas, P.; Mastropietro, P.; Romero Mora, J.C. Contribución a la consulta pública para la Estrategia Nacional de Lucha contra la pobreza energética. Cátedra de Energía y Pobreza, Universidad Pontificia Comillas. Enero 2019.

Arenas, E.M.; Barrella, R.; Burzaco, M.; Cabrera, P.J.; Centeno, E.; Escribano, M.E.; Ibañez, J.W.; Linares, J.I.; Linares, P.; Romero, J.C.; Sanz, P. Informe España 2019. Capítulo 3: La pobreza energética en España. Cátedra de Energía y Pobreza, Universidad Pontificia Comillas. Noviembre 2019.

Comisión Europea. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo, al Comité de las Regiones y al Banco Europeo de Inversiones. Energía limpia para todos los europeos. COM(2016) 860 final.

Comisión Europea. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones. «Objetivo 55»: cumplimiento del objetivo climático de la UE para 2030 en el camino hacia la neutralidad climática. COM(2021) 550 final.

Comisión Europea. Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 2003/54/CE.

Comisión Europea. Directiva 2009/73/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, sobre normas comunes para el mercado interior del gas natural y por la que se deroga la Directiva 2003/55/CE.

Comisión Europea. Directiva (UE) 2018/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.

Comisión Europea. Directiva (UE) 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2010/31/UE relativa a la eficiencia energética de los edificios y la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.

Comisión Europea. Directiva (UE) 2019/944 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE.

Comisión Europea. Directiva (UE) 2023/1791 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de septiembre de 2023, relativa a la eficiencia energética y por la que se modifica el Reglamento (UE) 2023/955.

Comisión Europea. Directiva (UE) 2024/1275 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

Comisión Europea. Directiva (UE) 2024/1711 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, por la que se modifican las Directivas (UE) 2018/2001 y (UE) 2019/944 en relación con la mejora de la configuración del mercado de la electricidad de la Unión.

Comisión Europea. Directiva (UE) 2024/1788 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de junio de 2024, relativa a normas comunes para los mercados interiores del gas renovable, del gas natural y del hidrógeno.

Comisión Europea. Recomendación (UE) 2020/1563, de 14 de octubre de 2020, sobre la pobreza energética.

Comisión Europea. Reglamento (UE) nº 431/2014, de 24 de abril de 2014, por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1099/2008, con respecto a la aplicación de las estadísticas anuales sobre el consumo energético en los hogares.

Comisión Europea. Reglamento (UE) 2018/1999, de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima.

Gobierno de España. Documento Básico “DBE-HE 1” del Código Técnico de la Edificación (CTE). Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

Gobierno de España. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. Consejo de Ministros, 16 de marzo de 2021.

Gobierno de España. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2023-2030. Consejo de Ministros, 24 de septiembre de 2024.

Gobierno de España. Real Decreto 897/2017, de 6 de octubre, por el que se regula la figura del consumidor vulnerable, el bono social y otras medidas de protección para los consumidores domésticos de energía eléctrica.

Gobierno de España. Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.

Gobierno de España. Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

IDAE. Consumo energético y brecha de confort en viviendas sociales de Madrid, a través de información de contadores inteligentes y encuestas. F. Martín-Consuegra, J.P. Gouveia, F. de Frutos, C. Alonso, I. Oteiza. Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Conference Paper. Octubre 2019.

IDAE. Poderes caloríficos de las principales fuentes energéticas.
Disponible en: <https://www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas>

IDAE. SECH-SPAHOUSEC: Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Julio 2011.

IDAE. SPAHOUSEC II: Análisis estadístico del consumo de gas natural en las viviendas principales con calefacción individual. Mayo 2019.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética, 2019-2024 (ENPE). Consejo de Ministros, 5 de abril de 2019.

Parlamento Europeo. Resolución del Parlamento Europeo, de 19 de enero de 2017, sobre un Pilar Europeo de Derechos Sociales.

Parlamento Europeo y Consejo. Reglamento (CE) nº 1099/2008, de 22 de octubre de 2008, relativo a las estadísticas sobre energía.

Proyecto EPEE. European Fuel Poverty and Energy Efficiency.

Disponible en: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/epee_european_fuel_poverty_and_energy_efficiency_en.pdf

Proyecto IEE. Energy Ambassadors: Campaign to fight against fuel poverty and raise awareness on energy efficiency and energy savings.

Disponible en: <http://www.energyambassadors.eu/>

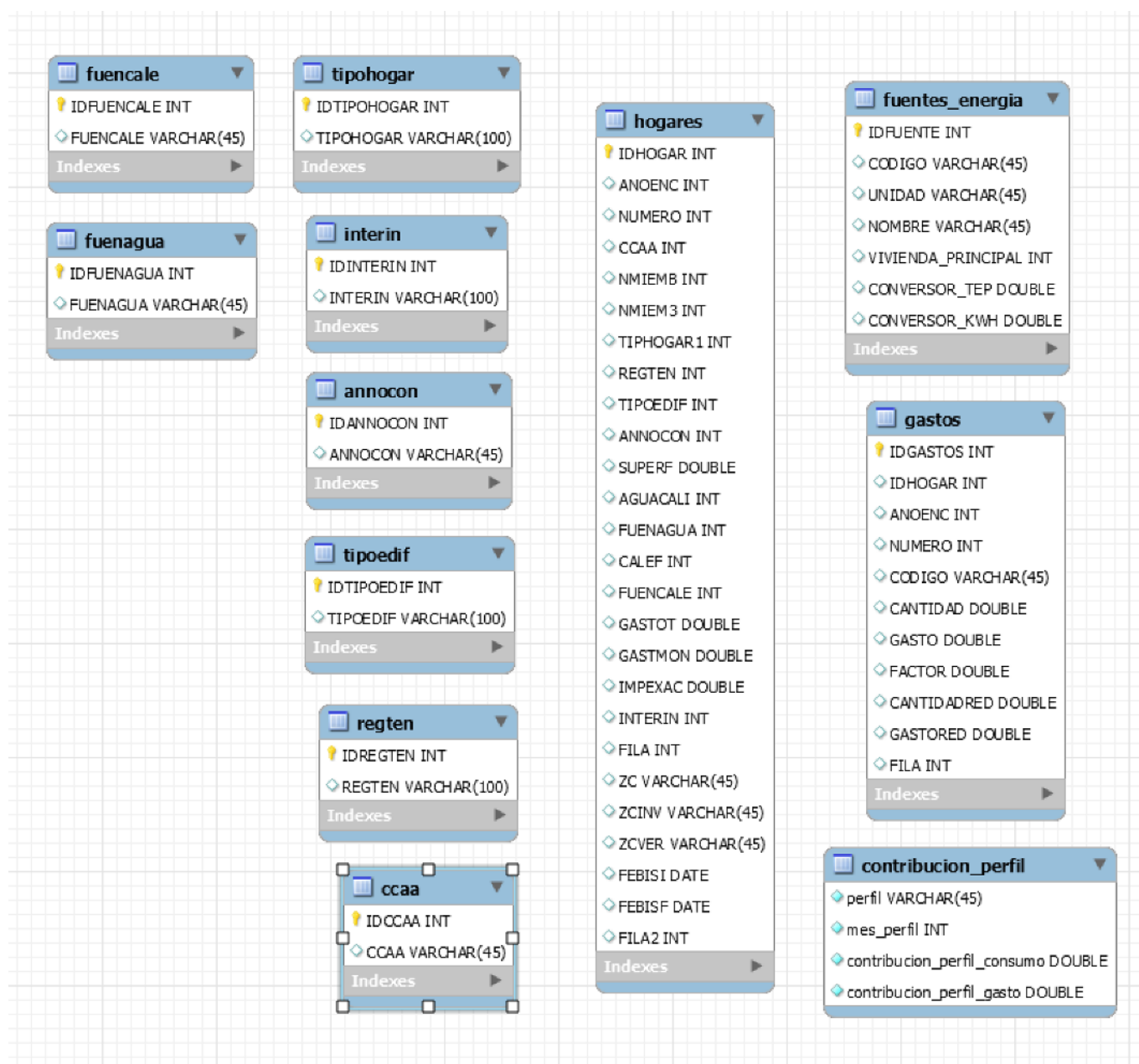
Tirado Herrero, S.; Meneses, L.J.; López Fernández, J.L.; Perero Van Hove, E.; Irigoyen Hidalgo, V.M. Pobreza Energética en España. Hacia un sistema de indicadores y una estrategia de actuación estatal. Asociación de Ciencias Ambientales (ACA). Abril 2018.

Anexo I. Equivalencia entre zonas climáticas, provincias y altitudes según CTE

		Altitud sobre el nivel del mar (h)																											
Provincia	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	111 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1250 m	1251 - 300 m	≥ 1301 m					
Albacete	C3								D3								E1												
Alicante/Alacant	B4								C3				D3																
Almeria	A4		B4				B3		C3								D3												
Araba/Álava	D1										E1																		
Asturias	C1	D1										E1																	
Ávila	D2										D1					E1													
Badajoz	C4								C3	D3																			
Balears, Illes	B3								C3																				
Barcelona	C2				D2				D1				E1																
Bizkaia	C1								D1																				
Burgos	D1										E1																		
Cáceres	C4										D3										E1								
Cádiz	A3		B3				C3				C2				D2														
Cantabria	C1		D1														E1												
Castellón/Castelló	B3		C3								D3		D2										E1						
Ceuta											B3																		
Ciudad Real	C4								C3	D3																			
Córdoba	B4		C4								D3																		
Coruña, A	C1			D1																									
Cuenca	D3										D2								E1										
Gipuzkoa	D1								E1																				
Girona	C2		D2								E1																		
Granada	A4	B4				C4				C3				D3				E1											
Guadalajara	D3																				D2		E1						
Huelva	A4	B4	B3				C3								D3														
Huesca	C3				D3				D2				E1																
Jaén	B4								C4				D3								E1								
León											E1																		
Lleida	C3		D3								E1																		
Lugo	D1										E1																		
Madrid	C3										D3										D2		E1						
Málaga	A3		B3				C3				D3																		
Melilla	A3																												
Murcia	B3		C3								D3																		
Navarra	C2		D2				D1				E1																		
Ourense	C3				C2		D2								E1														
Palencia	D1										E1																		
Palmas, Las	α3								A2								B2				C2								
Pontevedra	C1								D1																				
Rioja, La	C2		D2				E1																						
Salamanca	D2										E1																		
Santa Cruz de Tenerife	α3								A2								B2				C2								
Segovia	D2										E1																		
Sevilla	B4				C4																								
Soria	D2										D1		E1																
Tarragona	B3		C3								D3																		
Teruel	C3								C2		D2										E1								
Toledo	C4										D3																		
Valencia/València	B3		C3								D2								E1										
Valladolid	D2										E1																		
Zamora	D2										E1																		
Zaragoza	C3				D3										E1														
Provincia	≤ 50 m	51 - 100 m	101 - 150 m	111 - 200 m	201 - 250 m	251 - 300 m	301 - 350 m	351 - 400 m	401 - 450 m	451 - 500 m	501 - 550 m	551 - 600 m	601 - 650 m	651 - 700 m	701 - 750 m	751 - 800 m	801 - 850 m	851 - 900 m	901 - 950 m	951 - 1000 m	1001 - 1050 m	1051 - 1250 m	1251 - 300 m	≥ 1301 m					

Equivalencia entre zonas climáticas, provincias y altitudes según anexo II del DBE-HE 1 del Código Técnico de la Edificación (CTE)

Anexo II Arquitectura básica de la base de datos desarrollada para el estudio



Anexo III Poderes caloríficos de las principales fuentes energéticas

Tipo de combustible		PCI (MJ/t)	PCI (kWh/kg)	PCI (kcal/kg)	PCI (tep/t)
Petróleo y productos petrolíferos	Petróleo Bruto	42,300	11,750	10,110	1.0103
	Materias primas de refinería	43,000	11,944	10,277	1.0270
	GLP	47,300	13,139	11,305	1.1297
	Propano	47,300	13,139	11,305	1.1297
	Butano	47,300	13,139	11,305	1.1297
	Queroseno aviación	44,100	12,250	10,540	1.0533
	Otros querosenos	43,800	12,167	10,468	1.0461
	Gasolina	44,300	12,306	10,588	1.0581
	Gasolina aviación	44,300	12,306	10,588	1.0581
	Gasóleo/Diesel	43,000	11,944	10,277	1.0270
	Fuelóleo	40,400	11,222	9,656	0.9649
	Alquitrán	40,200	11,167	9,608	0.9602
	Nafta	44,500	12,361	10,636	1.0629
	Lubricantes	40,200	11,167	9,608	0.9602
	Coque de petróleo	32,500	9,028	7,768	0.7762
	GNL	44,200	12,278	10,564	1.0557
	Gas natural	48,000	13,333	11,472	1.1465
Gases	Metano	50,000	13,889	11,950	1.1942
	Etano	46,400	12,889	11,090	1.1082
	Gas de refinería	49,500	13,750	11,831	1.1823
	Gas de coquería	38,700	10,750	9,250	0.9243
	Gas de alto horno	2,470	0,686	590	0.0590
	Biogases en general	50,400	14,000	12,046	1.2038
	Biogás pobre	50,400	14,000	12,046	1.2038
	Biogás de vertedero	50,400	14,000	12,046	1.2038
	Biogás de depuradora	50,400	14,000	12,046	1.2038
	Antracita eléctrica	20,620	5,728	4,928	0.4925
	Antracita industrial	24,740	6,872	5,913	0.5909
Carbones	Antracita otros sectores de consumo final	26,450	7,347	6,322	0.6317
	Hulla eléctrica	23,000	6,389	5,497	0.5493
	Hulla coquizable	29,100	8,083	6,955	0.6950
	Hulla altos hornos	26,050	7,236	6,226	0.6222
	Hulla industrial	23,960	6,656	5,727	0.5723
	Hulla otros sectores de consumo final	27,100	7,528	6,477	0.6473
	Carbón subbituminoso	13,410	3,725	3,205	0.3203
	Coque de coquería	27,342	7,595	6,535	0.6531
	Alquitrán de hulla	36,843	10,234	8,806	0.8800
	Biomasa en general	14,160	3,933	3,384	0.3382
	Leña y ramas	15,910	4,419	3,803	0.3800
Biomasa	Leñas tallares	10,467	2,908	2,502	0.2500
	Leñas de podas	10,467	2,908	2,502	0.2500
	Leñas de olivos y cultivos agrícolas	10,467	2,908	2,502	0.2500
	Serrines y virutas	15,826	4,396	3,783	0.3780
	Corteza	15,282	4,245	3,652	0.3650
	Astilla de pino triturada (Humedad <20%)	15,105	4,196	3,610	0.3608
	Residuos de poda	15,701	4,361	3,753	0.3750
	Otros residuos forestales	13,858	3,850	3,312	0.3310
	Biomasa de la industria forestal	14,641	4,067	3,499	0.3497
	Biomasa agrícola	12,560	3,489	3,002	0.3000
	Sarmientos de vid	13,733	3,815	3,282	0.3280
	Ramilla de uva	12,351	3,431	2,952	0.2950
	Hueso de aceituna	16,161	4,489	3,863	0.3860
	Orujillo	15,826	4,396	3,783	0.3780
	Orujo de uva	13,565	3,768	3,242	0.3240
	Cáscara de frutos secos	15,533	4,315	3,712	0.3710
	Cáscara de cereales	13,188	3,663	3,152	0.3150
	Cáscara de almendra (Humedad <20%)	15,944	4,429	3,811	0.3808
	Paja de cereales	13,230	3,675	3,162	0.3160
	Zuro de maíz (Humedad <25%)	16,280	4,522	3,891	0.3888
	Otros residuos agrícolas	13,858	3,850	3,312	0.3310
	Poso de café	27,214	7,560	6,504	0.6500
	Marro de café	25,121	6,978	6,004	0.6000
	Residuo molienda de café	8,164	2,268	1,951	0.1950
	Pellets en general	16,496	4,582	3,943	0.3940
	Pellet de madera (Humedad <15%)	18,084	5,023	4,322	0.4319
	Carbón vegetal	32,006	8,891	7,650	0.7644
	Bioetanol	27,000	7,500	6,453	0.6449
Biocombustibles y biocombustibles líquidos	Biodiesel	38,032	10,564	9,090	0.9084
	Otros biocombustibles líquidos	37,152	10,320	8,880	0.8874

Disponible online en <https://www.idae.es/estudios-informes-y-estadisticas>



IDAE, Calle Madera, 8, 28004 Madrid. Telf.: 91 456 4900
Fax: 91 523 04 14, mail: comunicacion@idaes.es, www.idaes.es

