



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

RESUMEN:

En 2015, según el IDAE, el sector residencial representaba el 18,5% del consumo de energía final en España. Por otro lado, los hogares, comercios y pequeñas industrias representan más del 90% de los contratos de suministro de energía eléctrica en los países avanzados. Sin embargo, a diferencia de las grandes industrias, no realizan habitualmente un análisis sistemático de sus consumos ni de las condiciones económicas del suministro.

En este TFG se analiza el consumo de energía eléctrica en todos los receptores de una vivienda familiar situada en el centro de Valencia. Dicho análisis se realiza tanto de forma global como en cada uno de los receptores que dispone la instalación a partir de los datos nominales facilitados por el fabricante y de mediciones "in situ" tomadas mediante equipos registradores de consumo de energía eléctrica y su software. La medida se realiza mediante registradores en 9 puntos de consumo y otro en el cuadro de protecciones. El análisis incluye la comparación de estas mediciones con los datos suministrados por los fabricantes (etiqueta energética y potencias conforme a las normas de producto) y con los registros del contador que proporciona la distribuidora. El objetivo es tanto comparar estos valores entre sí como con los perfiles de consumo normalizados, ver su relación con los hábitos de los usuarios y extraer conclusiones y propuestas de mejora.

RESUM:

En 2015, segons el IDAE, el sector residencial representava el 18,5% del consum d'energia final a Espanya. D'altra banda, les llars, comerços i xicotetes indústries representen més del 90% dels contractes de subministrament d'energia elèctrica en els països avançats. No obstant açò, a diferència de les grans indústries, no realitzen habitualment una anàlisi sistemàtica dels seus consums ni de les condicions econòmiques del subministrament.

En aquest TFG s'analitza el consum d'energia elèctrica en tots els receptors d'un habitatge familiar situat en el centre de València. Aquesta anàlisi es realitza tant de forma global com en cadascun dels receptors que disposa la instal·lació a partir de les dades nominals facilitades pel fabricant i de mesuraments "in situ" presos mitjançant equips registradors de consum d'energia elèctrica i el seu programari. La mesura es realitza mitjançant registradors en 9 punts de consum i un altre en el quadre de proteccions. L'anàlisi inclou la comparació d'aquests mesuraments amb les dades subministrades pels fabricants (etiqueta energètica i potències conforme a les normes de producte) i amb els registres del comptador que proporciona la distribuïdora. L'objectiu és tant comparar aquests valors entre si com amb els perfils de consum normalitzats, veure la seua relació amb els hàbits dels usuaris i extraure conclusions i propostes de millora.

SUMMARY:

In 2015, according to the IDAE, the residential sector represented 18,5% of the consumption of final energy in Spain. On the other hand, the homes, trades and small industries represent more than 90% of the agreements of supply of electrical energy in the countries advanced. However, unlike the big industries, do not make usually a systematic analysis of his consumptions neither of the economic conditions of the supply.

In this TFG analyses the consumption of electrical energy in all the receptors of a familiar house situated in the centre of Valencia. Said analysis makes so much of global form as in each one of the receptors that has the installation from the nominal data facilitated by the manufacturer and of measurements "in situ taken" by means of recorder squads of consumption of electrical energy and his software. The measure makes by means of recorder in 9 points of consumption and another in the picture of protections. The analysis includes the comparison of these measurements with the data supplied by the manufacturers (energetic label and powers according to the norms of product) and with the registers of the counter that provides the distributor. The aim is so much compare these values among himself as with the profiles of consumption normalised, see his relation with the habits of the users and extract conclusion and proposals of improvement.

Índice de contenidos

1.	JUSTIFICACIÓN.....	1
2.	DESCRIPCIÓN.....	8
3.	ÁMBITO DE APLICACIÓN.....	9
3.1.	Descripción de las características físicas de la vivienda.....	9
3.2.	Descripción de las características energéticas de la vivienda.....	9
4.	METODOLOGÍA.....	10
4.1.	Recopilación de información.....	10
4.2.	Periodo de medición de los consumos eléctricos.....	11
4.3.	Análisis de los resultados obtenidos.....	11
4.4.	Posibles medidas de ahorro y eficiencia energética.....	11
5.	NORMATIVA.....	12
5.1.	Mercados Eléctricos.....	12
5.2.	Bono Social.....	13
5.2.	Reglamento de Etiquetado Energético.....	14
6.	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	15
6.1.	Históricos de consumos eléctricos.....	15
6.2.	Histórico de facturas eléctricas.....	18
6.3.	Histórico de facturas de gas natural.....	20
7.	MEDICIÓN DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	21
7.1.	Ubicación de los equipos.....	22
7.1.1.	Despacho.....	22
7.1.2.	Plancha.....	22
7.1.3.	Frigorífico.....	23
7.1.4.	Lavadora.....	23
7.1.5.	Secadora.....	23
7.1.6.	Lavavajillas.....	23
7.1.7.	Microondas.....	23
7.1.8.	Congelador.....	23
7.1.9.	Televisión.....	23
7.1.10.	Sensor general.....	24

7.2. Periodo de medida	24
7.3. Resultados obtenidos	24
7.3.1. Datos registrados cada 2 horas (de los 9+1 receptores registradores).....	24
7.3.2. Datos registrados cada 6 segundos	26
8. ANÁLISIS ETIQUETADO ENERGÉTICO	45
8.1. Lavavajillas.....	45
8.2. Lavadora	46
8.3. Secadora.....	48
8.4. Congelador	49
8.6. Horno	50
8.7. Televisor	51
8.8. Aire acondicionado.....	52
9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICIÓN DE LOS CONSUMOS ELÉCTRICOS.....	53
9.1. Comparativa de la distribuidora y las mediciones in situ.....	53
9.2. Posibles errores o anomalías en las medidas	54
9.3. Comparativa de los perfiles normalizados y los registros obtenidos.....	54
9.4. Hábitos de consumo	56
9.5. Ensayos realizados y comparativa con la placa características del fabricante	57
9.5.1. Microondas	57
9.5.2. Plancha	58
9.5.3. Lavadora	59
9.5.4. Televisión	60
9.5.5. Impresora	60
9.5.6. Lavavajillas.....	61
9.5.7. Congelador	62
9.5.8. Frigorífico	63
9.5.9. Secadora	64
9.5.10. Aspirador	64
9.5.11. Secador de pelo.....	64
9.5.12. Sandwichera	65
9.5.13. Exprimidora	65
9.5.14. Batidora	65
9.5.15. Tostadora	65

9.5.16. Portátil	66
9.5.17. Estufas	66
9.5.18. Sartén eléctrica	66
9.5.19. Ordenador de mesa	66
9.5.20. Ventilador	66
9.5.21. Plancha de pelo	67
9.5.22. Extractor de aire.....	67
9.5.23. Horno	67
9.5.24. Aires acondicionados.....	68
9.5.25. Iluminación.....	68
9.6. Análisis Económico.....	68
9.7. Tolerancia del ICP	69
9.8. Análisis de la encuesta elaborada	70
10. POSIBLES MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	73
10.1. Ajustar el contrato eléctrico (tarifa y potencia contratada)	73
10.2. Cambiar los electrodomésticos a otros energéticamente más eficiente.....	73
10.3. Cambiar todas las lámparas a LED.....	75
10.4. Cambios en los hábitos de consumo.....	76
11. PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL.....	79
12. CONCLUSIONES.....	81
13. ANEXO A: CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA.....	82
14. ANEXO B: EQUIPOS DE MEDIDA	85
15. ANEXO C: FOTOGRAFÍAS RECEPTORES CONECTADOS.....	87
16. ANEXO D: DATOS DE CONSUMO ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA	90
17. ANEXO E: CLASES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	92
18. ANEXO F: ENCUESTA HÁBITOS DE CONSUMO	97
19. REFERENCIAS	101

RESUMEN EJECUTIVO

Las facturas eléctricas dan un resumen de la energía eléctrica consumida durante todo un mes y en algunas ocasiones durante dos meses. Sin embargo, se desconoce qué receptores están consumiendo energía, cuándo lo están haciendo, cuánto están consumiendo y cómo lo está haciendo.

Este Trabajo Fin de Grado tiene como principal objetivo recalcar la importancia del sector residencial en el consumo energético mundial, así como la necesidad de realizar un análisis de los consumos eléctricos y de las condiciones del contrato como se realiza en las grandes industrias. Estas ideas se describen en el primer punto de la memoria.

El estudio se ha realizado en una vivienda unifamiliar en Valencia. Para ello, se ha utilizado equipos registradores, los cuales mediante su software registran el consumo energético cada dos horas de un total de nueve receptores, así como el consumo global de la vivienda. Además, este software permite registrar el consumo cada seis segundos de esos nueve receptores. Para conocer más sobre los equipos utilizados y la ubicación de cada equipo de medida se pueden consultar los anexos B y C.

Antes de comenzar con los análisis, se ha recopilado toda la información sobre la vivienda analizada que se puede obtener desde la página web de la distribuidora y a partir de las facturas emitidas por la comercializadora. Esta información se refleja en el punto seis de la memoria del trabajo realizado.

En el punto siete se han detallado los resultados que hemos obtenidos durante el periodo de medición. El perfil de consumo de la vivienda, así como el perfil de consumo de los nueve electrodomésticos registrados. Además, hemos obtenido el ciclo de consumo de todos los receptores de la vivienda objeto de estudio.

El análisis de los resultados que se han obtenido tiene lugar en el apartado nueve del documento. En él se ha analizado de forma detallada los hábitos de consumo de los ocupantes de la vivienda, los perfiles de consumo de los nueve receptores y el comportamiento del resto de electrodomésticos. Además, se ha comparado los registros obtenidos con los facilitados por el fabricante para ver cuán de verídico son sus valores.

Con este análisis se han obtenido resultados interesantes, como por ejemplo qué electrodomésticos consumen más energía, que programas de lavadora, lavavajillas, microondas son más eficientes, cómo trabaja cada receptor, cuál es el consumo en standby anual de la vivienda, cuáles son las condiciones del contrato más adecuadas, cuál es la tolerancia del ICP, entre muchos otros.

Una vez se ha recopilado información, medido los consumos eléctricos reales y analizado es posible proponer medidas de ahorro y eficiencia energética. Sin estos pasos previos resulta mucho más costoso e impreciso. En la vivienda analizada se han obtenido un ahorro anual del 15,4%.

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

1. JUSTIFICACIÓN

El crecimiento demográfico mundial y el progreso de los países en vías de desarrollo como la India o Brasil son y serán motivos por los cuales la evolución del consumo energético mundial a lo largo del tiempo sigue una tendencia ascendente. Además, el enorme desarrollo en todos los sectores de las grandes potencias mundiales como EEUU, China, Rusia, Japón o Alemania juega un papel fundamental en este crecimiento del consumo energético.^[13]

En la siguiente ilustración se muestra el reparto del consumo energético mundial:

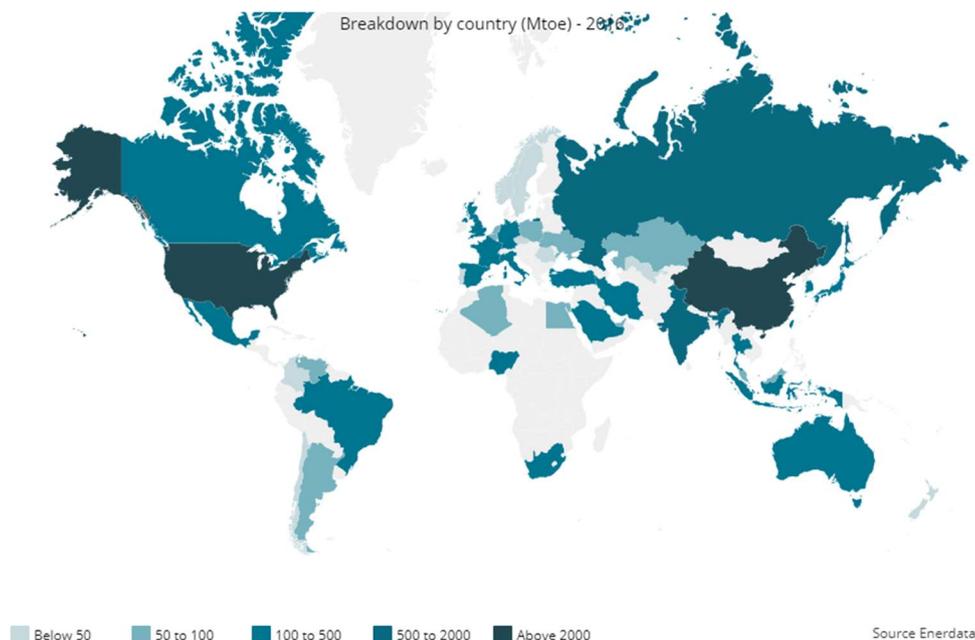
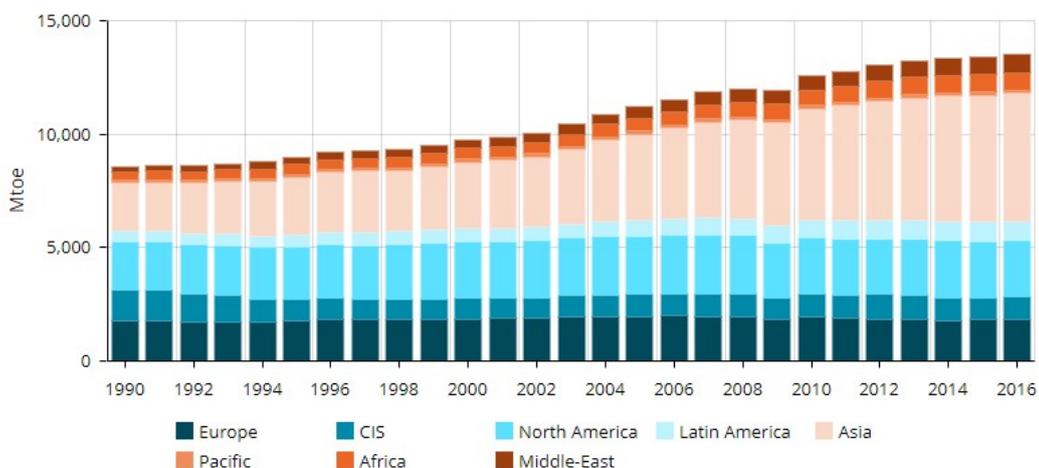


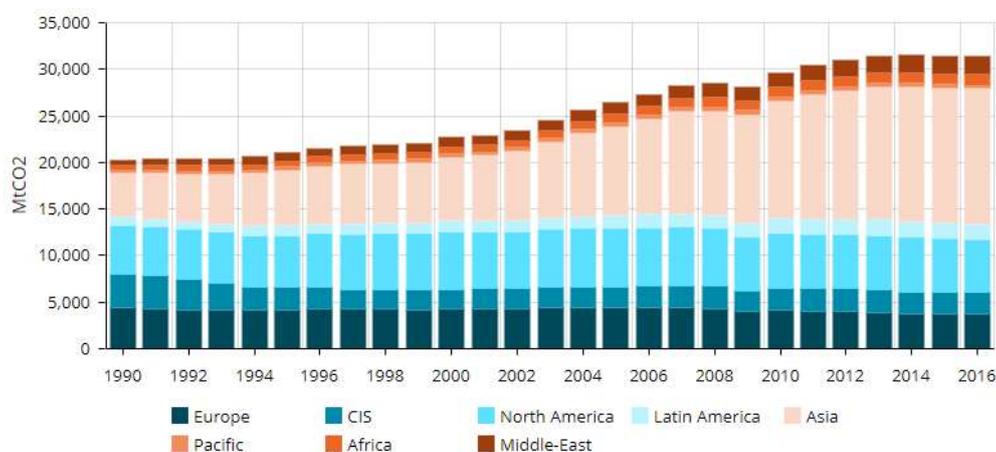
Ilustración 1-1. Consumo energético total según Global Energy Statistical Yearbook en 2017 ^[9]

La siguiente gráfica muestra la evolución temporal del consumo energético en función de los continentes.



Gráfica 1-1. Evolución temporal del consumo energético según Global Energy Statistical Yearbook en 2016 ^[9]

Desde la revolución industrial, la mayor fuente de las emisiones de dióxido de carbono procede de la combustión del carbón, petróleo y gas de las centrales eléctricas, los automóviles y las instalaciones industriales. A lo largo de las últimas décadas, el crecimiento de las emisiones de estos gases y sus posibles consecuencias sobre el planeta, por ejemplo, el efecto invernadero, se ha convertido en una de las mayores preocupaciones a nivel mundial. El protocolo de Kyoto, de Montreal, la Cumbre de la Tierra o el Acuerdo de París son ejemplos de acuerdos internacionales que tienen por objetivo combatir esta situación. Las principales actuaciones que se proponen en esos acuerdos internacionales son aumentar la capacidad de generación de energía con fuentes y tecnologías renovables y realizar un uso adecuado de la energía que se utiliza actualmente (eficiencia energética).^[30] En 2016, según *Global Energy Statistical Yearbook*, **las energías renovables representaban el 24% de la producción mundial de electricidad.**^[9]



Gráfica 1-2. Evolución temporal de las emisiones de CO2 según Global Energy Statistical Yearbook en 2016.^[9]

En esta movilización mundial por combatir esta problemática ambiental, la Unión Europea, así como cada uno de sus Estados miembros, establece unos objetivos para el año 2020 en el sector energético:^[3]

- Reducir las emisiones de **Gases de Efecto Invernadero (GEI)** en un 20% respecto a las cifras de 1990, no obstante, este porcentaje podría aumentar hasta al 30%.^[3]
- Obtener una contribución mínima del 20% de energía procedente de **fuentes renovables** en el consumo de energía final y del 10% en el consumo de energía en el sector del transporte.^[3]
- Reducir en un 20% el consumo energético respecto a las cifras proyectadas para el 2020, es decir, un 20% de mejora de la **eficiencia energética.**^[3]

En 2016, según la Oficina Europea de Estadística y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, la electricidad representaba el 21,6% del balance del consumo de energía final en la Unión Europea y el 23,4% en España. A continuación, se muestra el balance de energía final en Europa y España:

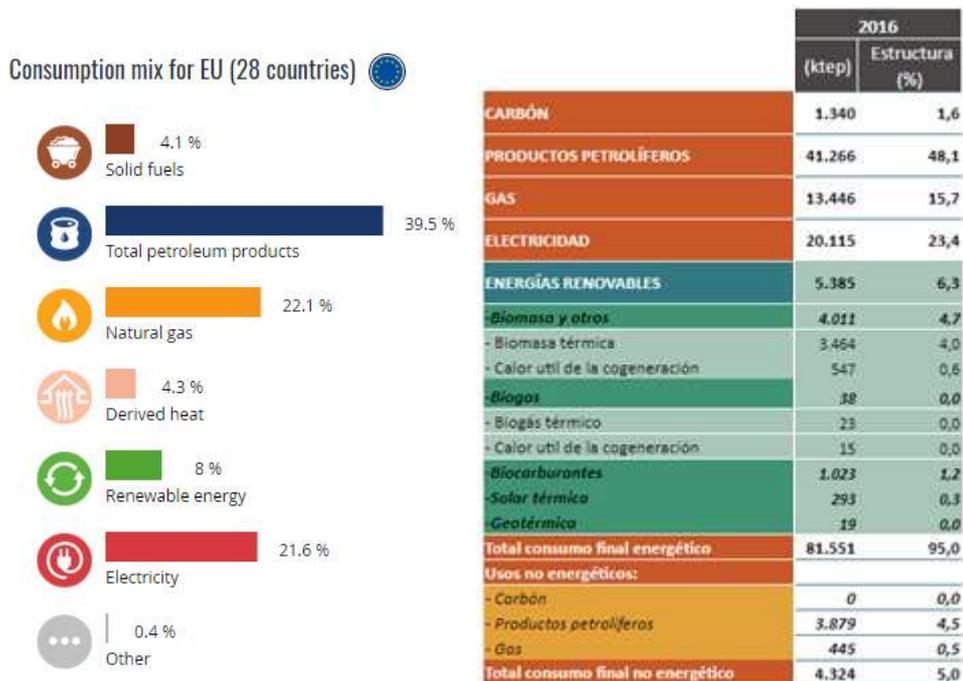
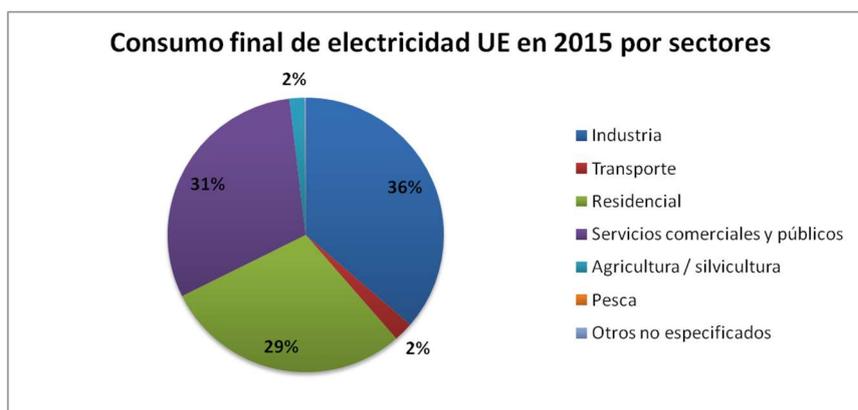
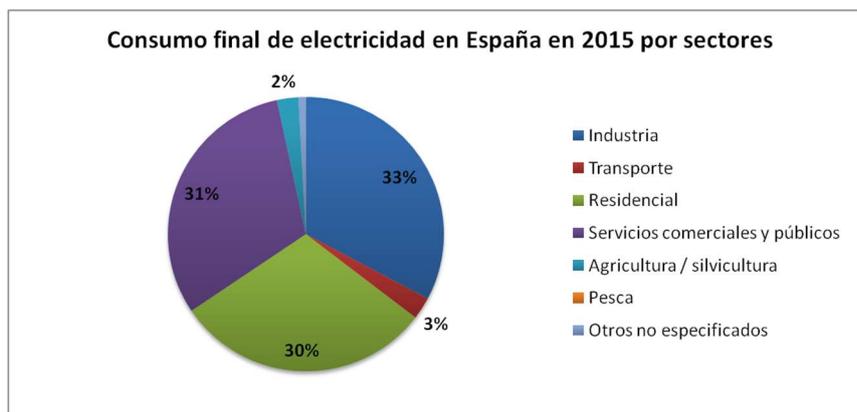


Ilustración 1-2. Balance del consumo de energía final según la Oficina Europea de Estadística ^[22] y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) en 2016 ^[17]

En 2015, según la Agencia Internacional de la Energía (IEA), el consumo final de electricidad por sectores se detalla en las siguientes gráficas, donde el sector residencial y los servicios comerciales y públicos representan prácticamente dos tercios del consumo total de energía eléctrica en España y en la Unión Europea.



Gráfica 1-3. Consumo final de electricidad UE por sectores según la Agencia Internacional de la Energía (2015) ^[19]



Gráfica 1-4. Consumo final de electricidad en España por sectores según la IEA (2015) ^[19]

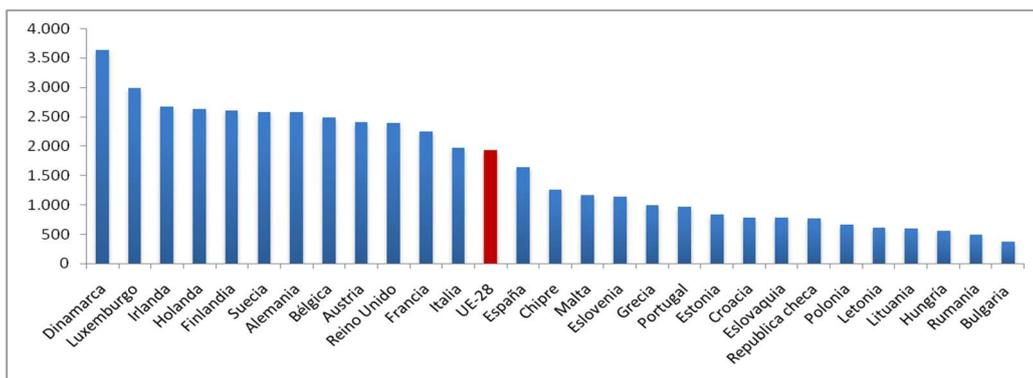
De esta forma, parece obvio que para cumplir con los objetivos establecidos para 2020 en el sector energético **es necesario realizar actuaciones en el sector residencial y pequeños comercios**. Este Trabajo Fin de Grado trata de destacar la necesidad de que los análisis sistemáticos de los consumos energéticos se realicen no solo en las grandes industrias sino también en los hogares y pequeños comercios. Una vez analizado y comprendido cómo se utiliza la energía eléctrica en los hogares, se pueden desarrollar medidas para reducir la cantidad de energía eléctrica sin necesidad de sacrificar el bienestar y la calidad de vida de sus ocupantes.

El 10 de noviembre de 2017, la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) publicó un estudio sobre el desconocimiento que tienen los usuarios sobre las condiciones de contratación de los suministros energéticos. Este estudio revela que **“siete de cada diez de los hogares españoles desconoce si su oferta de gas natural o de electricidad está en el mercado regulado o libre”** y que **“el 41% de los consumidores no sabe qué tipo de tarifa eléctrica tiene contratada y un 24% cuál es la potencia contratada”**.^[4] Por tanto, si se tiene en cuenta que los hogares, comercios y pequeñas industrias representan más del 90% de los contratos de suministro de energía eléctrica en los países avanzados, el desconocimiento sobre las condiciones de contratación de los suministros eléctricos alcanza cifras significativas.

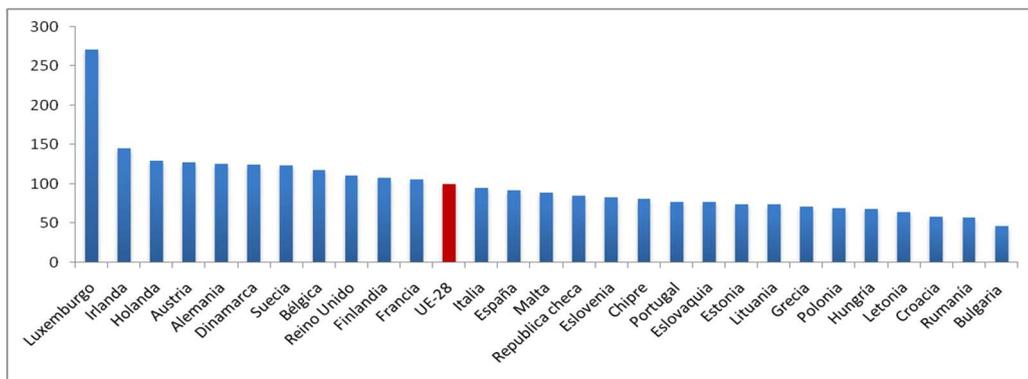
Según la Agencia Internacional de la Energía, un hogar está en una situación de **"pobreza energética"** cuando **“tiene que pagar costos de energía que son excesivos en comparación con el ingreso total de los hogares”**.^[19] En España, existen factores como los salarios de los ciudadanos, el nivel de vida en líneas generales del país o el elevado precio de la electricidad que llegan a provocar situaciones de pobreza energética. Sin embargo, la ubicación de la vivienda, las características constructivas y estructura de la misma, el comportamiento de los residentes o la tipología del contrato eléctrico son otros factores que contribuyen a aumentar o disminuir la pobreza energética en los hogares.^{[2], [18]}

Se ha comprobado que las características constructivas de los hogares no es uno de los factores más relevantes de la pobreza energética. Además, se han hecho estudios donde los usuarios que sufren pobreza energética hacen un **uso adecuado** de las instalaciones, evitando consumos innecesarios y desconectando los sistemas que no están en uso. Por último, cabe destacar que las tipologías de los contratos eléctricos en muchos casos no permiten la optimización, es decir, que no se ajustan a las necesidades reales de los usuarios de los hogares. [2]

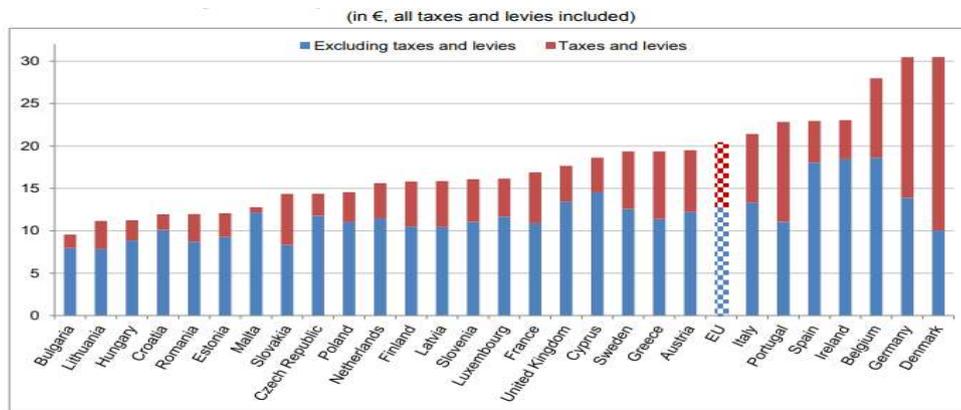
A continuación, se detallan datos comparativos entre los países que forman la Unión Europea sobre los factores mencionados anteriormente:



Gráfica 1-5. Salario medio en los países de la UE según el Eurostat (2016) [23]



Gráfica 1-6. PIB por habitante en los países de la UE según Eurostat (2015) [23]



Gráfica 1-7. Precio promedio de la electricidad en los países de UE (2017) [23]

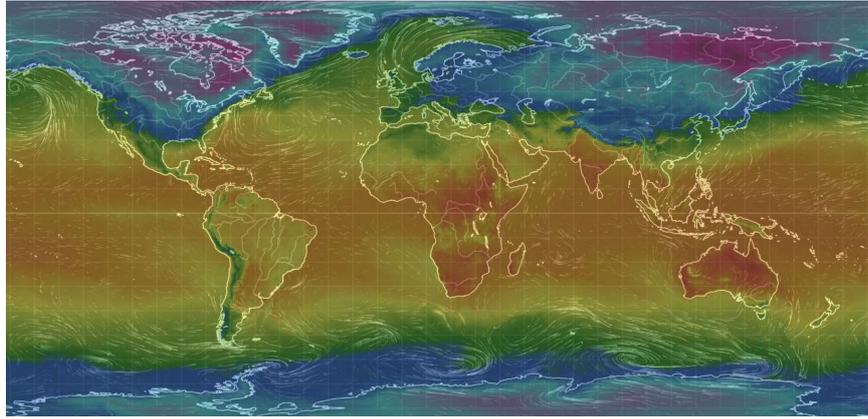


Ilustración 1-3. Mapa de temperaturas el día 13 de enero de 2017 a las 10:00h según Earth Nullschool ^[6]

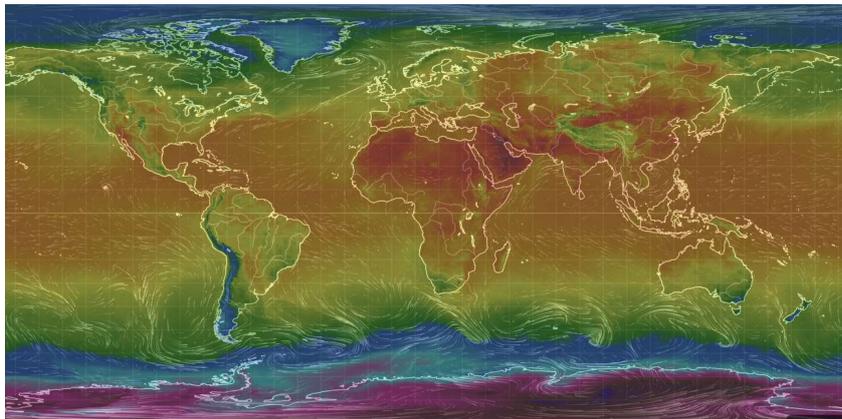


Ilustración 1-4. Mapa de temperaturas el día 15 de julio de 2017 a las 11:00h según Earth Nullschool ^[6]

Por tanto, la situación económica y climatológica afecta directamente a la situación energética, provocando que existan diferencias entre el consumo eléctrico de los hogares de diferentes países.

Véase en la siguiente tabla como los estados miembros de la Unión Europea con situaciones económicas más favorables y fríos inviernos presentan un consumo de kWh per capita mucho mayor que el resto.



Ilustración 1-5. Consumo energía eléctrica (kWh per capita) según The World Bank (2014) ^[27]

El rápido desarrollo tecnológico supone un crecimiento del consumo eléctrico global. Sin embargo, permite mejorar la eficiencia energética en los hogares. Las mejoras en el aislamiento, la envolvente, las ventanas, la iluminación o los electrodomésticos están a merced de este desarrollo tecnológico. A medida que se hagan receptores más eficientes, materiales que aislen mejor o mecanismos de control automático de todas las variables que intervienen en los hogares, el consumo energético se verá reducido. Sin embargo, no se pueden adoptar mejores tecnologías si no son fácilmente accesibles y económicamente viables. El criterio más común para determinar la rentabilidad de una medida es el coste anual de mitigación en euros por tonelada de CO₂ evitado. ^{[20], [26], [29]}

Sobre la evaluación económica que se pueden utilizar para las diferentes actuaciones en eficiencia energética destacan tres criterios: ^{[20], [26], [29]}

- Obtener los mayores ahorros para un presupuesto fijo.
- Obtener un ahorro específico para el presupuesto más bajo.
- Minimizar los costos totales o maximizar beneficios netos del gasto en eficiencia energética.

En conclusión, el aspecto principal que mueve la realización de este trabajo es la necesidad de realizar análisis sistemáticos de los consumos energéticos en los hogares, comercios o pequeñas industrias, puesto que representan un porcentaje elevado del consumo total. Para ello, se analiza los consumos eléctricos “in situ” de una vivienda familiar. De esta forma, con los datos obtenidos, se puede realizar un **análisis exhaustivo** de los mismos. Tras este periodo, se pueden proponer y estudiar la viabilidad de diferentes actuaciones de ahorro y eficiencia energética, las cuales suponen un ahorro económico en las facturas eléctricas recibidas.

2. DESCRIPCIÓN

Este Trabajo Fin de Grado consiste en un análisis sistemático y exhaustivo de los consumos energéticos de una vivienda familiar en el centro de Valencia.

En primer lugar, se recopila toda la información disponible a la cual **tienen acceso todos los hogares**, véase las facturas facilitadas por la comercializadora, la curva de consumo descargable en la página web de la distribuidora, las fichas técnicas de los receptores facilitadas por los fabricantes y los datos o informes publicados en Red Eléctrica España, el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía o la web oficial de la Unión Europea.

En segundo lugar, se realiza un periodo de medición “**in situ**” tanto de los consumos de la vivienda a nivel global como de los consumos de los diferentes receptores que dispone la instalación mediante equipos registradores y su software.

En tercer lugar, se realiza un periodo de análisis de los datos obtenidos, el cual consiste principalmente en identificar anomalías durante la medición, relacionar cada curva de consumo con su correspondiente receptor, identificar patrones de consumo, comprobar si la curva de consumo global de la vivienda coincide con la facilitada por la distribuidora, comparar el perfil de consumo de la vivienda con el que usa Red Eléctrica España para el cálculo de la facturación del PVPC para la correspondiente tarifa eléctrica, etc.

En cuarto y último lugar, tras analizar los datos medidos se proponen **actuaciones de ahorro y eficiencia energética** y se analiza la viabilidad económica de estas. Algunos ejemplos de medidas de ahorro y eficiencia son: cambiar los electrodomésticos actuales por unos con etiquetas energéticas mejoras, pasar a una tarifa de discriminación horaria o cambiar los hábitos de consumo actuales.

3. ÁMBITO DE APLICACIÓN

3.1. Descripción de las características físicas de la vivienda

Este trabajo está basado en el estudio de los consumos eléctricos de una vivienda familiar ubicada en el centro de Valencia. A continuación, se detallan diferentes características de la misma a modo de contextualización. Para obtenerlos se ha utilizado la sede del catastro. ^[25]

- Localidad: Valencia
- Barrio: El Pla del Remei
- Dirección: C/Grabador Esteve 18
- Año de construcción: 1905
- Superficie de la vivienda: 142 m²
- Orientación: Nordeste
- Número de ocupantes: 12 personas

3.2. Descripción de las características energéticas de la vivienda

En el aspecto energético, la vivienda unifamiliar analizada presenta dos tipos de energías utilizadas con las siguientes características:

Electricidad	Gas natural
Comercializadora: Iberdrola Comercialización de Último Recurso S.A.U.	Comercializadora: Gas Natural Servicios SDG, S.A.
Tipo de contador: Contador inteligente.	Tipo de contador: Contador de membrana.
La vivienda esta acogida a la tarifa regulada Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor (PVPC), ya que cumple los requisitos solicitados (potencia < 10kW).	La Tarifa de Último Recurso (TUR), ya que cumple los requisitos solicitados (consumo < 50.000kWh/año y presión ≤ 4 bar).
Se trata un consumidor vulnerable por ser una familia numerosa, por tanto, como el suministro está destinado a la residencia habitual del titular y está acogido a la tarifa regulada de PVPC, se aplica un 25 % de descuento por el bono social.	Tiene una tarifa TUR 2, ya que presenta un consumo, entre 5.000 kWh/año y 50.000 kWh/año.
Tiene una tarifa eléctrica 2.0A, es decir, no está acogida a una tarifa de discriminación horario.	
Tiene una potencia contratada de 5,5 kW.	

Tabla 3-1. Características energéticas de la vivienda

4. METODOLOGÍA

4.1. Recopilación de información

En todo proceso de análisis es necesario un periodo previo de recopilación de información. En este trabajo se realiza etapa de medición de los consumos “in situ”. Sin embargo, hay información accesible a todos los hogares que permite obtener datos de interés.

Registrándose con los datos del titular del contrato en la página web de la correspondiente distribuidora eléctrica, en este caso, Iberdrola, se puede obtener la siguiente información:

- Consumo horario facturado del punto de suministro.
- Potencias máximas registradas mensualmente.

Las facturas que emite la comercializadora mensual o bimestralmente. En este punto de suministro, se reciben las facturas de Iberdrola Comercialización de Último Recurso S.A.U. cada mes. Principalmente, las facturas permiten conocer el importe total facturado, así como el desglose del mismo; importe por potencia contratada, por energía consumida, por el impuesto sobre la electricidad, por el alquiler de equipos de medida y control, por el IVA y por el descuento por bono social si lo hay. Además, permite conocer la energía consumida en el periodo de facturación, así como el precio del kWh aplicado. También permite ver (si se desconoce) los datos del contrato, como, por ejemplo, la potencia o tarifa contratada.

Todos los receptores cuentan una ficha técnica elaborada por su fabricante donde se detallan las principales características del mismo. En muchos de ellos se detalla la potencia máxima que consume, lo cual es útil para tener una idea de que electrodomésticos son los que mayor energía consumen.

En caso de estar acogidos al Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor (PVPC), desde la página web de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia se puede realizar una simulación de la factura de electricidad, obteniendo así un detalle de la misma y una comparativa del importe dependiendo de la potencia o tarifa contratada. Además, existe la posibilidad de conocer los precios horarios de la electricidad que se aplican desde la página web de Red Eléctrica España. Por otro lado, en caso de estar en el mercado libre, la CNMC permite comparar multitud de ofertas de electricidad y gas natural realizadas por las comercializadoras.

4.2. Periodo de medición de los consumos eléctricos

Es cierto que toda esta información facilita muchos datos de interés. Sin embargo, en las facturas, únicamente se reflejan la energía consumida durante todo el mes de forma general, sin ningún tipo de desglose. Como se ha comentado en el apartado anterior, existe la posibilidad de descargar la curva de consumo de forma horaria, pero tampoco se detalla qué receptores están consumiendo esa energía. Por tanto, para realizar un análisis **exhaustivo** de los consumos eléctricos domésticos no es suficiente con estos datos, así que se instalan equipos registradores en los principales receptores de la vivienda. Estos equipos de medida, gracias a su software, permiten conocer de forma detallada los diferentes consumos para analizarlos con posterioridad.

4.3. Análisis de los resultados obtenidos

Tras el periodo de recopilación de información y de medición, es necesario hacer un análisis detallado de los datos obtenidos. En este trabajo se van a analizar los siguientes aspectos:

- Curva de consumo eléctrico a nivel global de la vivienda.
- facilitada por la distribuidora.
- Curva de consumo eléctrico utilizada por Red Eléctrica de España.
- Curva de consumo eléctrico de los diferentes receptores, así como de los diferentes modos o programas que este disponga.
- Ficha técnica de los diferentes receptores facilitada por sus correspondientes fabricantes.
- Calificación energética de los receptores.
- Aspectos de la facturación (mercado eléctrico, bono social, potencia contratada, tipo de tarifa o precio de la electricidad).
- Posibles medidas de ahorro y eficiencia energética.

Este análisis permitirá conocer realmente los hábitos de consumo de los ocupantes de la vivienda, el funcionamiento detallado de todos los receptores, detectar posibles anomalías, zonas o periodos del día de mayor consumo, desmentir los mitos que existen sobre los consumos eléctricos, contratar la tarifa o potencia que mejor se ajuste, proponer medidas de ahorro y eficiencia energética, comparar con otras realidades, etc.

4.4. Posibles medidas de ahorro y eficiencia energética

Una vez se ha realizado el análisis correspondiente de los datos recopilados y medidos, se puede proponer diferentes medidas de ahorro y eficiencia energética y comprobar su viabilidad económica. En este trabajo se van a proponer las siguientes medidas de mejora:

- Ajustar el contrato eléctrico (tarifa y potencia contratada).
- Cambiar los electrodomésticos a otros energéticamente más eficiente.
- Cambiar todas las lámparas a LED.
- Cambiar en los hábitos de consumo.

5. NORMATIVA

5.1. Mercados Eléctricos

Actualmente, en España existen dos mercados para la electricidad; el mercado libre y el mercado regulado. Ambos mercados comparten los peajes de acceso y los impuestos y difieren en el precio de la electricidad. Además, el mercado libre es accesible para todos los clientes. Sin embargo, el mercado regulado tiene restricciones.

Por un lado, el 28 de marzo de 2014 el gobierno implantó la tarifa PVPC (Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor) mediante el Real Decreto 216/2014. Esta tarifa sustituyó el sistema anterior conocido como Tarifa de Último Recurso (TUR). Según este real decreto, solo se pueden acoger al mercado regulado los pequeños consumidores, es decir, aquellos puntos de suministro con tensiones no superiores a 1kV y con una potencia contratada menor o igual a 10 kW. En el mercado regulado, el precio cambia hora a hora en función de la situación del mercado mayorista. El cálculo de los precios horarios regulados se basa en las fórmulas publicadas por el BOE en el Real Decreto 216/2014. Además, el Operador del Sistema, es decir, Red Eléctrica España da a conocer en su página web los precios horarios que se aplican en la factura eléctrica. Sobre las ocho y cuarto de la tarde de cada día se publican los precios horarios que se aplicarán en el término de energía del día siguiente. Sin embargo, las comercializadoras de referencia son las encargadas de facturar la energía consumida de todos los consumidores acogidos al mercado regulado. Existen ocho comercializadoras de referencia en España: ^[7]

- EDP comercializadora de último recurso, S.A.
- Endesa Energía XXI S.L.
- Teramelcor S.L.
- CHC comercializador de referencia, S.L.U.
- Viesgo comercializadora de referencia SL
- Gas Natural S.U.R. Sdg, S.A.
- Iberdrola comercialización de último recurso, S.A.U.
- Empresa de alumbrado eléctrico de Ceuta comercialización de referencia SA

A los consumidores que tienen instalado el contador inteligente se les factura el consumo horario con el precio correspondiente a esa hora. Sin embargo, los consumidores que todavía no tienen instalado este nuevo contador se les factura en función de los perfiles normalizados publicados por el Operador de Sistema.

Por otro lado, al mercado libre puede acogerse cualquier tipo de consumidor. En este mercado eléctrico, el precio del kWh es constante, es decir, las diferentes comercializadoras ponen los precios que deseen y el cliente tras elegir la comercializadora, paga siempre ese precio, aunque las condiciones meteorológicas cambien. ^[7]

5.2. Bono Social

Para aquellos consumidores vulnerables que están en el mercado regulado, se les aplica el **bono social**, el cual consiste en un descuento en los términos de potencia y energía. Recientemente, ha entrado en vigor el 8 de octubre de 2017 el Real Decreto 897/2017, donde se detallan los diferentes cambios que se han producido en el bono social. Dependiendo de la categoría de cliente se tiene un tipo de descuento.^[11]

Las principales diferencias con el bono social anterior son:

- Ahora el suministro debe estar destinado a la residencia habitual del titular.
- Desaparece para aquellos hogares con una potencia contratada menor de 3 kW.
- Se establecen unos límites de consumo en función de las diferentes categorías.

A continuación, se detalla quien puede solicitarlo:

Categoría de cliente	Descuento	Pensionistas (Pensión mínima)	Familias Numerosas	UNIDAD FAMILIAR QUE CUMPLE EL LÍMITE DE RENTA					
				Sin menores		1 menor		2 menores	
Vulnerable	25%	Sin requisito adicional	Sin requisito adicional	11.279€ (1,5xIPREM)	15.039€ (2xIPREM)	15.039€ (2xIPREM)	18.799€ (2,5xIPREM)	18.799€ (2,5xIPREM)	22.559€ (3xIPREM)
Vulnerable severo	40%	7.520€ (1xIPREM)	15.039€ (2xIPREM)	5.640€ (0,75xIPREM)	7.520€ (1xIPREM)	7.520€ (1xIPREM)	9.340€ (1,25xIPREM)	9.340€ (1,25xIPREM)	11.279€ (1,5xIPREM)
En riesgo de exclusión social	Cuando el beneficiario cumpla los requisitos de acceso al descuento del 40% y, además, tenga otorgada una ayuda de los Servicios Sociales que cubra, al menos, el 50% del importe de la factura de electricidad, no tendrá que pagar nada.								
Consumo anual con descuento	1.680 kWh		3.600 kWh	1.200 kWh		1.680 kWh		2.040 kWh	
En el caso de que se acredite alguna de las siguientes circunstancias especiales, el requisito de renta máxima a cumplir por la unidad familiar es mayor (ver celdas sombreadas): <ul style="list-style-type: none"> - Discapacidad reconocida \geq 33% - Víctima de violencia de género - Víctima de terrorismo 									

IPREM: Indicador Público de Rentas Múltiples (7.520 €/año) que se actualiza anualmente.

Ilustración 5-1. Requisitos para solicitar el nuevo bono social según Iberdrola^[11]

Este cambio en el bono social influye en la vivienda objeto de este trabajo. Como dicha vivienda está habitada por una **familia numerosa** con una renta anual superior a 15.039 €/año (2xIPREM), pertenece a la categoría de **cliente vulnerable**, lo cual supone un 25 % de descuento del término de potencia y energía. Sin embargo, el límite de consumo anual de 3.600 kWh se sobrepasa en la vivienda y, por tanto, toda la energía que se consuma a partir de dicho límite no se le aplicará ningún tipo de descuento.

5.2. Reglamento de Etiquetado Energético

El 1 de agosto de 2017 entró en vigor el nuevo reglamento de etiquetado energético. “El pasado 28 de julio se publicó en el DOUE la aprobación del Reglamento (UE) 2017/1369 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece un marco para el Etiquetado Energético y se deroga la Directiva 2010/30/UE” [16].

Este nuevo reglamento europeo modifica la clasificación del etiquetado energético de los diferentes electrodomésticos. El principal objetivo del reglamento es eliminar las clases A+, A++ y A+++ del etiquetado y reestructurar la escala de las clases de consumo de energía de tal forma que la clase “A” vuelva a ser la más eficiente y la clase G la más ineficiente. [16]

Además, todos los productos que se etiqueten deberán estar reescalados antes del 2 de agosto de 2030. Por tanto, la entrada en el mercado de esta nueva escala de etiquetado energético no va a ser inmediata. De hecho, este cambio será progresivo e irán apareciendo a medida que surjan las revisiones para cada tipo de aparato etiquetable. [16]

Existe un reglamento relativo al etiquetado energético de cada electrodoméstico. A continuación, se detalla el reglamento que afecta a cada uno de los receptores de la vivienda:

- Aparatos de refrigeración domésticos (Frigoríficos, Congeladores, Frigo-congeladores, Frigoríficos-bodega): Reglamento Delegado (UE) N° 1060/2010. [16]
- Lavadoras domésticas: Reglamento Delegado (UE) N° 1061/2010. [16]
- Lavavajillas domésticos: Reglamento Delegado (UE) N° 1059/2010. [16]
- Secadoras de tambor domésticas: Reglamento Delegado (UE) N° 392/2012. [16]
- Hornos y campanas extractoras de uso doméstico: Reglamento Delegado (UE) N° 65/2014. [16]
- Lámparas eléctricas y las luminarias: Reglamento Delegado (UE) N° 874/2012. [16]
- Acondicionadores de aire: Reglamento Delegado (UE) N° 626/2011. [16]
- Televisores: Reglamento Delegado (UE) N° 1062/2010. [16]
- Aparatos de calefacción, calefactores combinados, equipos combinados de aparato de calefacción, control de temperatura y dispositivo solar y equipos combinados de calefactor combinado, control de temperatura y dispositivo solar: Reglamento Delegado (UE) N° 811/2013. [16]
- Aspiradoras: Reglamento Delegado (UE) N° 665/2013. [16]
- Calentadores de agua, los depósitos de agua caliente y los equipos combinados de calentador de agua y dispositivo solar: Reglamento Delegado (UE) N° 812/2013. [16]
- Unidades de ventilación residenciales: Reglamento Delegado (UE) N° 1254/2014. [16]

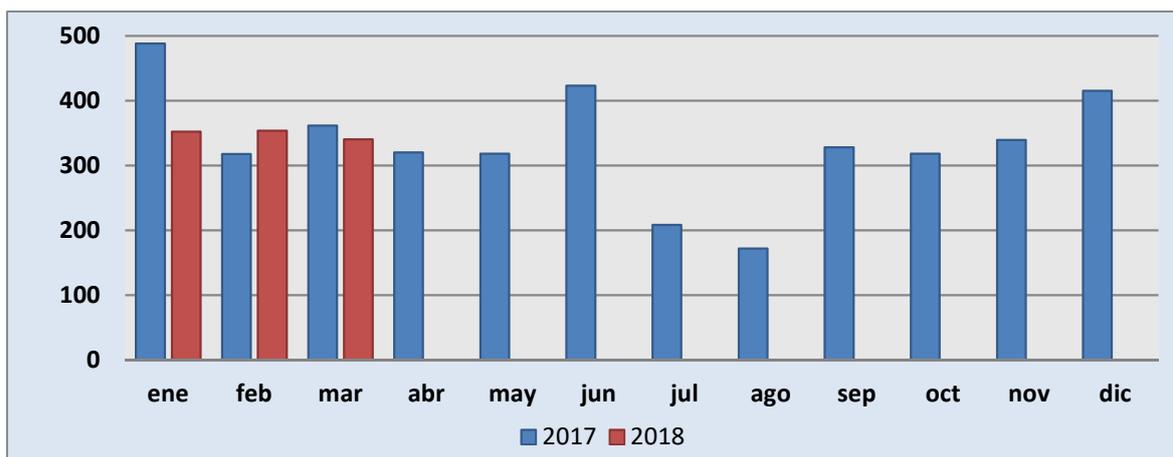
6. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

En este apartado se detalla toda la información recopilada de la vivienda familiar objeto de estudio. Como se dijo en apartados anteriores, esta información es accesible para todos los hogares, únicamente se ha organizado y dado formato a dichos datos. El análisis de los mismos se realizará en el apartado 9 del documento.

Para que los datos sean más significativos, se ha separado la información recopilada en dos. Por un lado, del 1 de enero de 2017 hasta el 31 de diciembre de 2017, consiguiendo así tener un año completo. Y, por otro lado, del 1 de enero de 2017 hasta el 31 de marzo de 2018, consiguiendo así tener los datos más actuales.

6.1. Históricos de consumos eléctricos

En primer lugar, se descargan los consumos horarios de la página web de Iberdrola distribución^[11] del año 2017 y del primer trimestre de 2018. La siguiente gráfica representa la energía consumida por meses durante el año 2017 y primer trimestre de 2018:



Gráfica 6-1. Consumo eléctrico mensual del año 2017 y el primer trimestre de 2018 (kWh).

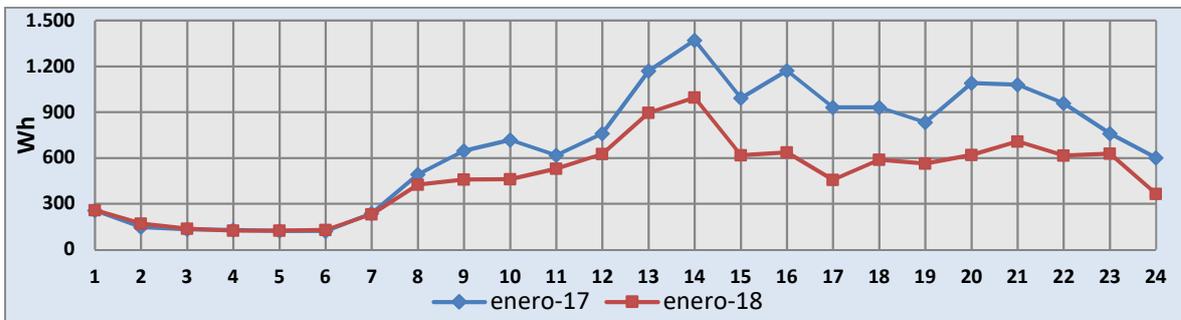
Obsérvese como el consumo eléctrico en la vivienda analizada se ve reducido durante los meses de julio y agosto, debido a la ausencia de ocupantes durante la mayoría de tiempo del periodo vacacional. Además, se observa como el consumo energético de febrero y marzo de 2017 es muy semejante al consumo durante los meses de febrero y marzo de 2018. Sin embargo, en enero de 2017 se consumieron 135,77 kWh más que en enero de 2018. Según AEMET, “la temperatura media de enero de 2017 ha sido 7,2°C que es 0,6°C más baja que la de la climatología de referencia (7,8°C), y la precipitación ha sido 130,2 l/m²”^[11]. Mientras que, “la temperatura media de enero de 2018 ha sido 9,6°C, que es 1,8°C superior a la de la climatología de referencia (7,8°C), y la precipitación acumulada ha sido 50,3 l/m²”^[11]. Por tanto, **el elevado consumo energético en enero de 2017 se debe a que se trató de un mes extremadamente frío y lluvioso.**

Gracias a los datos descargados, se puede conocer la curva de consumo horario promedio en 2017. Véase la gráfica siguiente:

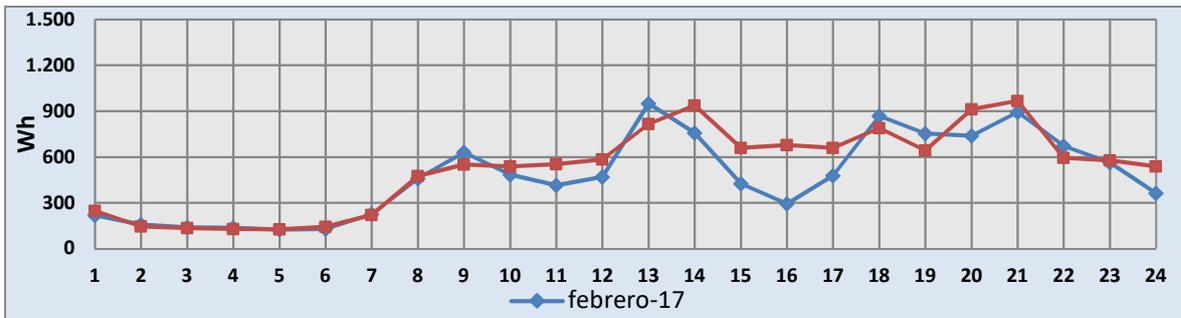


Gráfica 6-2. Curva de consumo horario promedio en 2017 (kWh).

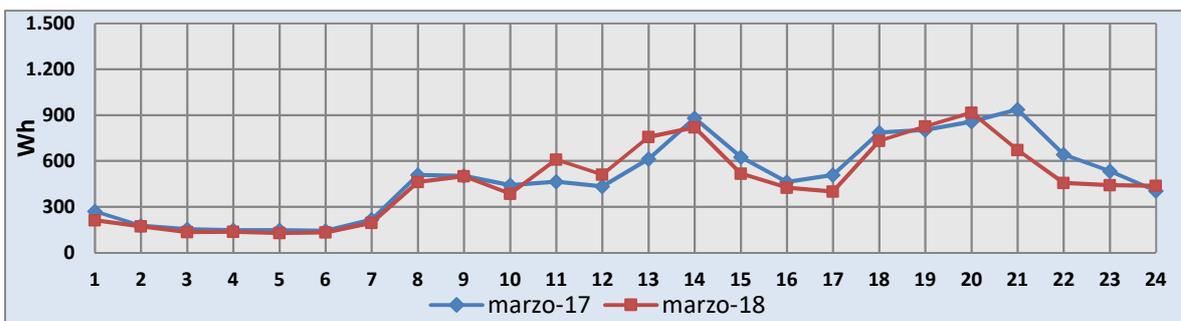
A continuación, se muestra el consumo horario promedio por meses del primer trimestre de 2017 y del segundo trimestre de 2018.



Gráfica 6-3. Curva de consumo horario de enero (kWh).



Gráfica 6-4. Curva de consumo horario de febrero (kWh).

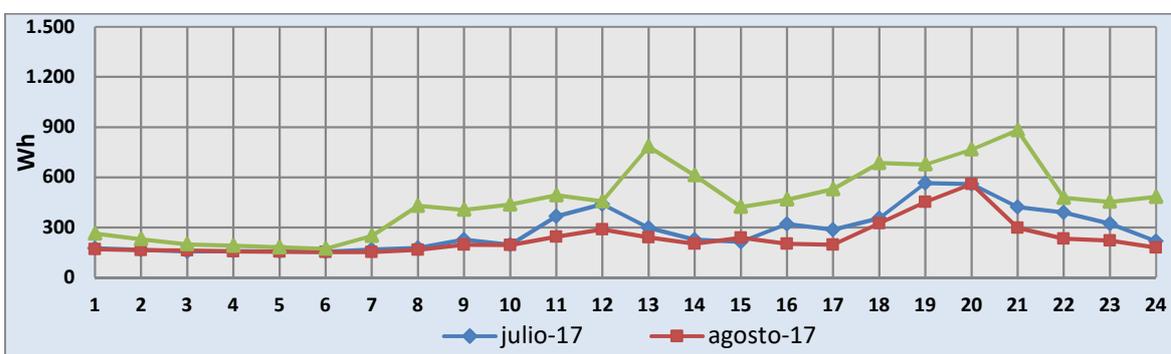


Gráfica 6-5. Curva de consumo horario de marzo (kWh).

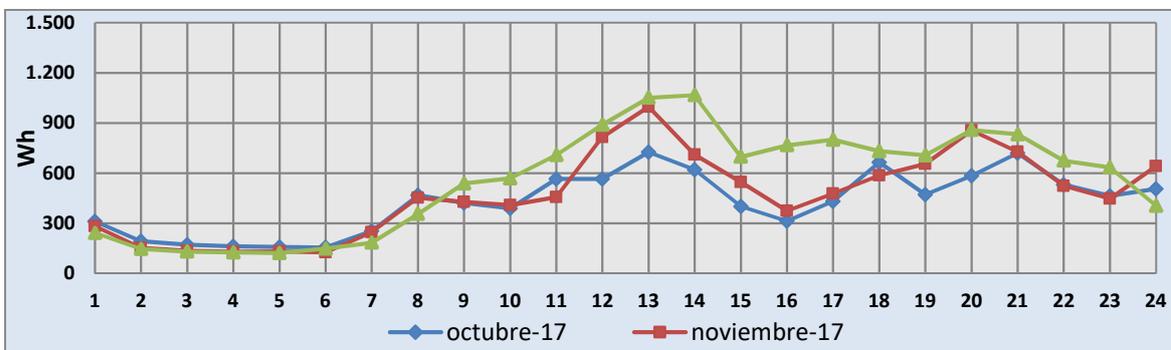
En las siguientes gráficas se muestra el consumo horario promedio por meses desde abril hasta diciembre de 2017:



Gráfica 6-6. Curva de consumo horario de abril, mayo y junio de 2017 (kWh).



Gráfica 6-7. Curva de consumo horario de julio, agosto y septiembre de 2017 (kWh).



Gráfica 6-8. Curva de consumo horario de octubre, noviembre y diciembre de 2017 (kWh).

El anexo D se detallan los datos utilizados para la representación de las gráficas anteriores.

Obsérvese como el consumo energético durante las horas nocturnas es muy parecido durante todos los meses. Por tanto, es probable que la nevera y el congelador actuales de la vivienda (principales consumidores de energía durante estas horas) se instalaron antes del año 2017, ya que, si se hubieran cambiado por unos más eficientes a mitad de año, se observaría en los meses siguientes como el consumo energético a esas horas disminuye.

6.2. Histórico de facturas eléctricas

En este apartado se detallan todos los aspectos relacionados con las facturas eléctricas recibidas mensualmente por Iberdrola Comercialización de Último Recurso, S.A.U.

La Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, permite simular las facturas de electricidad a aquellos clientes acogidos al Precio Voluntario del Pequeño Consumidor (PVPC) y tengan contador inteligente instalado. La vivienda unifamiliar analizada cumple estos requisitos. Por tanto, se comprueba si efectivamente coinciden los resultados que genera dicho simulador con las facturas reales recibidas.

Para comprobarlo, se calcula el importe facturado por consumir 4010 kWh a lo largo del año 2017 a través del simulador de la CNMC. En la ilustración siguiente se detalla el desglose del importe anual.

Su facturación	
Periodo: del 31/12/2016 al 31/12/2017	
Días facturables en total: 365 días	
Término fijo	226,36 €
$5,5 \text{ kW} \times 38,043426 \text{ €/kW/año} \times 27 \text{ días} / 365 \text{ días} = 15,48 \text{ €}$ $5,5 \text{ kW} \times 38,043426 \text{ €/kW/año} \times 365 \text{ días} / 365 \text{ días} = 209,24 \text{ €}$ (Peaje acceso potencia) $5,5 \text{ kW} \times 3,113 \text{ €/kW/año} \times 27 \text{ días} / 365 \text{ días} = 1,27 \text{ €}$ $5,5 \text{ kW} \times 3,113 \text{ €/kW/año} \times 365 \text{ días} / 365 \text{ días} = 17,12 \text{ €}$ (Comercialización)	
Consumo (tarifa 2.0A)	490,62 €
Peaje acceso energía = 176,55€ Punta: 4010 kWh x 0,044027 €/kWh = 176,55€ Coste energía = 314,07€ Punta: 4010 kWh x 0,078320 €/kWh (importe medio en tramo) = 314,07€	
Nota: los consumos mostrados en la factura de su Comercializador pueden diferir en ±1kWh respecto a los consumos del resultado de esta simulación. Esta diferencia puede producirse por ajustes de cálculo según lo establecido en la Resolución del 02/06/2015.	
Descuento Bono Social	-179,25 €
Descuento: 25,00% de (226,36 € + 490,62 €) = -179,25 €	
Impuesto eléctrico	27,49 €
$5,11269632\% \times (226,36 \text{ €} + 490,62 \text{ €} - 179,25 \text{ €}) = 27,49 \text{ €}$	
Equipo de medida	9,72 €
Importe alquiler contador monofásico = 9,72 € El precio del alquiler mensual del contador (si éste no es en propiedad), está establecido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo en 0,81 €/mes para monofásico y 1,36 €/mes para trifásico. El cálculo del alquiler del contador en la factura se realiza teniendo en cuenta el número de días.	
IVA o equivalente	120,74 €
$21\% \text{ de } 574,94 \text{ €} = 120,74 \text{ €}$ (574,94 € = 226,36 € + 490,62 € - 179,25 € + 27,49 € + 9,72 €)	
TOTAL FACTURA	695,68 €
$226,36 \text{ €} + 490,62 \text{ €} - 179,25 \text{ €} + 27,49 \text{ €} + 9,72 \text{ €} + 120,74 \text{ €} = 695,68 \text{ €}$	

Ilustración 6-1. Simulación facturación eléctrica año 2017 ^[5]

Por tanto, con una potencia contratada de 5,5 kW, una tarifa 2.0A (sin discriminación horario), un consumo anual de 4010 kWh y un descuento del 25% por el bono social, el importe anual es de 695,68€. Luego, el consumo medio diario es de 11 kWh y el gasto medio diario es de 1,91 €.



Ilustración 6-2. Contrato actual año 2017 ¹⁵⁾

Con el consumo anual de la vivienda unifamiliar, se puede calcular los siguientes indicadores:

$$\text{Intensidad energética anual} \left(\frac{kWh}{m^2} \right) = \frac{4010}{142} = 28,24 \text{ kWh/m}^2 \quad (1)$$

$$\text{Intensidad energética anual} \left(\frac{kWh}{\text{ocupante}} \right) = \frac{4010}{12} = 334,17 \text{ kWh/ocupante} \quad (2)$$

De las facturas recibidas mensualmente se extrae la información detallada en la siguiente tabla:

Mes	Término fijo (€)	Término variable (€)	Descuento bono social (€)	Impuesto eléctrico (€)	Equipos de medida (€)	IVA (€)	Importe total (€)
ene-17	19,22	72,76	-23,00	3,53	0,83	15,40	88,74
feb-17	17,36	39,19	-14,14	2,17	0,75	9,52	54,85
mar-17	19,22	40,14	-14,84	2,28	0,83	10,00	57,63
abr-17	18,61	35,54	-13,54	2,08	0,80	9,13	52,62
may-17	19,22	35,67	-13,72	2,10	0,83	9,26	53,36
jun-17	18,61	48,68	-16,82	2,58	0,80	11,31	65,16
jul-17	19,22	23,48	-10,68	1,64	0,83	7,24	41,73
ago-17	19,22	19,41	-9,66	1,48	0,83	6,57	37,85
sep-17	18,61	37,27	-13,97	2,14	0,80	9,42	54,27
oct-17	19,22	39,82	-14,76	2,26	0,83	9,95	57,32
nov-17	18,61	44,15	-15,69	2,41	0,80	10,56	60,84
dic-17	19,22	54,51	-18,43	2,83	0,83	12,38	71,34
	226,34	490,62	-179,25	27,50	9,76	120,74	695,71

Tabla 6-1. Desglose del importe anual según las facturas recibidas.

Por tanto, se comprueba que el simulador de la Comisión Nacional de Mercados Competentes funciona correctamente. La desviación respecto al importe de las facturas es de 0,03 euros.

En caso de que la vivienda no pudiera beneficiarse del bono social, pagaría por la misma energía consumida un total de **874,93 €** según el simulador de la CNMC.

6.3. Histórico de facturas de gas natural

La vivienda en estudio utiliza gas natural como fuente de energía para la cocina y el agua caliente sanitaria (ACS). En la siguiente tabla se detallan los valores extraídos de las facturas de un año completo a través de la página web de Gas Natural Fenosa: ^[8]

Desde	Hasta	m3	kWh	precio término fijo (€/dia)	precio término variable (€/kWh)	factor conversión (kWh/m3)
01/01/2017	03/01/2017	6,012	69	0,141699	0,050465	11,4770
04/01/2017	03/03/2017	120,00	1.378	0,141699	0,050465	11,4833
04/03/2017	31/03/2017	50,98	583	0,141699	0,050465	11,4350
01/04/2017	05/05/2017	64,01	732	0,141699	0,051602	11,4350
06/05/2017	30/06/2017	71,97	821	0,141699	0,051602	11,4080
01/07/2017	03/07/2017	4,03	46	0,141699	0,050976	11,4080
04/07/2017	04/09/2017	18,00	208	0,141699	0,050976	11,5556
05/09/2017	30/09/2017	29,01	336	0,141699	0,050976	11,5820
01/10/2017	02/11/2017	37,99	440	0,141699	0,050154	11,5820
03/11/2017	31/12/2017	117,02	1.349	0,141699	0,050154	11,5280
		519,03	5962,00	0,141699	0,050784	11,4894

Tabla 6-2. Consumo gas natural año 2017. ^[8]

Para comparar el precio del gas natural y de la electricidad, no se tiene en cuenta el bono social, ya que, este únicamente se aplica en la factura eléctrica.

En primer lugar, considerando el resto de términos de las facturas (impuestos, alquileres y términos fijos), la relación entre la energía consumida y el importe final es:

Fuente de energía	Consumo (kWh)	Importe final sin dto. (€)	€/kWh
Electricidad	4010	874,93	0,21819
Gas natural	5962	639,34	0,10724

Tabla 6-3. Comparativa del precio del kWh considerando todos términos.

Por tanto, el precio del gas natural considerando todos los términos representa el 49,15% del precio de la electricidad.

En segundo lugar, considerando el término variable, la relación entre la energía consumida y el término variable es:

Fuente de energía	Consumo (kWh)	Término Variable (€)	€/kWh
Electricidad	4010	490,62	0,12235
Gas natural	5962	302,38	0,05089

Tabla 6-4. Comparativa del precio del kWh considerando únicamente el término variable.

Por tanto, el precio del gas natural considerando todos los términos representa el 41,59 % del precio de la electricidad.

7. MEDICIÓN DE LOS CONSUMOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Una vez se ha recopilado toda la información disponible, se realiza un periodo de medición de los consumos eléctricos **reales** de la vivienda objeto de estudio. Para ello, se instalan equipos registradores en los principales receptores de la vivienda (Véase anexo B). De este modo, se puede desglosar el consumo eléctrico, consiguiendo así saber qué receptor, en qué momento y cuanta energía está consumiendo.

La vivienda objeto de estudio cuenta con 29 enchufes y un total de 38 dispositivos que consumen electricidad. En la siguiente tabla se detallan todos los electrodomésticos de la vivienda con sus principales características:

Receptor	Marca	Modelo	Potencia (W)	Tensión (V)	Intensidad (A)	Frecuencia (Hz)	Etiqueta Energética
Aire acondicionado	LG	Z12EM.NSH	1040-1480	220-240	4,6-6,5	50	cal: A/ref: A+
Aire acondicionado	Samsung	MC-SH12AS4	1180-1240	220-240	5,2-5,4	50	C
Aspirador	Lux	Lux1R	1100-1260	230	-	50	-
Batidora	Braun	4191	500-600	220-240	-	50-60	-
Cafetera	Dolce Gusto	EDG 200B	1460	220-240	-	50-60	A+
Congelador	Whirlpool	AFG5121-CH	75	220-240	-	50	B
Estufa	HJM	301	330/660/1000	230	-	50	-
Estufa	Equation	QH-1200CR	1000/1200	220-240	-	50	-
Exprimidora	Braun	4561	20	220-240	-	50-60	-
Extractor de aire	Balay	3BC774B	260 /2x40	220-240	-	50	-
Frigorífico	LG	GR3221-W	105-150	230-240	-	50	B
Horno	Balay	3HE503B	2500-9950	220-240	25	50-60	A
Impresora	BROTHER	DCP-150C	55-60	220-240	0,25	50-60	-
Inalámbrico	Panasonic	KX-TG2511SP	3,25	6,5	0,5	-	-
Lavadora	Siemens	WM 10E021EE/01	2300	220-240	10	50	A
Lavavajillas	Balay	3VS301BP/13	2400	220-240	10	50-60	A
Microondas	Panasonic	NN-K101WM	800-1100	230	-	50	-
Ordenador de mesa	hp	GC762AV	135	100-240	-	50-60	-
Ordenador de mesa	hp	GC762AV	135	100-240	-	50-60	-
Plancha	Rowenta	DG8411	2200	220-240	-	50	-
Plancha de pelo	Ultron	HT083A	45	220-240	-	50-60	-
Portátil	ASUS	A52J	90	19DC	4,74	50-60	-
Portátil	LENOVO	YOGA 710	65	20 DC	3,25	50-60	-
Portátil	LENOVO	G550 2958	65	19 DC	3,42	50-60	-
Portátil	ASUS	S200E	33	19DC	1,75	50-60	-
Portátil	TOSHIBA	Satellite L50D-B-160	45	19DC	2,37	50-60	-
Portátil	APPLE	MACBOOK AIR	45	100-240	-	50-60	-
Portátil	hp	TPN-C125	65	19,5DC	3,33	50-60	-
Portátil	LG	E50	90	19DC	4,74	50-60	-
Router	Movistar	RTF3505VW	-	-	-	-	-
Sandwichera	Taurus	SW29A	1500	220-240	-	50	-
Sartén eléctrica	Dolphin	CTW300	2500	250	10	50-60	-
Secador de pelo	Rowenta	Ionic	1930-2300	220-240	-	50-60	-
Secadora	Balay	3SC930A/15	2270	220-240	10-16	50-60	C
Teléfono fijo	Telefonica	Domo MML	-	-	-	-	-
Televisión	LG	32LS3450	0,3/60	100-240	0,9	50-60	A
Tostadora	Philipps	HD2595	800	220-240	-	50-60	-
Ventilador	Soitran	BOX-30	43	220	0,19	50	-

Tabla 7-1. Valores de la placa de características

No están incluidos los cargadores de móviles, los cargadores del cepillo eléctrico y el imagenio.

7.1. Ubicación de los equipos

Según el IDAE, en 2015, la estructura de consumo eléctrico según los usos energéticos era la que se muestra en la siguiente imagen:

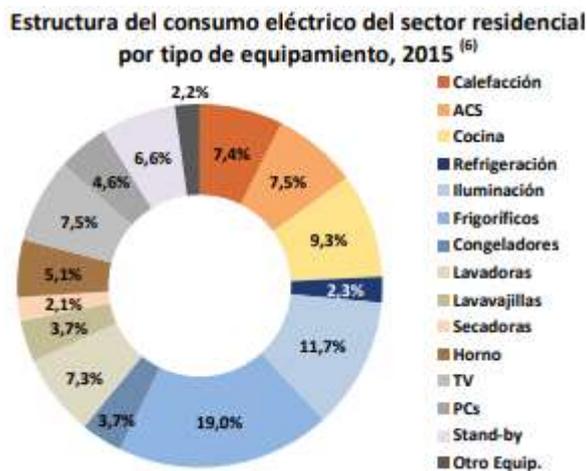


Ilustración 7-1. Estructura del consumo eléctrico del sector residencia por equipamiento en 2015 según el IDAE. ^[14]

Por tanto, uno de los aspectos más importantes en este periodo de medición de los consumos eléctricos es escoger donde conectar los diferentes IAMs. Para ello, se han escogido los receptores de mayores consumos y que están conectados mediante un enchufe. Esto último se refiere a que hay receptores que consumen mucha energía, pero que no pueden medirse directamente, por ejemplo, el horno eléctrico, la iluminación, los aires acondicionados o la campana extractora. Para medir el ciclo de consumo de estos electrodomésticos se calculará por diferencia de consumo a partir de los valores del sensor general. Además, medir el consumo eléctrico de los ordenadores portátiles resulta difícil por la variabilidad de lugares donde se conectan. Por tanto, los nueve IAMs que permite conectar EnviR se ubican en los siguientes receptores. Véase la calibración de los equipos en el anexo A.

7.1.1. Despacho

En este lugar se encuentran conectados el ordenador de mesa, la impresora y la base del inalámbrico. Por tanto, conocer el consumo eléctrico en este lugar resulta interesante por el número de dispositivos que se conectan y sus posibles consumos en standby.

7.1.2. Plancha

El IDAE incluye a este electrodoméstico en la categoría “otros equipos”, los cuales representan el 2,2% del consumo total. ^[14] Sin embargo, el elevado uso que se hace en la vivienda analizada y la gran potencia consumida durante sus ciclos de trabajo, hacen que sea interesante medir también el consumo eléctrico de este receptor.

7.1.3. Frigorífico

El frigorífico es el electrodoméstico con mayor consumo anual de las viviendas. Según el IDAE, aproximadamente, representa el 20% del consumo total. ^[14] Por tanto, es obvia la necesidad de medir el consumo de este electrodoméstico.

7.1.4. Lavadora

Según el IDAE, la lavadora representa, aproximadamente, un 7 % del consumo total de electrodomésticos. ^[14] Por tanto, también es necesario medir el consumo de dicho receptor.

7.1.5. Secadora

Según el IDAE, la secadora representa, aproximadamente, un 2% del consumo total del correspondiente a los electrodomésticos. ^[14] Por este motivo, es interesante conocer el consumo eléctrico de dicho receptor.

7.1.6. Lavavajillas

Según el IDAE, el lavavajillas representa, aproximadamente, un 4 % del consumo total del correspondiente a los electrodomésticos. ^[14] Sin embargo, en la vivienda analizada el número de veces que se pone en marcha lavavajillas supera considerablemente la media, debido al número de ocupantes. Por este motivo, es importante conocer su consumo eléctrico.

7.1.7. Microondas

Sucede lo mismo que con la plancha. Se trata de un electrodoméstico que tiene periodos de consumo muy breves, pero con una elevada potencia. Por tanto, se mide también consumo eléctrico de este receptor.

7.1.8. Congelador

Según el IDAE, el congelador representa, aproximadamente, un 4 % del consumo total de los electrodomésticos. ^[14] De la misma manera que la nevera, se encuentra conectado las veinticuatro horas del día, aunque no está consumiendo energía durante todas ellas. Por tanto, es interesante conocer el consumo de este receptor.

7.1.9. Televisión

Según el IDAE, la televisión representa un 7,5 % del consumo total de los electrodomésticos. ^[14] Además, en este IAM están conectados el router y el imagenio también. Por tanto, es interesante conocer el consumo de este receptor.

7.1.10. Sensor general

EnviR permite medir el consumo “in situ” general de la vivienda mediante una pinza amperimétrica conectada en el cuadro general y al transmisor que envía los datos al monitor.

Por tanto, existen diez fuentes de información que registran datos de consumo cada seis segundos y envían dicha información al monitor EnviR para su posterior descarga. Lógicamente, la mayoría de los receptores se encuentran en la cocina, donde tiene lugar el mayor porcentaje de consumo eléctrico de las viviendas.

7.2. Periodo de medida

El periodo de medición comenzó el día 19 de abril de 2018 y finalizó el día 12 de junio de 2018, es decir, un total de 54 días. Durante estos días, se han registrado valores cada dos horas de los consumos energéticos de los diez receptores instalados en la vivienda.

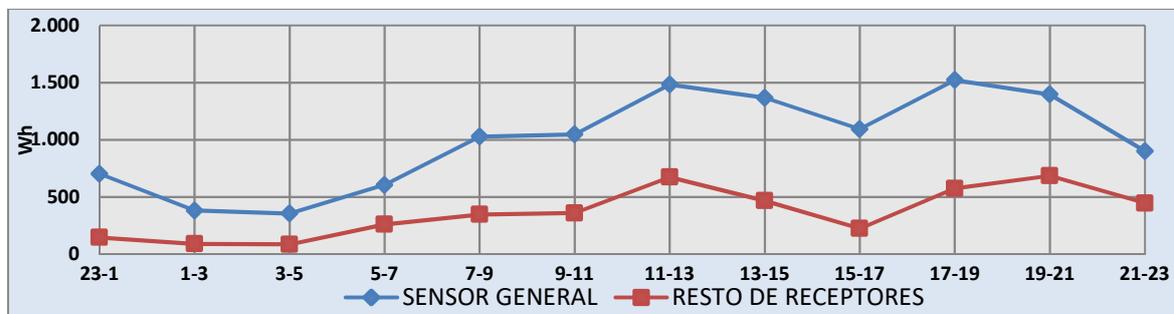
Durante el periodo de medida, ha habido 35 días laborables y 19 días festivos, de los cuales incluye el festivo nacional del 1 de mayo. Además, el comportamiento de los ocupantes de la vivienda no ha variado en comparación con otros momentos del año durante el periodo de medición.

7.3. Resultados obtenidos

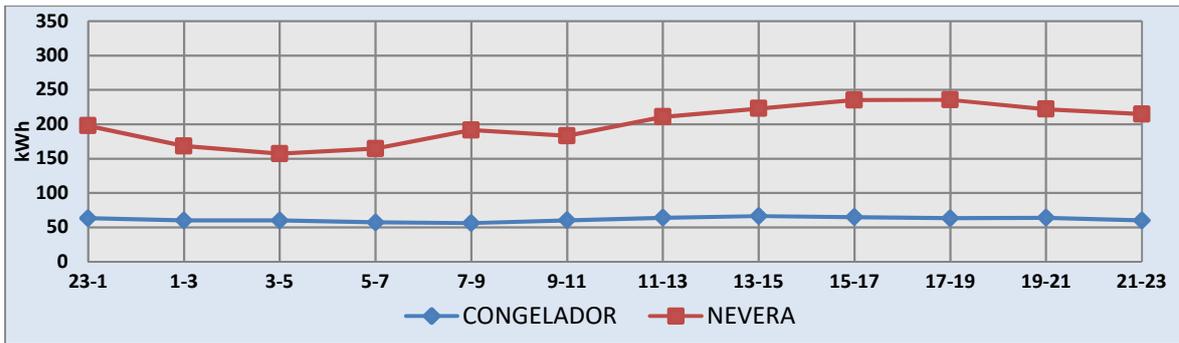
Tras el periodo de medida realizado, se han obtenido numerosos resultados. En los apartados 7.3.1 y 7.3.2. se detallan los datos registrados cada dos horas y cada seis segundos respectivamente. Será en el apartado 8 donde se analicen todos los resultados obtenidos.

7.3.1. Datos registrados cada 2 horas (de los 9+1 receptores registradores)

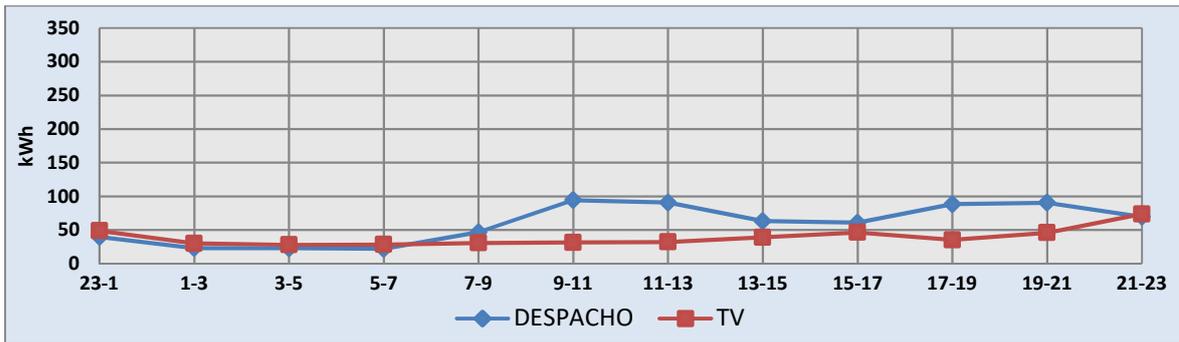
En este apartado se muestra los consumos energéticos de la vivienda en general y de los nueve receptores. El software utilizado, agrupa los datos de consumo registrados en intervalos de dos horas. De esta forma, se puede conocer el perfil de consumo eléctrico de la vivienda, así como el perfil de cada uno de los receptores en cuestión. A continuación, se detallan las gráficas de los consumos horarios promedios durante el periodo de medición de los nueve receptores y del sensor general:



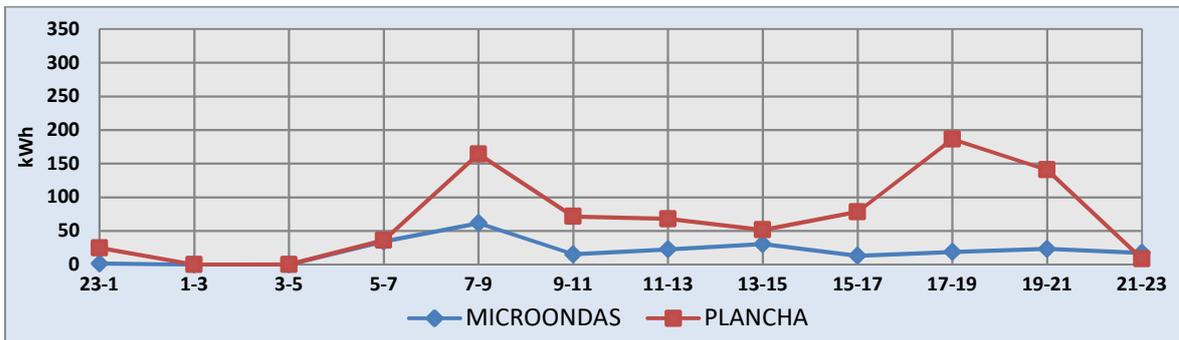
Gráfica 7-1. Consumo promedio cada dos horas del sensor general y del resto de receptores no medidos directamente.



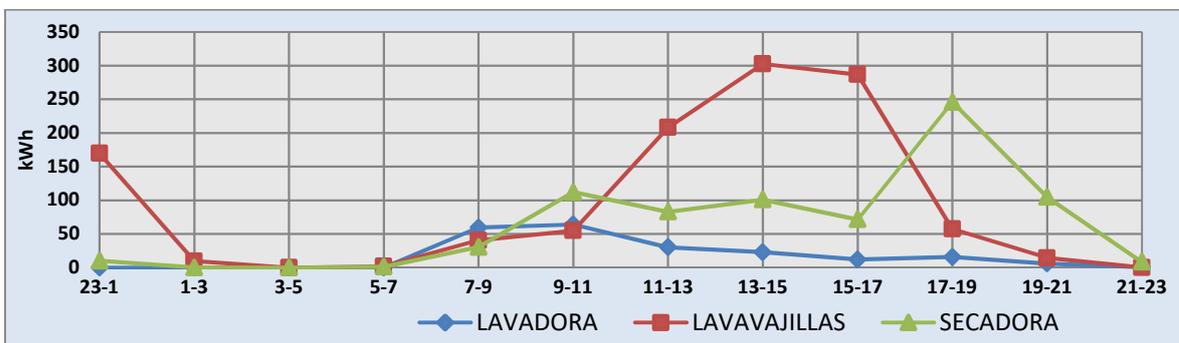
Gráfica 7-2. Consumo promedio cada dos horas del congelador y la nevera.



Gráfica 7-3. Consumo promedio cada dos horas del despacho y la televisión.



Gráfica 7-4. Consumo promedio cada dos horas del microondas y la plancha.



Gráfica 7-5. Consumo promedio cada dos horas de la lavadora, lavavajillas y la secadora.

En la tabla siguiente se muestra el **consumo total** (kWh) de los diferentes receptores durante estos 52 días de medición. Además, se muestra el porcentaje de consumo respecto al total.

-	Sensor General	Resto	Nevera	Lavavajillas	Plancha	Secadora	Congelador	Despacho	TV	Microondas	Lavadora
kWh totales	639,00	235,31	128,75	61,79	44,57	41,41	39,60	38,31	25,22	12,73	11,31
% consumo	100%	36,82%	20,15%	9,67%	6,97%	6,48%	6,20%	6,00%	3,95%	1,99%	1,77%

Tabla 7-2. Consumo energético total durante los 52 de medición según el receptor.

-	Nevera	Lavavajillas	Plancha	Secadora	Congelador	Despacho	TV	Microondas	Lavadora
IDAE	19%	3,70%	Otros (2,2%)	2,10%	3,70%	-	7,50%	Otros (2,2%)	7,30%
MEDICIÓN	20,15%	9,67%	6,97%	6,48%	6,20%	6,00%	3,95%	1,99%	1,77%

Tabla 7-3. Comparativa estructura de consumos energéticos según el IDAE y los registros obtenidos.

7.3.2. Datos registrados cada 6 segundos

En este apartado se muestra los perfiles de consumo energético de los diferentes programas que disponen cada uno de los receptores de la vivienda. El software utilizado, registra los datos de consumo cada seis segundos. De esta forma, se puede conocer el comportamiento de cada uno de los receptores, así como su correspondiente consumo energético.

A continuación, se muestran los perfiles de consumo de los diferentes programas de los principales receptores de la vivienda. Además, se muestra el perfil de consumo de otros receptores según los ensayos realizados.

El ensayo del microondas se basa en calentar un recipiente de plástico con 0,7 l de agua y la cantidad de agua consumida por el lavavajillas y lavadora se mide mirando el contador de agua antes y después de cada programa. Además, el consumo energético de cada ensayo y la duración de algunos, se obtienen de los datos registrados por el software. Mientras que, en otros la duración está controlada por un cronómetro. Por otro lado, en algunos ensayos, se mide la temperatura del líquido o de la cavidad en cuestión. Para ello, se utiliza un termómetro (Véase anexo B).

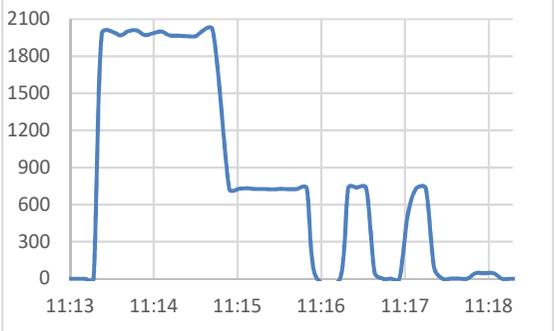
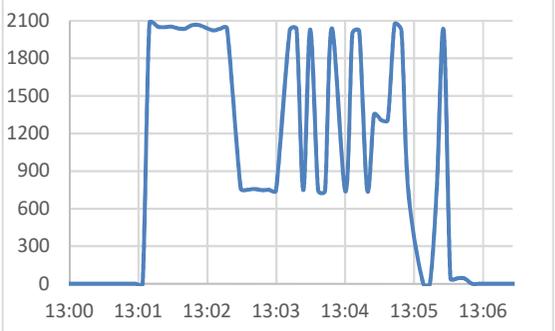
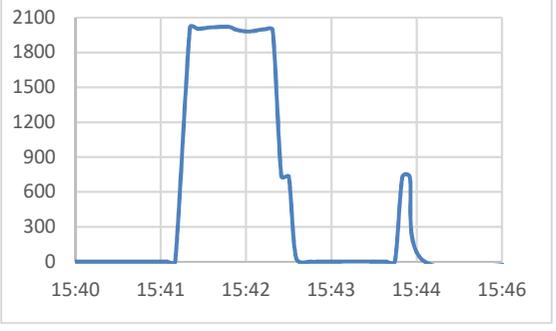
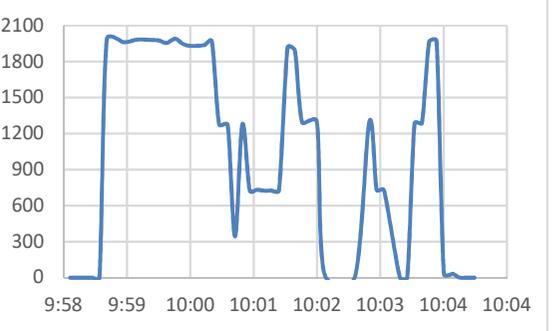
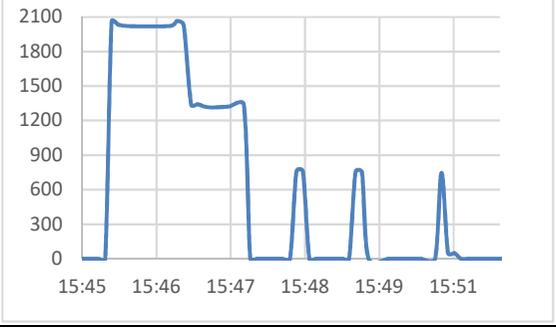
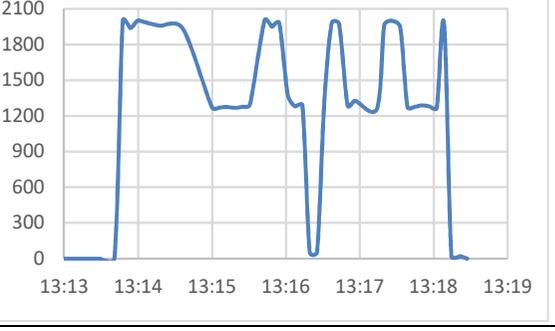
Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

MICROONDAS						
PROGRAMA	TIEMPO (MIN)	POTENCIA MEDIA (kW)	CONSUMO (KWH)	TEMPERATURA ENTRADA(°C)	TEMPERATURA SALIDA (°C)	CURVA
200 W	2	342,19	0,009	25,5	32,8	
Descongelación (270 W)	2	270	0,007	25,2	33,6	
360 W	2	471,39	0,016	25,2	37	
700 W	2	903	0,037	25,2	45,2	

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

800 W	2	1160,3	0,042	25,6	51,2	
Mixto (Microondas 230W+ grill 710W)	2	779,95	0,031	25,3	31	
Grill	2	707,4	0,027	25,2	25,5	

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

PLANCHA							
PROGRAMA	TIEMPO (MIN)	POTENCIA MEDIA (W)	CONSUMO (kWh) (SIN VAPOR)	CURVA	POTENCIA MEDIA (W)	CONSUMO (kWh) (CON VAPOR)	CURVA
Algodón/ Lino	3	847	0,07		1350,6	0,106	
Lana/Seda	3	874	0,046		1241,7	0,093	
Sintéticas	3	652,2	0,046		1430,4	0,116	

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

LAVADORA						
PROGRAMA	TIEMPO (MIN)	POTENCIA MEDIA (KW)	CONSUMO (KWH)	CONSUMO AGUA (L)	CARGA	CURVA
Delicado Frío	45	58,5	0,041	43	6	
Sintético Frío	82	103,8	0,142	49	6	
Algodón Frío	98	138,12	0,276	53	6	

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

Sintético 40°C	91	420,9	0,597	50	6	
Algodón 40°C	117	370	0,67	59	6	
Sintético 60°C	96	573,2	0,862	49	6	
Centrifugado Adicional	8	94,5	0,033	0	6	

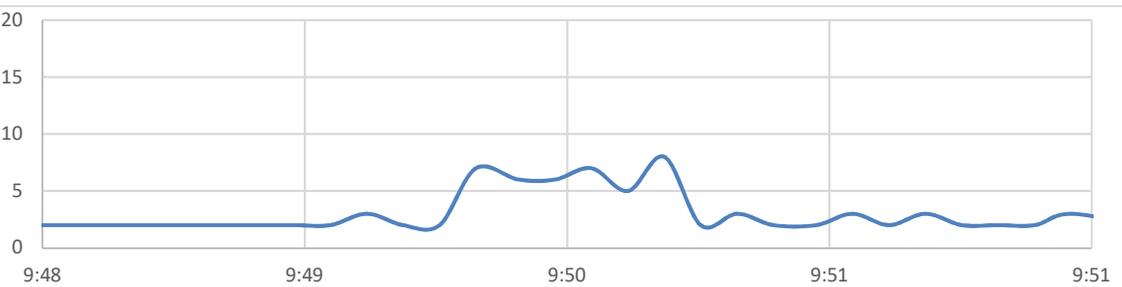
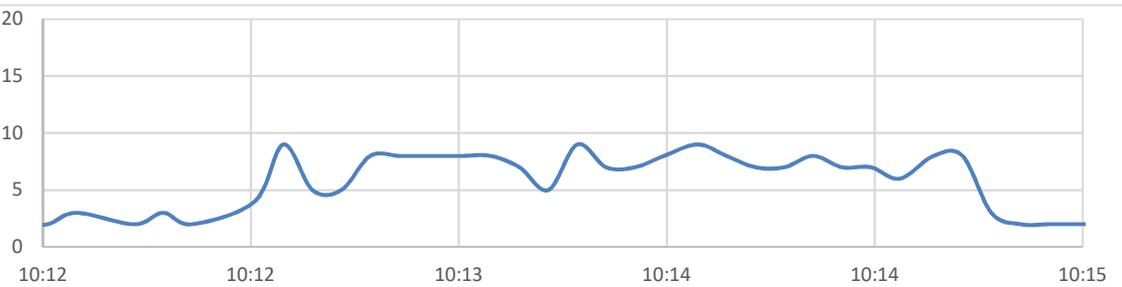
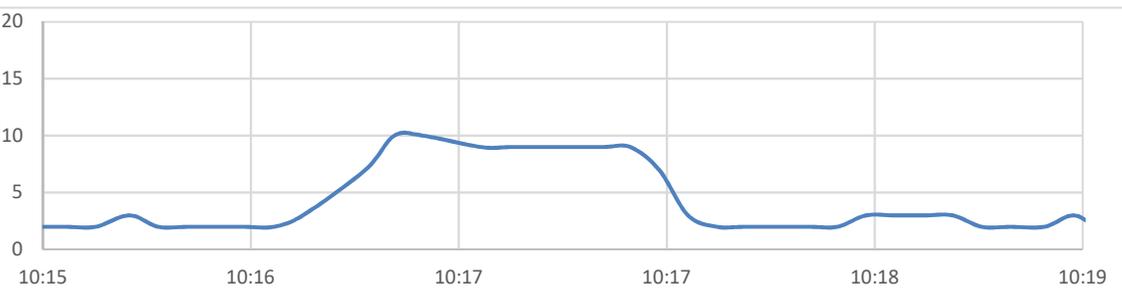
Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

RECEPTOR	MODO	TIEMPO (H)	POTENCIA MEDIA (W)	CONSUMO (KWH)	CURVA
TV	encendido	2	21,6	0,042	
TV	standby	2	0	0	-
IMAGENIO	encendido	2	4,56	0,007	
ROUTER	encendido	2	7,71	0,014	

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

IMPRESORA				
PROGRAMA	TIEMPO (S)	POTENCIA MEDIA (W)	CONSUMO (WH)	CURVA
Standby	7200	2,19	0,003	
Fotocopia color	68	10,45	0,1969	
Fotocopia blanco y negro	49	11	0,1361	

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

Scanner	37	6,5	0,0666	
Impresión color	160	7,24	0,3164	
Impresión blanco y negro	74	8,78	0,1778	

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

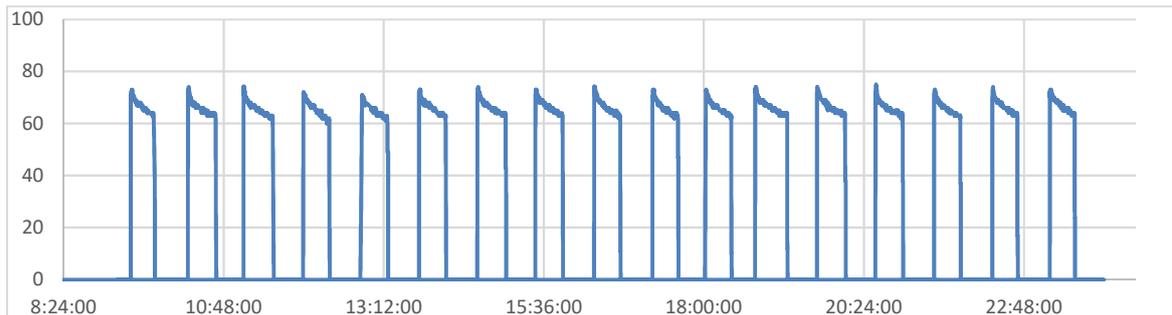
LAVAVAJILLAS						
PROGRAMA	TIEMPO (MIN)	POTENCIA MEDIA (W)	CONSUMO (KWH)	CONSUMO AGUA (L)	CARGA	CURVA
Intensivo	128	460	1,63	15	Completa	<p>The graph shows four distinct power pulses. Each pulse starts at approximately 1900W and drops to about 100W. The pulses occur at roughly 14:13, 14:28, 15:11, and 15:54. The x-axis represents time from 14:13 to 16:09.</p>
Normal	139	483	1,023	17	Completa	<p>The graph shows three distinct power pulses. Each pulse starts at approximately 1800W and drops to about 100W. The pulses occur at roughly 16:19, 17:02, and 17:31. The x-axis represents time from 15:50 to 18:28.</p>
ECO	190	266,8	0,84	15	Completa	<p>The graph shows two distinct power pulses. Each pulse starts at approximately 1900W and drops to about 100W. The pulses occur at roughly 11:45 and 13:40. The x-axis represents time from 10:48 to 14:38.</p>

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

Rápido	34	1131,3	0,635	9	Completa	
Prelavado	17	28,7	0,008	3	Completa	

Ciclo del congelador:

Ensayo: Funcionamiento normal durante un día, de 9:00 h a 00:00h.



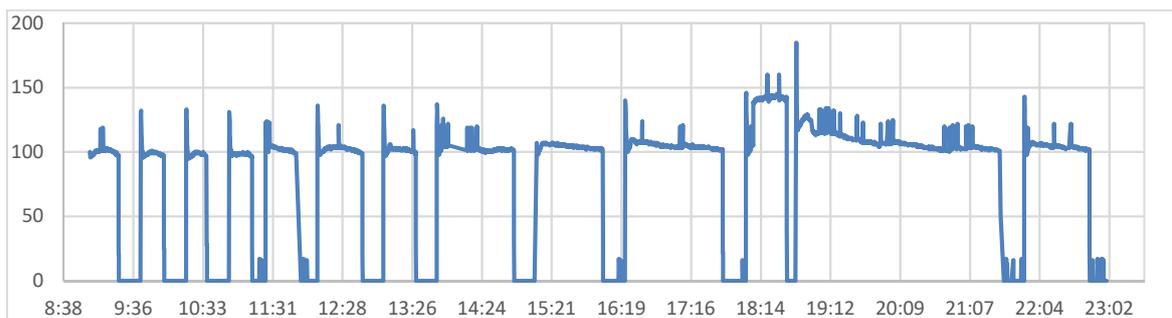
Gráfica 7-6. Ensayo ciclo del congelador.

Consumo energético: **0,478 kWh**

Potencia media: **35,8 W**

Ciclo de la nevera día:

Ensayo: Funcionamiento normal durante un día, de 9:00 h a 23:00h.



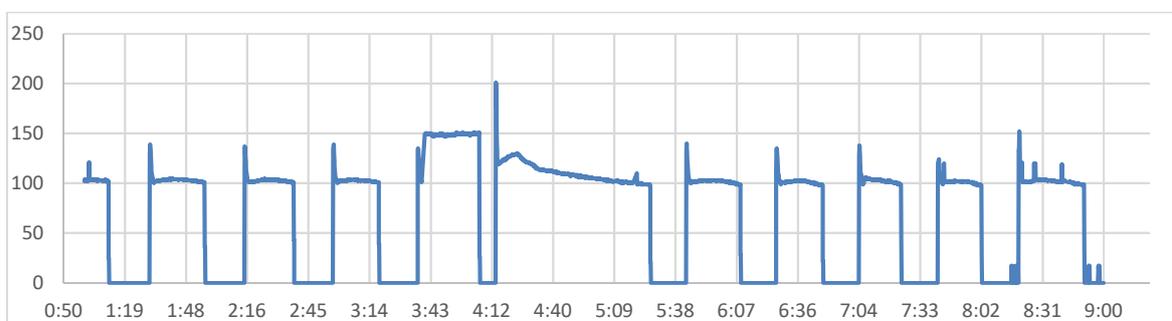
Gráfica 7-7. Ensayo ciclo de la nevera durante el día.

Consumo energético: **1,141 kWh**

Potencia media: **79,2 W**

Ciclo de la nevera noche:

Ensayo: Funcionamiento normal durante una noche, de 1:00 h a 9:00h.

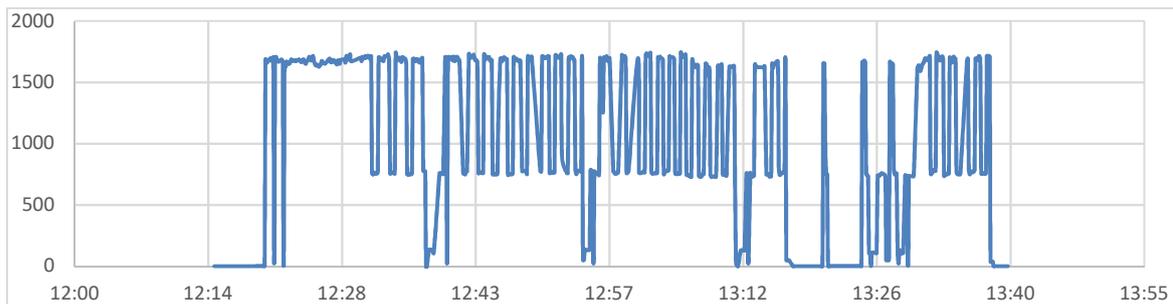


Gráfica 7-8. Ensayo ciclo de la nevera durante la noche.

Consumo energético: **0,694 kWh**

Potencia media: **69,8 W**

Ciclo de la secadora:



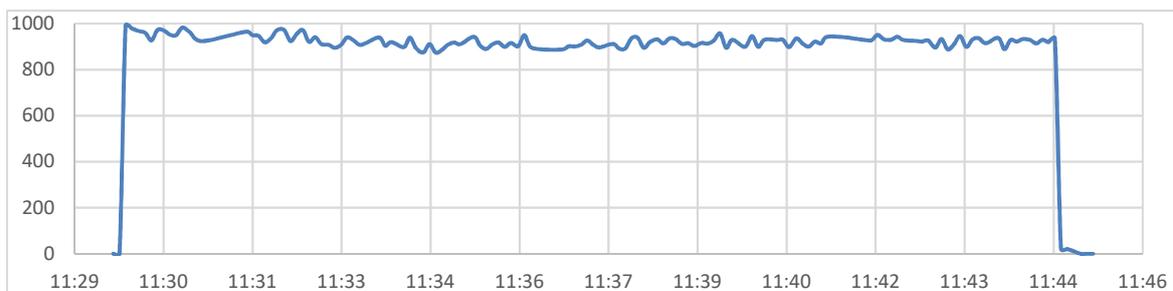
Gráfica 7-9. Ensayo ciclo de la secadora.

Consumo energético: **0,874 kWh**

Potencia media: **1076 W**

Ciclo del aspirador:

Ensayo: Funcionamiento durante 15 minutos a potencia máxima limpiando el suelo de parqué.



Gráfica 7-10. Ensayo ciclo del aspirador.

Consumo energético: **0,232 kWh**

Potencia media: **910,2 W**

Ciclo secador de pelo:

Ensayo: Funcionamiento durante 8 minutos. Los 2 primeros minutos a potencia mínima y temperatura mínima. Luego, los 2 minutos siguientes a potencia mínima y temperatura máxima. Seguidamente, 2 minutos a potencia máxima y temperatura mínima. Finalmente, 2 minutos a potencia máxima y temperatura máxima.



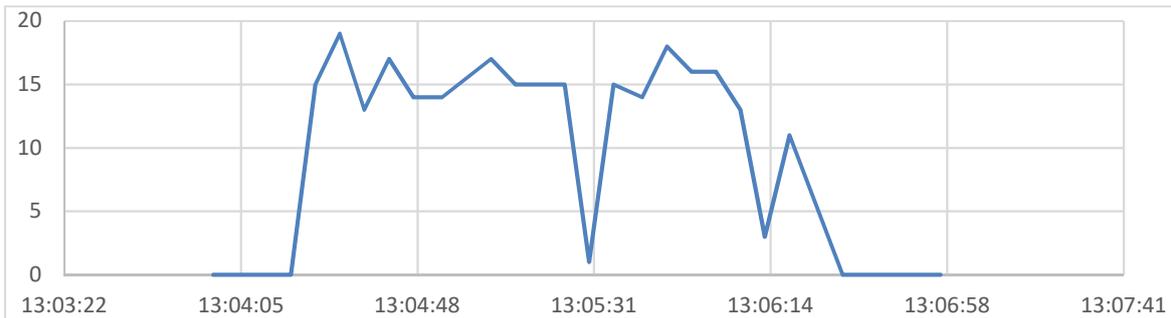
Gráfica 7-11. Ensayo ciclo del secador de pelo.

Consumo energético: **0,151 kWh**

Potencia media: **484/1360/913/1765 W**

Ciclo de la exprimidora:

Ensayo: Realización de un zumo de naranja mediante dos naranjas.



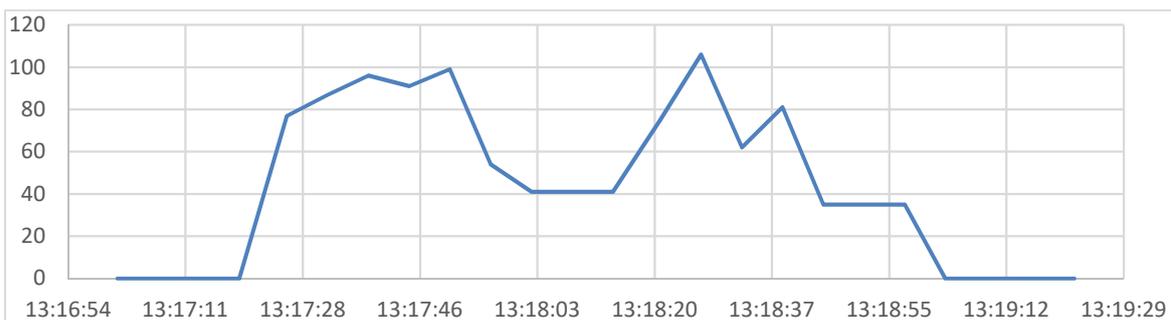
Gráfica 7-12. Ensayo ciclo de la exprimidora.

Consumo energético: **0,021 kWh**

Potencia media: **13,7 W**

Ciclo de la batidora:

Ensayo: Realización de mayonesa.



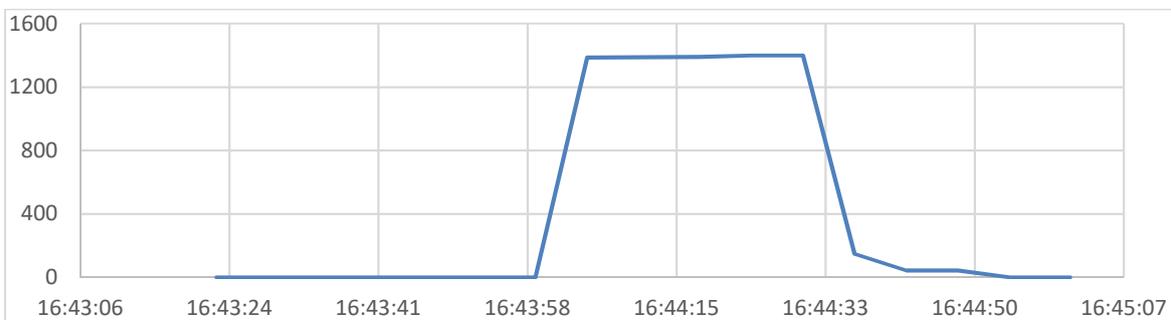
Gráfica 7-13. Ensayo ciclo de la batidora.

Consumo energético: **0,005 kWh**

Potencia media: **66 W**

Ciclo de la sandwichera:

Ensayo: Realización de un sándwich de jamón york y queso.



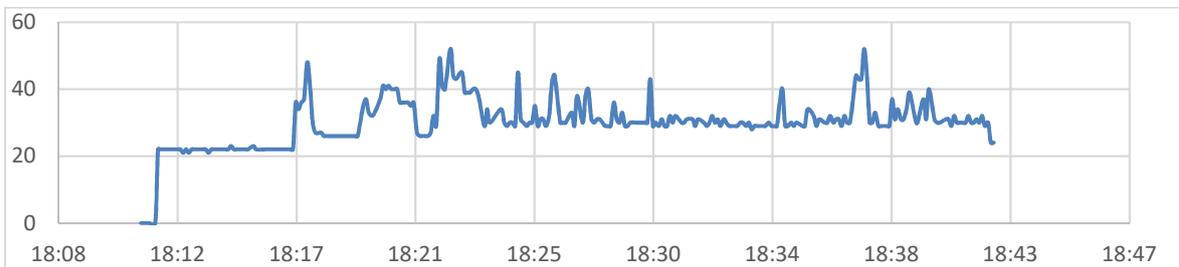
Gráfica 7-14. Ensayo ciclo de la sandwichera.

Consumo energético: **0,063 kWh**

Potencia media: **1260 W**

Ciclo de un portátil:

Ensayo: Funcionamiento durante 30 minutos con un portátil prestado del politécnico (Toshiba satellite pro a50-c-2 pc, 65 W). Durante los 5 primeros minutos el portátil se encuentra cargándose apagado, los 5 minutos posteriores se encuentra cargándose encendido pero cerrado. El resto de tiempo se encuentra en pleno funcionamiento.



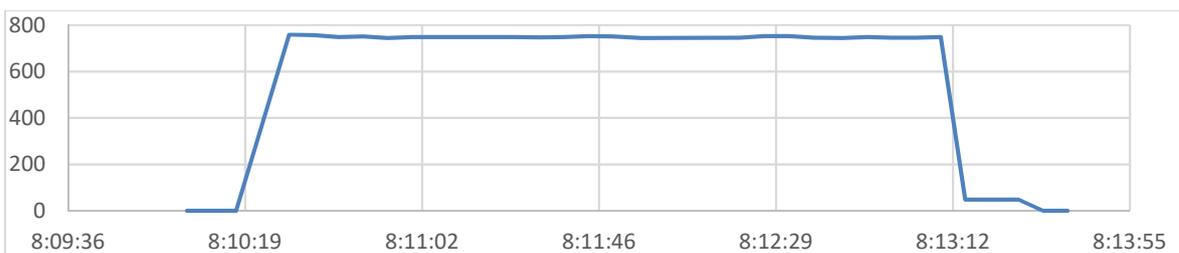
Gráfica 7-15. Ensayo ciclo de un portátil.

Consumo energético: **0,021 kWh**

Potencia media: **30,6 W**

Ciclos de la tostadora:

Ensayo: Realización de unas tostadas integrales.



Gráfica 7-16. Ensayo ciclo de la tostadora.

Consumo energético: **0,034 kWh**

Potencia media: **719,4 W**

Ciclo de la estufa 1:

Ensayo: Funcionamiento durante 15 minutos. Durante los 5 primeros minutos se conectan 2 de las 3 resistencias que tiene la estufa. Durante los 5 minutos siguientes se conecta únicamente una resistencia. Finalmente, los últimos 5 minutos se conectan las 3 resistencias.



Gráfica 7-17. Ensayo ciclo de la estufa.

Consumo energético: **0,148 kWh**

Potencia media: **302,6/590,9/889 W**

Ciclo de la estufa 2:

Ensayo: Funcionamiento durante 10 minutos. Durante los 5 primeros minutos se conectan 1 de las 2 resistencias que tiene la estufa. Durante los últimos 5 minutos se conectan las 2 resistencias al mismo tiempo.



Gráfica 7-18. Ensayo ciclo de la estufa.

Consumo energético: **0,135 kWh**

Potencia media: **522,5/1018 W**

Nevera abierta:

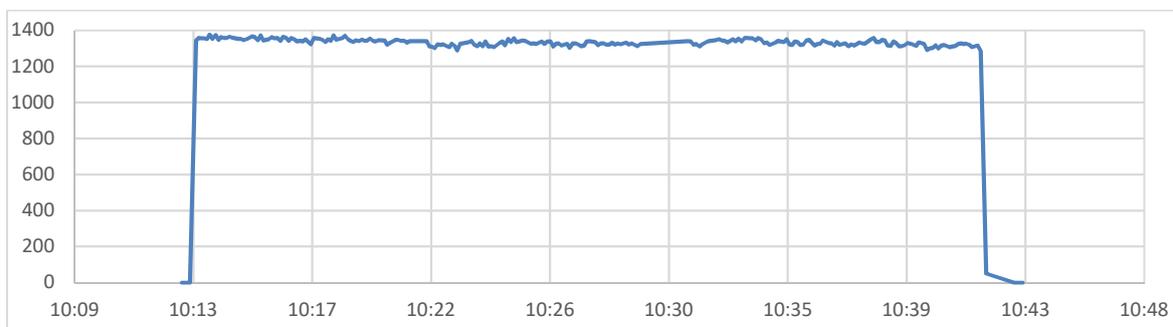
Ensayo: Funcionamiento durante 2 minutos con la nevera abierta.



Gráfica 7-19. Ensayo ciclo de la nevera abierta.

Ciclo sartén eléctrica:

Ensayo: Funcionamiento durante 30 minutos a potencia máxima para realizar un arroz blanco.



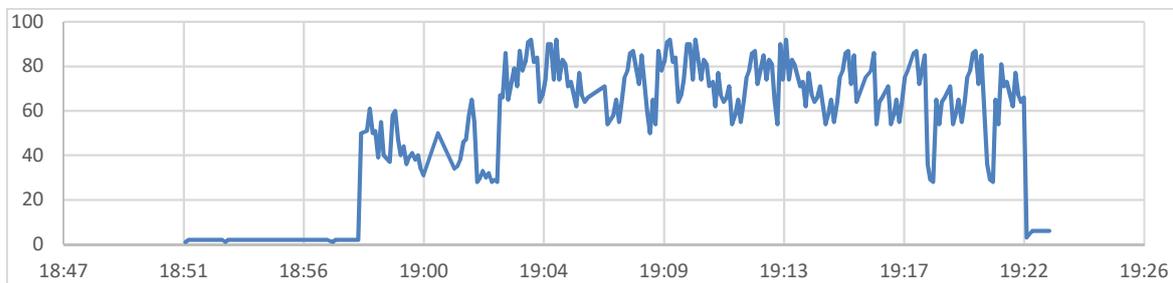
Gráfica 7-20. Ensayo ciclo de la sartén eléctrica.

Consumo energético: **0,638 kWh**

Potencia media: **1329 W**

Ciclo ordenador de mesa:

Ensayo: Funcionamiento durante 30 minutos. Los 5 primeros minutos en modo standby, los 5 minutos siguientes con el ordenador encendido y la pantalla apagada. Finalmente, Los últimos 20 minutos con el ordenador funcionando.



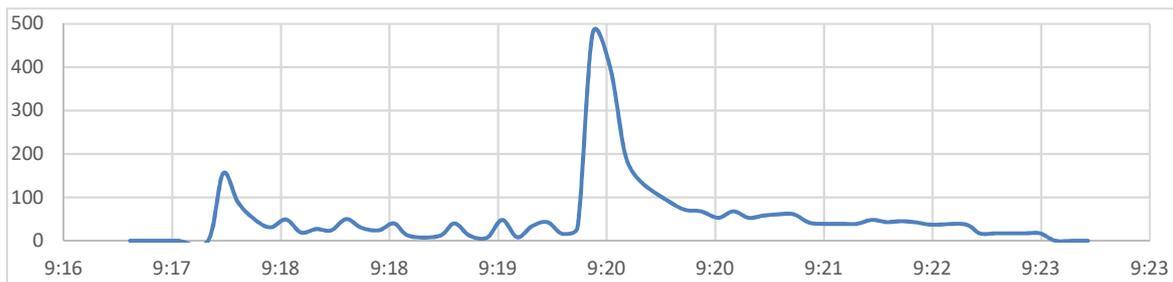
Gráfica 7-21. Ensayo ciclo ordenador de mesa.

Consumo energético: **0,087 kWh**

Potencia media: **65,6 W**

Ciclo de la plancha del pelo:

Ensayo: Funcionamiento durante 5 minutos. Los 2,5 primeros minutos a potencia mínima (80 W) y los últimos 2,5 minutos a potencia máxima (230 W).



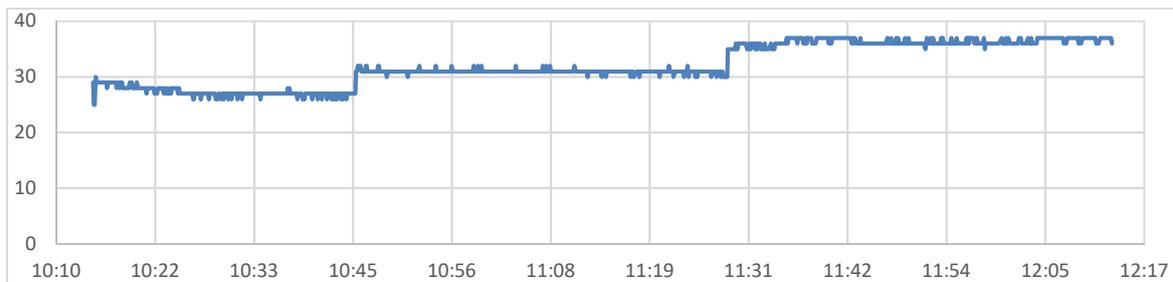
Gráfica 7-22. Ensayo ciclo plancha de pelo.

Consumo energético: **0,005 kWh**

Potencia media: **36,7/81,8 W**

Ciclo del ventilador:

Ensayo: Funcionamiento durante 120 minutos. Los 30 primeros minutos a potencia mínima, los siguientes 45 minutos a potencia media y los últimos 45 minutos a potencia máxima.



Gráfica 7-23. Ensayo ciclo del ventilador.

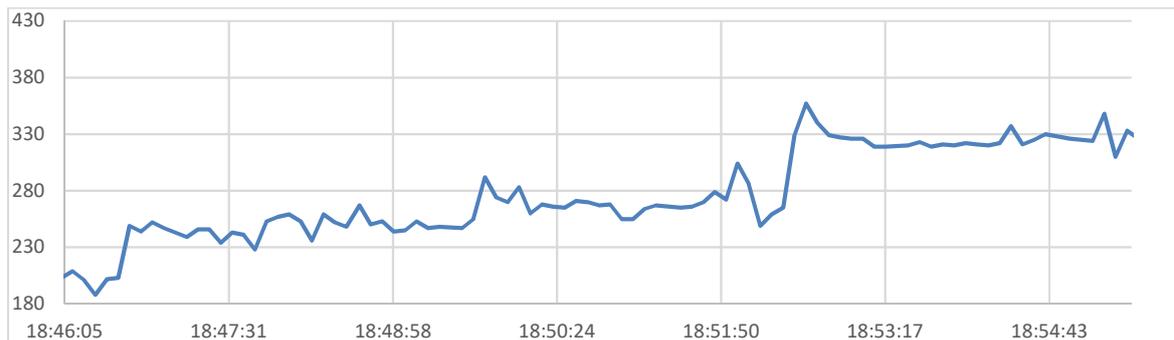
Consumo energético: **0,028 kWh**

Potencia media: **27,3/31/36,3 W**

Los ejemplos anteriores se han medido directamente a través de los diferentes IAMs. Sin embargo, a continuación, se detallan ciclos de receptores que no se pueden medir directamente mediante un IAM. Por tanto, para obtener algún resultado de los mismo es necesario hacer una medición indirecta mediante el sensor general, ubicado en el cuadro general de la vivienda. Esto lleva a que puedan existir pequeñas distorsiones en los perfiles de consumo obtenidos.

Ciclo extractor de aire:

Ensayo: Funcionamiento durante 9 minutos. Los 3 primeros minutos a potencia mínima, los siguiente 3 minutos a potencia media y los últimos 3 minutos a potencia máxima.

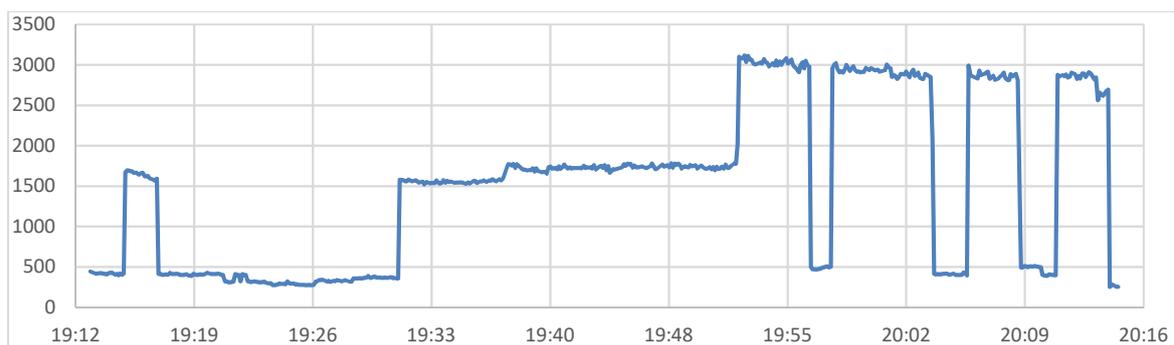


Gráfica 7-24. Ensayo ciclo del extractor de aire.

Potencia media: **248,1/274,9/327,7 W**

Ciclo del horno:

Ensayo: Funcionamiento durante 60 minutos. Los primeros 20 minutos a potencia mínima (50 °C), únicamente por arriba. Los siguientes 20 minutos a potencia máxima por arriba (250 °C). Finalmente, los últimos 20 minutos a potencia máxima por arriba y por abajo (250°C).

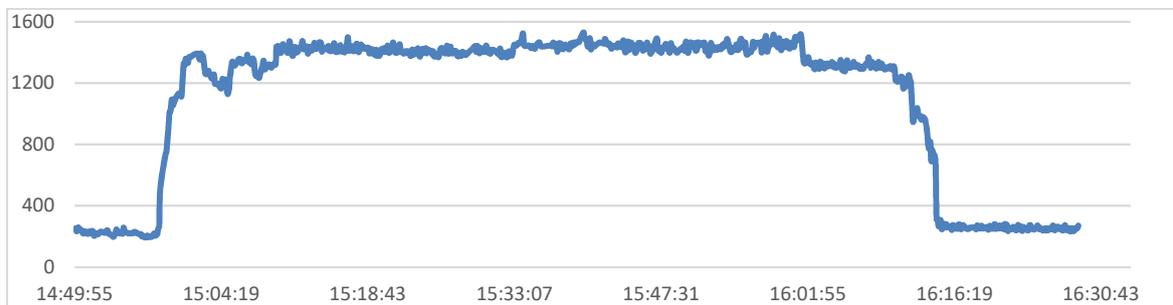


Gráfica 7-25. Ensayo ciclo del horno.

Potencia media: **2274 W**

Ciclo aire acondicionado 1:

Ensayo: Funcionamiento durante 90 minutos. De 14:58-15:48 a 23°C, de 15:48-16:00 a 24°C, de 16:00-16:10 a 25°C, de 16:10-16:20 a 26°C, de 16:20-16:28 a 27°C. Siendo la temperatura exterior de 29,8°C y la interior de 27°C.

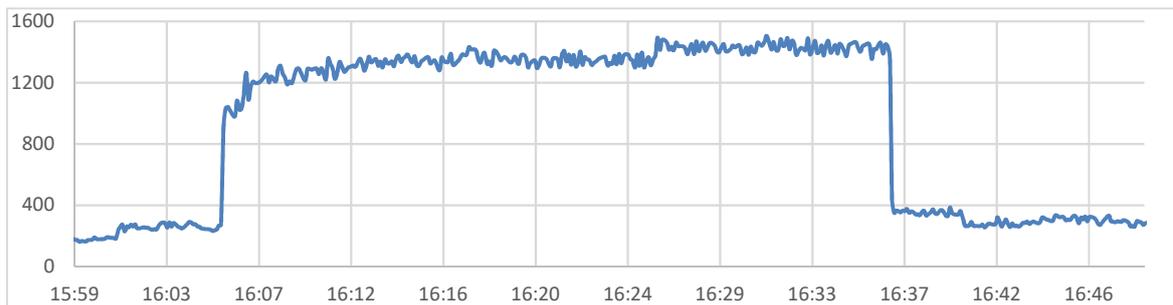


Gráfica 7-26. Ensayo ciclo del aire acondicionado.

Potencia media: **1274 W**

Ciclo aire acondicionado 2:

Ensayo: Funcionamiento durante 40 minutos. De 16:06-16:29 a 23°C, de 16:29-16:37 a 21°C, de 16:37-16:46 a 25°C. Siendo la temperatura exterior de 25,2°C y la interior de 26,3°C.

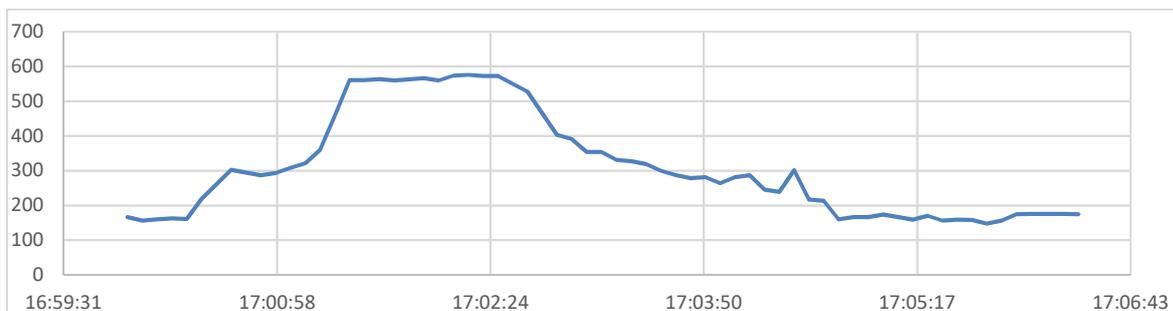


Gráfica 7-27. Ensayo ciclo del aire acondicionado.

Potencia media: **1365 W**

Ciclo de la iluminación:

Ensayo: Consiste en ir encendiendo todas las luces de la vivienda y después ir apagándolas para ver cuánto consumen.



Gráfica 7-28. Ensayo ciclo de la iluminación.

8. ANÁLISIS ETIQUETADO ENERGÉTICO

Para el análisis del etiquetado energético de los diferentes electrodomésticos, hay que tener en cuenta Reglamento (UE) 2017/1369 del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece un marco para el Etiquetado Energético y se deroga la Directiva 2010/30/UE. ^[16]

En este apartado se muestran los cálculos que debe realizar el fabricante para determinar la etiqueta energética de los diferentes productos de la vivienda unifamiliar analizada.

8.1. Lavavajillas

Según el Reglamento Delegado (UE) N° 1059/2010 ^[16], relativo al etiquetado energético de los lavavajillas domésticos, se calcula:

a) El Índice de Eficiencia Energética (IEE o EEI en inglés):

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100 \quad (3)$$

Donde el consumo de energía anual (AE_c) se expresa en kWh/año. Como el lavavajillas doméstico está dotado de un sistema de gestión del consumo eléctrico, y el lavavajillas doméstico vuelve automáticamente al «modo apagado» al finalizar el programa, se utiliza la siguiente ecuación para dicho cálculo. Según el fabricante, el programa norma del lavavajillas doméstico es el programa ECO. Dando los valores facilitados por el fabricante se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} AE_c &= E_t \times 280 + \frac{\{(P_l \times T_l \times 280) + P_o \times [525600 - (T_t \times 280) - (T_l \times 280)]\}}{60 \times 1000} = \\ &= 1,15 \times 280 + \frac{\{(0,1 \times 30 \times 280) + 0,1 \times [525600 - (195 \times 280) - (30 \times 280)]\}}{60 \times 1000} \quad (4) \\ &= 322,79 \text{ kWh/año} \end{aligned}$$

Siendo:

E_t= consumo de energía del ciclo de lavado normal, expresado en kWh.

P_f= consumo de electricidad en el «modo sin apagar» del ciclo de lavado normal, expresado en vatios.

P_o= consumo de electricidad en el «modo apagado» del ciclo de lavado normal, expresado en vatios.

T_t= duración del programa relativo al ciclo de lavado normal, expresado en minutos.

T_l= duración medida del «modo sin apagar» en el ciclo de lavado normal, expresada en minutos.

280= número total de ciclos de lavado normal al año.

El consumo de energía anual normalizado (SAEC) se calcula en kWh/año. Como se trata de un lavavajillas con una capacidad asignada igual o superior a 10 cubiertos tipo y una anchura superior a 50 cm, se utiliza la siguiente ecuación para dicho cálculo.

$$SAE_c = 7 \times ps + 378 = 7 \times 12 + 378 = 462 \text{ kWh/año} \quad (5)$$

Donde:

ps = número de cubiertos tipo.

Con estos resultados se obtiene un Índice de Eficiencia Energética igual a:

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100 = \frac{322,79}{462} \times 100 = 69,9 \quad (6)$$

Por tanto, el lavavajillas doméstico pertenece a la **clase de eficiencia energética “A”**. Véase el cuadro E-1 del anexo E.

b) El consumo de agua anual ponderado (AW_c), el cual se calcula en litros con arreglo a la siguiente fórmula. Según el fabricante, el consumo anual de agua de la lavadora es el siguiente:

$$AW_c = W_t \times 280 = 16 \times 280 = \mathbf{4480 \text{ l/año}} \quad (7)$$

Siendo:

W_t = consumo de agua del ciclo de lavado normal, expresado en litros.

8.2. Lavadora

Según el Reglamento Delegado (UE) N° 1061/2010 ^[16], relativo al etiquetado energético de las lavadoras domésticas, se calcula el índice de eficiencia energética y el consumo anual de agua.

a) El Índice de Eficiencia Energética (IEE o EEI en inglés) se calcula como sigue:

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100 \quad (8)$$

Donde el consumo de energía anual ponderado (AE_c) se calcula en kWh/año. Dando los valores facilitados por el fabricante se obtiene el siguiente resultado:

$$\begin{aligned}
 AE_c &= E_t \times 220 + \frac{\left[P_o x \frac{525600 - (T_t \times 220)}{2} + P_l x \frac{525600 - (T_t \times 220)}{2} \right]}{60 \times 1000} = \\
 &= 1,02 \times 220 + \frac{\left[0,1 x \frac{525600 - (135 \times 220)}{2} + 0,1 x \frac{525600 - (135 \times 220)}{2} \right]}{60 \times 1000} = 225,23 \text{ kWh/año}
 \end{aligned} \tag{9}$$

Donde:

E_t = consumo de energía ponderado.
 P_o = potencia ponderada en el «modo apagado».
 P_l = potencia ponderada en el «modo sin apagar».
 T_t = duración ponderada del programa.
 220 = número total de ciclos de lavado normal al año.

El consumo de energía anual normalizado (SAE_c) se calcula en kWh/año con arreglo a la siguiente fórmula. Dando los valores facilitados por el fabricante se obtiene el siguiente resultado:

$$SAE_c = 47 \times c + 51,7 = 47 \times 6 + 51,7 = 333,7 \text{ kWh/año} \tag{10}$$

Donde:

c = capacidad asignada de la lavadora doméstica para el programa normal de algodón a 60 °C con carga completa o, si fuera menor, para el programa normal de algodón a 40 °C con carga completa.

Con estos resultados se obtiene un Índice de Eficiencia Energética igual a:

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100 = \frac{225,23}{333,7} \times 100 = 67,5 \tag{11}$$

Por tanto, la lavadora doméstica pertenece a la **clase de eficiencia energética “A”**. Véase el cuadro E-2 del anexo E.

b) El consumo de agua anual ponderado (AW_c) de una lavadora doméstica se calcula en litros con arreglo a la siguiente fórmula. Según los datos facilitados por el fabricante se obtiene:

$$AW_c = W_t \times 220 = 47 \times 220 = 10340 \text{ l/año} \tag{12}$$

Donde:

W_t = consumo de agua ponderado
 220 = número total de ciclos de lavado normal al año

8.3. Secadora

Según el Reglamento Delegado (UE) N° 392/2012, relativo al etiquetado energético de las secadoras de tambor domésticas, se calcula el índice de eficiencia energética.

a) El Índice de Eficiencia Energética (IEE o EEI en inglés) se calcula como sigue:

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100 \quad (13)$$

Donde el consumo de energía anual ponderado (AEC) se calcula en kWh/año con arreglo a la siguiente fórmula. Dando los valores facilitados por el fabricante se obtiene el siguiente resultado:

$$\begin{aligned} AE_c &= E_t \times 160 + \frac{\left[P_o \times \frac{525600 - (T_t \times 160)}{2} + P_l \times \frac{525600 - (T_t \times 160)}{2} \right]}{60 \times 1000} = \\ &= 3,3 \times 160 + \frac{\left[0,1 \times \frac{525600 - (111 \times 160)}{2} + 0,1 \times \frac{525600 - (111 \times 160)}{2} \right]}{60 \times 1000} = 528,45 \text{ kWh/año} \end{aligned} \quad (14)$$

Donde:

E_t = consumo de energía ponderado, expresado en kWh y redondeado al segundo decimal.

P_o = consumo de electricidad en el «modo apagado» para el programa normal de algodón con carga completa expresado en vatios y redondeado al segundo decimal.

P_l = consumo de electricidad en el «modo sin apagar» para el programa normal de algodón con carga completa, expresado en vatios y redondeado al segundo decimal.

T_t = duración ponderada del programa, en minutos y redondeada al minuto más próximo.

160 = número total de ciclos de secado normal al año.

Para las secadoras de tambor domésticas que no sean de ventilación, el consumo de energía anual normalizado (SAE_c) se calcula en kWh/año del siguiente modo. Dando los valores facilitados por el fabricante se obtienen los siguientes resultados:

$$SAE_c = 140 \times c^{0,8} = 140 \times 7^{0,8} = 664,06 \text{ kWh/año} \quad (15)$$

Donde:

c = capacidad asignada de la secadora de tambor doméstica para el programa normal de algodón.

Con estos resultados se obtiene un Índice de Eficiencia Energética igual a:

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100 = \frac{528,45}{664,06} \times 100 = 79,6 \quad (16)$$

Por tanto, la secadora de tambor doméstica pertenece a la **clase de eficiencia energética “C”**. Véase el cuadro E-3 del Anexo E.

8.4. Congelador

Según el Reglamento Delegado (UE) N° 1060/2010, relativo al etiquetado energético de los aparatos de refrigeración domésticos, se calcula el índice de eficiencia energética.

1) El Índice de Eficiencia Energética (IEE o EEI en inglés) se calcula de la forma siguiente:

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100 \quad (17)$$

Donde el consumo de energía anual (AEC) se calcula en kWh/año de la forma siguiente. Dando los valores facilitados por el fabricante se obtiene el siguiente resultado:

$$AE_c = E_{24h} \times 365 = 0,68 \times 365 = 248,2 \text{ kWh/año} \quad (18)$$

Siendo:

E_{24h} el consumo de energía del aparato de refrigeración doméstico expresado en kWh/24h y redondeado al tercer decimal.

El consumo de energía anual normalizado (SAEC) se calcula en kWh/año de la forma siguiente:

$$SAE_c = V_{eq} \times M + N + CH \quad (19)$$

Siendo:

V_{eq} = volumen equivalente del aparato de refrigeración doméstico.

CH igual a 50 kWh/año para los aparatos de refrigeración domésticos con un compartimento helador con un volumen útil de al menos 15 litros.

los valores M y N en función de la categoría del aparato de refrigeración doméstico.

El volumen equivalente de un aparato de refrigeración doméstico es la suma de los volúmenes equivalentes de todos los compartimentos. Se calcula en litros. Dando los valores facilitados por el fabricante se obtiene el siguiente resultado:

$$V_{eq} = \left[\sum_{c=1}^{c=n} V_c \times \frac{(25 - T_c)}{20} \times FF_c \right] \times CC \times BI \quad (20)$$

Siendo:

n= número de compartimentos.

V_c = volumen útil del compartimento o compartimentos.

T_c = la temperatura nominal del compartimento o compartimentos indicada en el cuadro E-5 del anexo E.

$(25-T_c)/20$ = el factor termodinámico indicado en el cuadro E-5 del anexo E.

FF_c , CC y BI = los factores de corrección del volumen indicados en el cuadro E-6 del anexo E.

Se trata de un arcón congelador (categoría 9 cuadro E-4 del anexo E) con un único compartimento y un volumen útil de 105 l. Además, se trata de un compartimento congelador de alimentos (compartimento de cuatro estrellas). Por tanto, según el cuadro E-4 del anexo E, el factor termodinámico aplicado es de 2,15. Por otro lado, el compartimento del congelador no está libre de escarcha, ni es encastrable y la clase climática no es ni tropical ni subtropical. Por consiguiente, según el cuadro E-6 del anexo E el factor de corrección es 1. De esta forma, el volumen equivalente del aparato de refrigeración doméstico es:

$$V_{eq} = [105 \times 2,15 \times 1] \times 1 \times 1 = 225,75 \text{ l} \quad (21)$$

Según el cuadro E-7 del anexo E, los valores de M y N son 0,472 y 286 respectivamente. Además, CH es igual a cero ya que no cuenta con ningún compartimento helador. Así, el consumo de energía anual normalizado queda:

$$SAE_c = 225,75 \times 0,472 + 286 + 0 = 389,89 \text{ kWh/año} \quad (22)$$

Con estos resultados se obtiene un Índice de Eficiencia Energética igual a:

$$EEI = \frac{AE_c}{SAE_c} \times 100 = \frac{248,2}{389,89} \times 100 = 63,6 \quad (23)$$

Por tanto, el congelador pertenece a la **clase de eficiencia energética “B”**. Véase el cuadro E-9 del anexo E.

8.6. Horno

Según el Reglamento Delegado (UE) N° 65/2014, relativo al etiquetado energético de los hornos, se calcula el índice de eficiencia energética.

a) El índice de eficiencia energética de cada cavidad de un horno doméstico ($EEI_{cavidad}$) se calculará mediante las siguientes fórmulas:

$$EEI_{cavidad} = \frac{EC_{cavidad \text{ eléctrica}}}{SEC_{cavidad \text{ eléctrica}}} \times 100 \quad (24)$$

Donde el consumo de energía requerido ($EC_{cavidad \text{ eléctrica}}$) para calentar una carga normalizada en una cavidad de un horno eléctrico doméstico durante un ciclo, expresado en kWh es según el fabricante de 0,88 kWh.

El consumo normalizado de energía (electricidad) requerido para calentar una carga normalizada en una cavidad de un horno eléctrico doméstico durante un ciclo, expresado en kWh se calcula de la siguiente forma:

$$SEC_{cavidad \text{ eléctrica}} = 0,0042 \times V + 0,55 = 0,0042 \times 66 + 0,55 = 0,83 \text{ kWh} \quad (25)$$

Siendo:

V = volumen de la cavidad del horno doméstico en litros (L), redondeado al entero más próximo.

Con estos resultados se obtiene un Índice de Eficiencia Energética igual a:

$$EEI_{cavidad} = \frac{EC_{cavidad\ eléctrica}}{SEC_{cavidad\ eléctrica}} \times 100 = \frac{0,88}{0,83} \times 100 = 106 \quad (26)$$

Por tanto, el horno pertenece a la **clase de eficiencia energética “A”**. Véase el cuadro E-10 del anexo E.

8.7. Televisor

Según el Reglamento Delegado (UE) N° 1062/2010, relativo al etiquetado energético de las televisiones, se calcula el índice de eficiencia energética.

a) El Índice de Eficiencia Energética (IEE o EEI en inglés) se calcula de la siguiente forma:

$$IEE = \frac{P}{P_{ref}} \quad (27)$$

Donde:

P = es el consumo de electricidad en modo encendido de la televisión expresado en vatios.

Y,

$$P_{ref} = P_{basic} + A \times 4,3224 \left(\frac{W}{dm^2} \right) \quad (28)$$

Siendo:

$P_{basic} = 20$ W para televisores con un sintonizador/receptor y sin disco duro.

A = área visible de la pantalla expresada en dm^2 .

Según el fabricante, la potencia en modo encendido de la televisión es igual a $P = 39$ W. Además, como se trata de un televisor con un único sintonizador y sin disco duro, $P_{basic} = 20$ W. De esta forma, junto con las medidas de la pantalla facilitadas por el fabricante, se calcula el índice de Eficiencia Energética:

$$IEE = \frac{P}{P_{ref}} = \frac{39}{20 + (6,98214 \times 3,92554) \times 4,3224} = 0,28 \quad (29)$$

Por tanto, el televisor pertenece a la **clase de eficiencia energética “A”**. Véase el cuadro E-11 del anexo E.

8.8. Aire acondicionado

El Reglamento Delegado (UE) N° 626/2011, relativo al etiquetado energético de los acondicionadores de aire, determina a qué clase de eficiencia energética pertenece.

Según los valores ofrecidos por el fabricante LG del aire acondicionado Z12EM.NSH se puede determinar la categoría energética a la que pertenece.

EER= 3,13W/W COP = 3,65 W/W SEER = 5,7 SCOP = 3,8

Por tanto, según el cuadro E-12 del anexo E, el modo refrigeración tiene una **etiqueta energética “A+”** y el modo calefacción una etiqueta energética **“A”**

Según los valores ofrecidos por el fabricante Samsung del aire acondicionado MC-SH12AS4 se puede determinar la categoría energética a la que pertenece.

EER 2,82 W/W COP 3,22 W/W

Por tanto, según el cuadro E-13 del anexo E, el modo refrigeración tiene una **etiqueta energética “A”** y el modo calefacción una etiqueta energética **“A++”**.

9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEDICIÓN DE LOS CONSUMOS ELÉCTRICOS

En este apartado se analizan todos los resultados obtenidos durante el periodo de medición de los consumos eléctricos de la vivienda.

9.1. Comparativa de la distribuidora y las mediciones in situ

Como ya se mencionó en apartados anteriores, Iberdrola distribución facilita los consumos energéticos horarios. Por tanto, un primer análisis es realizar una comparativa entre los valores obtenidos mediante el sensor general calibrado y los descargados desde la página web de la distribuidora. De esta forma, se puede comprobar cuan exactos son los datos facilitados por Iberdrola.

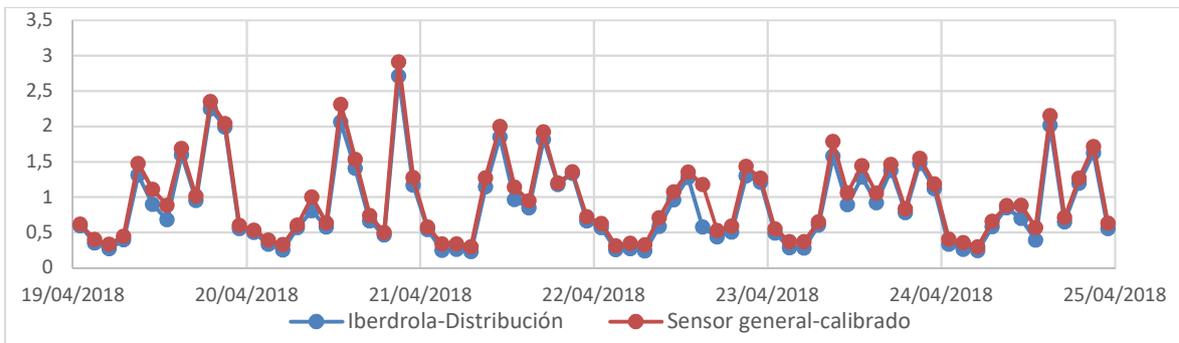


Ilustración 9-1. Comparativa del consumo general de la vivienda del 19/04/18 al 25/04/2018.

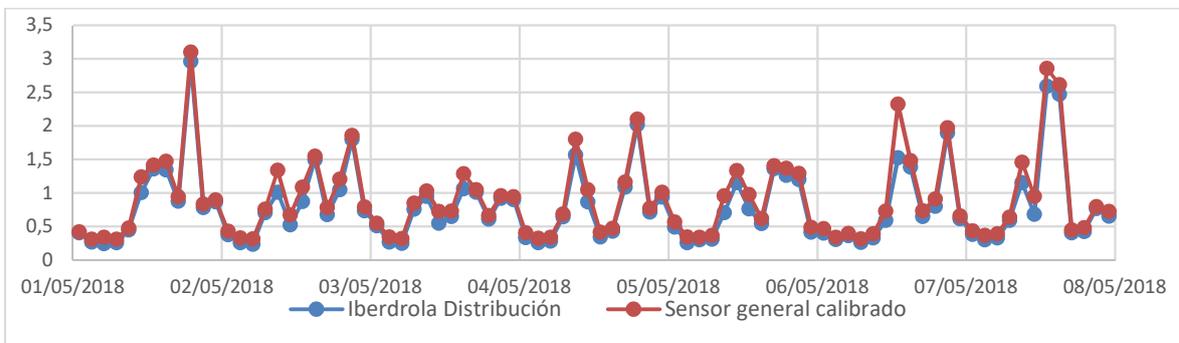


Ilustración 9-2. Comparativa del consumo general de la vivienda del 1/05/18 al 8/05/2018.

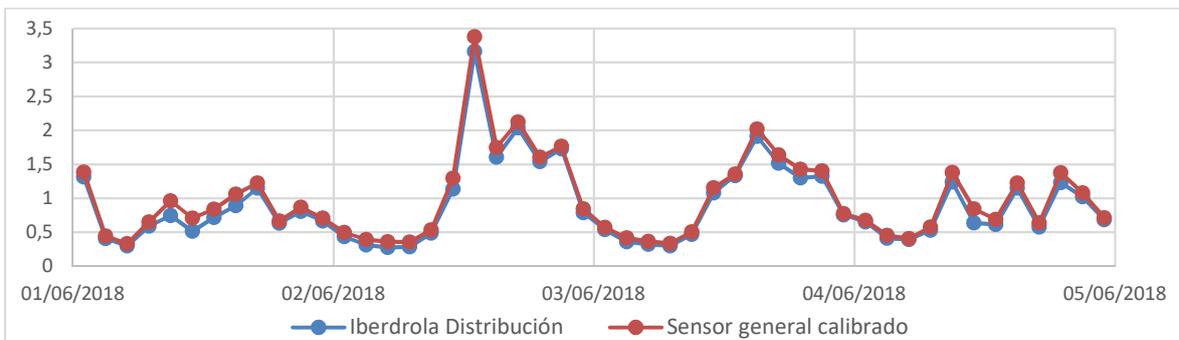


Ilustración 9-3. Comparativa del consumo general de la vivienda del 01/05/18 al 05/06/2018

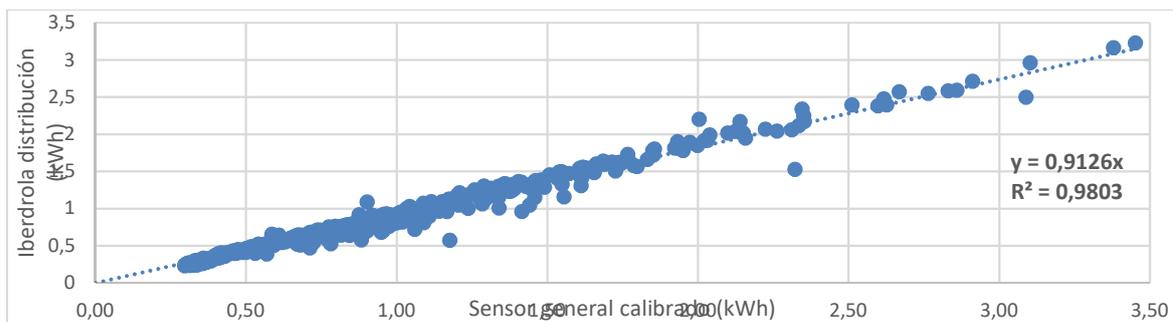


Ilustración 9-4. Regresión lineal de los resultados obtenidos durante el periodo de medición.

Por un lado, la pinza amperimétrica instalada en el cuadro general mide intensidad. Luego, para una tensión prácticamente constante, lo que se obtiene es la potencia aparente ($S=U \times I$). Por otro lado, la distribuidora, en este caso Iberdrola, facilita la potencia activa, la cual está relacionada con la potencia aparente a partir del factor de potencia ($P=S \times \cos \varphi$).

Por tanto, según la ecuación obtenida de la gráfica anterior ($y = 0,9126x$), se obtiene el factor de potencia de la vivienda analizada:

$$P_{\text{Distribuidora}} = 0,9126 \times S_{\text{equipo}} \quad (30)$$

9.2. Posibles errores o anomalías en las medidas

Durante el proceso de medición de los consumos energéticos de la vivienda se han detectado anomalías en los datos registrados durante diferentes intervalos de tiempo. Por tanto, para que no influyan en las demás medidas se procederá a eliminar estos datos erróneos. A continuación, se detallan los intervalos de tiempo en cuestión. Estos periodos eliminados representan un total de veinticuatro horas de consumo eléctrico.

25/04/2018 1:00	06/05/2018 21:00	22/05/2018 23:00	02/06/2018 3:00
30/04/2018 15:00	11/05/2018 11:00	25/05/2018 3:00	02/06/2018 7:00
05/05/2018 3:00	18/05/2018 9:00	26/05/2018 7:00	03/06/2018 7:00

Los errores no tienen su origen en el sensor general, ya que los valores obtenidos durante el periodo de medición coinciden con los de la distribuidora (véase apartado 9.1.) Por tanto, los errores se deben a problemas en los registros de los consumos energéticos de los diferentes receptores.

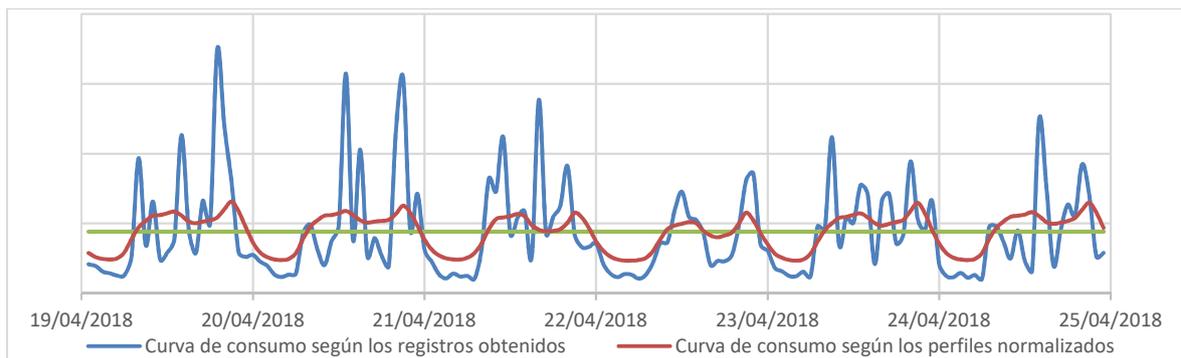
9.3. Comparativa de los perfiles normalizados y los registros obtenidos

A finales del año 2018, todos los hogares españoles deberán de tener instalado un contador inteligente. Sin embargo, hasta que esto ocurra, los hogares que no tienen este tipo de contador no pueden conocer cuántos kWh consumen durante la mañana o a una hora en concreto. Además, como ya se mencionó en apartados anteriores, para aquellos hogares que están acogidos al PVPC, el precio del kWh varía hora a hora en función de la situación del mercado mayorista.

Por tanto, Red Eléctrica de España, utiliza una herramienta denominada “LUMIOS” [24], mediante la cual muestran a los clientes que no tienen contador inteligente cuál va a ser el importe del término de energía. Para ello, Red Eléctrica de España utiliza unos perfiles de consumo a efectos de facturación para las diferentes tarifas (2.0A, 2.0 DHA y 2.0 DHS).

Por tanto, en este apartado se compara el perfil de consumo de la vivienda analizada, la cual dispone de contador inteligente, con los perfiles establecidos por Red Eléctrica de España. En el supuesto caso que la vivienda objeto de estudio no tuviera este tipo de contador, se le facturaría en base a estos perfiles.

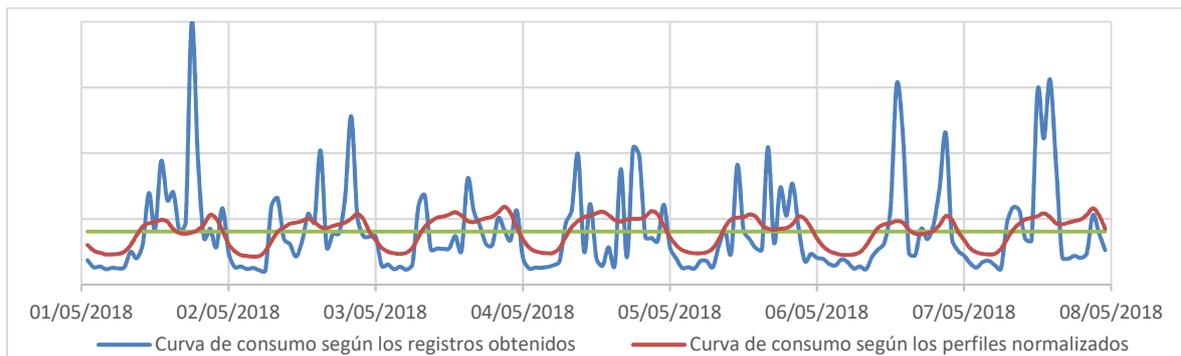
En la siguiente gráfica se compara el perfil de consumo normalizado con los registros obtenidos. Para ello, se ajusta las curvas para que el valor medio de ambos perfiles coincida.



Gráfica 9-1. Comparativa del perfil de consumo normalizado y registros obtenidos del 19-4-18 al 25-4-18.

En este periodo de tiempo se consumieron 63 kWh. Según el simulador de la CNMC, el término variable facturado por la energía consumida en ese periodo fue 6,91 €. En caso de no tener instalado el contador inteligente, según la calculadora LUMIOS que utiliza los perfiles normalizados establecidos por Red Eléctrica de España, el término variable facturado por la energía consumida en ese periodo sería 7,52 €.

A continuación, se muestra la misma comparativa para la primera semana de mayo de 2018:



Gráfica 9-2. Comparativa del perfil de consumo normalizado y registros obtenidos del 1-5-18 al 8-5-18.

En este periodo de tiempo se consumieron 68 kWh. En este caso coincide el término variable facturado según el simulador de la CNMC y el que facturaría según la calculadora LUMIOS, siendo igual a 7,52 €.

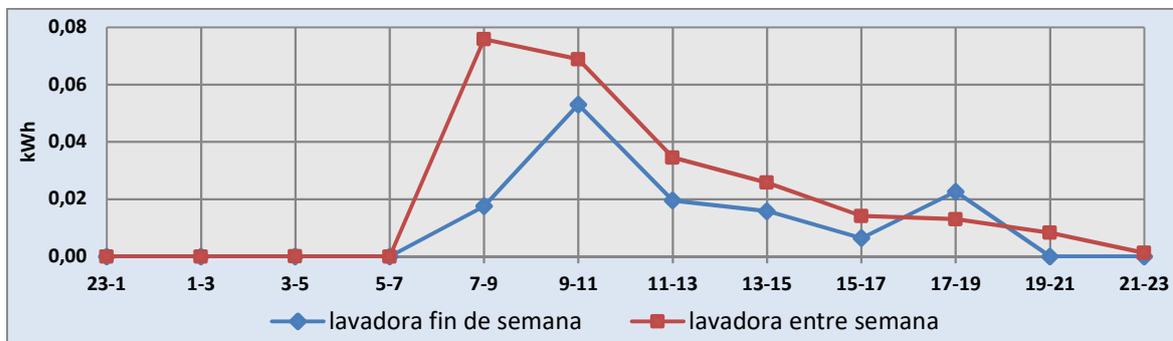
En el año 2017, según los perfiles normalizados de Red Eléctrica de España, se hubiera pagado 485,2 € en lo que se refiere al término variable, en lugar de los 490,62 € que realmente se han facturados. Una diferencia de 5,42 €/año.

9.4. Hábitos de consumo

En el apartado 7.3.1. se refleja el perfil de consumo de los diferentes receptores durante el periodo de medición de 54 días. Analizando dichos perfiles se pueden extraer las siguientes conclusiones sobre los hábitos de consumo en la vivienda objeto de estudio:

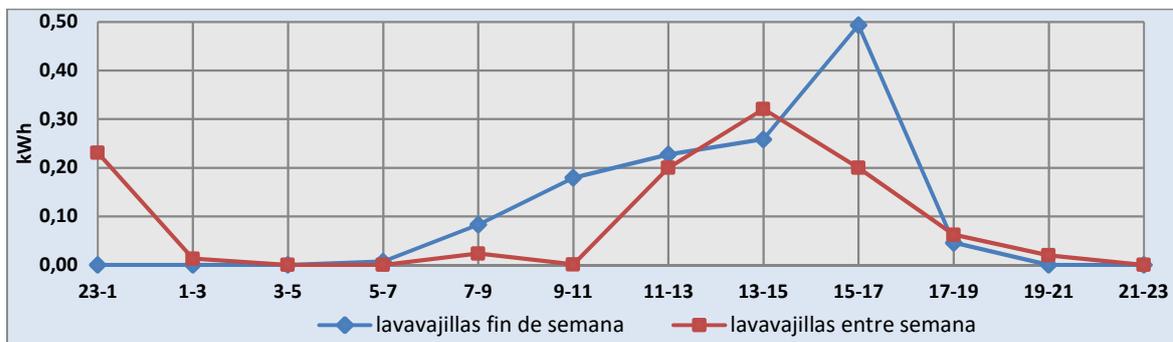
- Las lavadoras se ponen principalmente a primeras horas de la mañana.
- Los lavavajillas se ponen por lo general después de comer. Sin embargo, en alguna ocasión se ponen antes de comer o a final del día, de cara a la noche.
- El microondas se utiliza a las primeras horas del día, es decir, durante el desayuno.
- La plancha se utiliza a primeras horas de la mañana, antes de irse a trabajar, y por la tarde, antes de salir a la calle.
- La secadora se utiliza principalmente a mitad tarde.
- La televisión se enciende a finales del día, aunque también se enciende en algunos momentos después de comer.
- El consumo energético del frigorífico y el congelador se mantiene prácticamente constante a lo largo del día.
- El resto está formado por la iluminación (principalmente), el horno, el extractor del aire, ordenadores, standby, etc. Conocer el comportamiento de cada uno de ellos es difícil, ya que estos se han medido indirectamente.

El comportamiento de los diferentes electrodomésticos puede variar dependiendo de si se trata de un fin de semana o un día laborable. A continuación, se comparan los electrodomésticos que más variaciones tienen dependiendo de si se trata de un día laborable o un fin de semana.



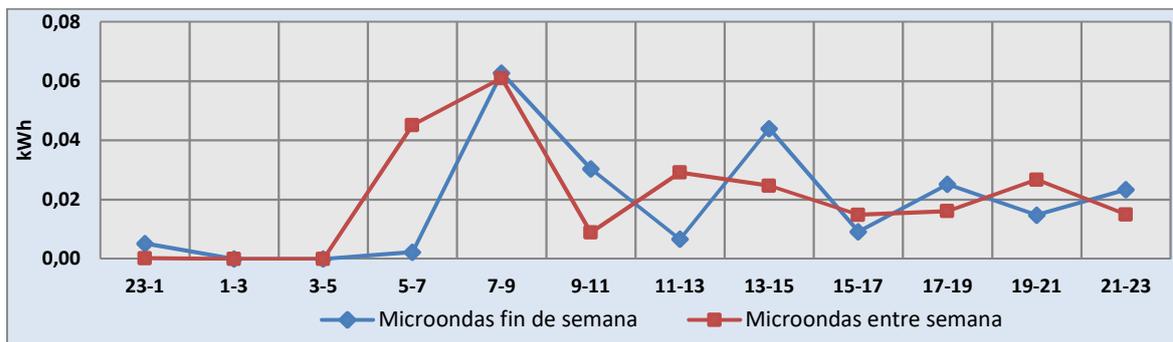
Gráfica 9-3. Comparativa del consumo energético de la lavadora.

Véase en la gráfica anterior, como entre semana se ponen más lavadoras y más temprano.



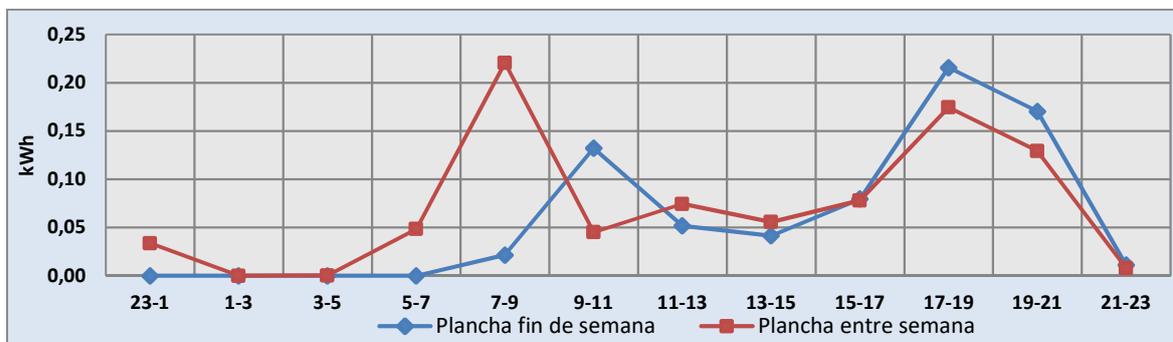
Gráfica 9-4. Comparativa del consumo energético del lavavajillas.

Véase como el fin de semana se suele comer más tarde y, por tanto, el lavavajillas se pone en marcha de normal a partir de las 15:00h.



Gráfica 9-5. Comparativa del consumo energético del microondas.

Obsérvese como entre semana, el microondas se usa bastante entre las 5:00h y las 7:00h de la mañana, antes de irse a trabajar, mientras que el fin de semana prácticamente no se utiliza a esas horas, porque los ocupantes de la vivienda todavía siguen durmiendo.



Gráfica 9-6. Comparativa del consumo energético de la plancha.

Sucede lo mismo que el microondas, entre semana la plancha se utiliza a las primeras horas del día antes de ir a trabajar. En cambio, los fines de semana, a esas horas los ocupantes siguen durmiendo. Además, la plancha el fin de semana por la tarde se usa más, ya que los ocupantes suelen salir a tomar algo.

9.5. Ensayos realizados y comparativa con la placa características del fabricante

9.5.1. Microondas

Como la temperatura inicial de los diferentes ensayos (apartado 7.3.2.) es distinta, se calcula la cantidad de calor absorbido por la masa de agua en cada ensayo. Para ello, se utiliza la ecuación fundamental de la calorimetría:

$$Q = m * C_p * \Delta T \quad (31)$$

Siendo:

$m = 0,7 \text{ l}$ y como la densidad del agua a 1 atm y 25°C es de 997 kg/m³, $m = 0,6979 \text{ kg} = 697,9 \text{ g}$.

$C_p = 4,18 \text{ J/g} \cdot \text{K}$

$\Delta T =$ Diferencia de temperaturas

Por tanto, se obtienen los siguientes resultados:

Energía Útil (kJ)	Energía consumida (kJ)	Rendimiento (%)
$Q_{230W} = m * C_p * \Delta T = 697,9 * 4,18 * (32,8 - 25,5) = 21,3 \text{ kJ}$	32,4	65,7
$Q_{\text{Descongelación (270 W)}} = m * C_p * \Delta T = 697,9 * 4,18 * (33,6 - 25,2) = 24,5 \text{ kJ}$	25,2	97,2
$Q_{360W} = m * C_p * \Delta T = 697,9 * 4,18 * (37 - 25,2) = 34,42 \text{ kJ}$	57,6	59,8
$Q_{700W} = m * C_p * \Delta T = 697,9 * 4,18 * (45,2 - 25,2) = 58,34 \text{ kJ}$	133,2	43,8
$Q_{700W} = m * C_p * \Delta T = 697,9 * 4,18 * (51,2 - 25,6) = 74,68 \text{ kJ}$	151,2	49,4
$Q_{\text{Mixto (Microondas 230 W+grill 710 W)}} = m * C_p * \Delta T = 697,9 * 4,18 * (31 - 25,3) = 16,63 \text{ kJ}$	111,6	14,9
$Q_{\text{Grill}} = m * C_p * \Delta T = 697,9 * 4,18 * (25,5 - 25,2) = 0,88 \text{ kJ}$	97,2	0,9

Tabla 9-1. Relación entre energía útil y energía consumida por los programas del microondas.

Según la placa de características del fabricante, la potencia de este electrodoméstico va desde los 800 W a los 1100 W. Sin embargo, la potencia media a la que trabaja el electrodoméstico durante los ensayos se muestra en la siguiente tabla:

PROGRAMA	POTENCIA MEDIA (W)
200 W	342,19
Descongelación (270 W)	270
360 W	471,39
700 W	903
800 W	1.160,3
Mixto (Microondas 230W + grill 710W)	779,95
Grill	707,4

Tabla 9-2. Potencia media del microondas por programa según los ensayos realizados.

9.5.2. Plancha

Las relaciones entre los consumos energéticos de los diferentes programas de la plancha son:

PROGRAMA	RELACIÓN MODO CON Y SIN VAPOR
Algodón/Lino	El consumo sin vapor representa el 66,04% del consumo con vapor
Lana/Seda sin vapor	El consumo sin vapor representa el 49,46% del consumo con vapor
Sintético sin vapor	El consumo sin vapor representa el 39,66% del consumo con vapor

Tabla 9-3. Relación del consumo energético de los diferentes programas en función del vapor.

Según la placa de características del fabricante, la potencia máxima de este electrodoméstico es de 2200 W. Sin embargo, las potencias medias de los diferentes programas ensayados son:

PROGRAMA	POTENCIA MEDIA (W)
Algodón/Lino sin vapor	847
Algodón/Lino con vapor	874
Lana/Seda sin vapor	652,2
Lana/Seda con vapor	1.350,6
Sintético sin vapor	1.241,7
Sintético con vapor	1.430,4

Tabla 9-4. Potencia media de la plancha según los ensayos realizados.

9.5.3. Lavadora

En la siguiente tabla, se compara los principales programas de la lavadora según el fabricante y las mediciones in situ realizadas. Para ello, se compara el consumo energético (kWh), el consumo de agua (l) y la duración del programa (min).

PROGRAMA	Consumo (kWh) Fabricante	Consumo (kWh) Medición in situ	Consumo agua (l) Fabricante	Consumo agua (l) Medición in situ	Tiempo (min) Fabricante	Tiempo (min) Medición in situ
Delicado Frío	0,28	0,041	44	43	44	45
Sintético 40°C	0,55	0,597	48	50	75	91
Algodón 40°C	0,85	0,67	58	59	110	117
Sintético 60°C	-	0,862	-	49	-	96
Sintético Frío	-	0,142	-	49	-	82
Algodón Frío	-	0,276	-	53	-	98
Centrifugado Adicional	-	0,033	-	0	-	8

Tabla 9-5. Comparativa de los programas de la lavadora según el fabricante y las mediciones in situ.

Obsérvese como el **principal consumo energético es el proceso de calentar el agua**. El programa sintético 40°C consumo 4,2 veces más que el programa sintético frío y el programa 60 °C 6,1 veces más. Además, el programa algodón 40°C consumo 2,4 veces más que el programa algodón frío.

Según la placa de características del fabricante, la potencia máxima de este electrodoméstico es de 2300 W. Sin embargo, las potencias medias de los diferentes programas ensayados son:

PROGRAMA	POTENCIA MEDIA (W)
Delicado Frío	58,5
Sintético 40°C	103,8
Algodón 40°C	138,12
Sintético 60°C	420,9
Sintético Frío	370
Algodón Frío	573,2
Centrifugado Adicional	94,5

Tabla 9-6. Potencia media del lavavajillas por programa según los ensayos realizados.

Además, según el fabricante, el consumo de energía anual es de 204 kWh. Sin embargo, según los registros obtenidos durante los 54 días, el consumo de energía anual en base a una relación de proporcionalidad será de 76,4 kWh.

9.5.4. Televisión

A continuación, se compara los resultados obtenidos para este electrodoméstico (apartado 7.3.2.) con los facilitados por el fabricante:

MODO	POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS (W)
Apagado	0,3	0
Encendido	60	21,6

Tabla 9-7. Comparativa de los programas de la televisión según el fabricante y las mediciones in situ.

Los IAMs no son capaces de registrar valores inferiores a 1W, por este motivo el valor registrado en modo apagado del televisor es cero.

9.5.5. Impresora

De los resultados obtenidos para este electrodoméstico (apartado 7.4.2.), se extrae qué programa requiere mayor consumo energético:

PROGRAMA	CONSUMO REGISTRADO (W)
Impresión color	0,3164
Fotocopia color	0,1969
Impresión blanco y negro	0,1778
Fotocopia blanco y negro	0,1361
Scaner	0,0666

Tabla 9-8. Consumo energético registrado por programa.

Según la placa de características del fabricante, la potencia de este electrodoméstico es de 55-60 W. Sin embargo, las potencias medias de los diferentes programas ensayados son:

PROGRAMA	POTENCIA MEDIA (W)
Impresión color	7,4
Fotocopia color	10,5
Impresión blanco y negro	8,78
Fotocopia blanco y negro	11
Scaner	6,5

Tabla 9-9. Potencia media registrada por programa.

9.5.6. Lavavajillas

En la siguiente tabla, se compara los diferentes programas del lavavajillas según el fabricante y las mediciones in situ realizadas. Para ello, se compara el consumo energético (kWh), el consumo de agua (l) y la duración del programa (min).

PROGRAMA	Temperatura (°C)	Consumo (kWh) Fabricante	Consumo (kWh) Medición in situ	Consumo agua (l) Fabricante	Consumo agua (l) Medición in situ	Tiempo (min) Fabricante	Tiempo (min) Medición in situ
Intensivo	70	1,7	1,63	17	15	135	128
Normal	65	1,45	1,02	16	17	140	139
ECO	50	1,15	0,84	16	15	195	190
Rápido	45	0,8	0,64	11	9	29	34
Prelavado	25	0,05	0,01	4	3	15	17

Tabla 9-10. Comparativa de los programas del lavavajillas según el fabricante y las mediciones in situ.

Cabe destacar que el programa ECO no es el de menor consumo energético. Sin embargo, si se realiza una relación entre la energía consumida y el tiempo de funcionamiento, el programa ECO es el programa que menos energía consume por minuto.

Obsérvese de nuevo como el **principal consumo es el proceso de calentar el agua**. El programa intensivo consume 2,1 veces más que el programa rápido.

Según la placa de características del fabricante, la potencia máxima de este electrodoméstico es de 2400 W. Sin embargo, las potencias medias de los diferentes programas ensayados son:

PROGRAMA	POTENCIA MEDIA (W)
Intensivo	460
Normal	483
ECO	266,8
Rápido	1.131,3
Prelavado	28,7

Tabla 9-11. Potencia media del lavavajillas por programa según los ensayos realizados.

Además, según el fabricante, el consumo de energía anual es de 327 kWh. Sin embargo, según los registros obtenidos durante los 54 días, el consumo de energía anual en base a una relación de proporcionalidad será de 417,6 kWh.

9.5.7. Congelador

Este electrodoméstico está conectado las 24 h de todos los días del año. Sin embargo, no está trabajando a todas horas. Además, el ciclo de consumo de este electrodoméstico es muy uniforme. Véase ensayo del apartado 7.3.2.

A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo realizado:

POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS (W)
75	35,8

Tabla 9-12. Comparativa de la potencia de congelador según el fabricante y los registros obtenidos.

Se calcula la resistencia térmica (R_T) del congelador. Para ello, la ley de ohm dice que $V = R \cdot I$. Por tanto, tomando las siguientes analogías,

$$V \longrightarrow T [^{\circ}\text{C}] \qquad I \longrightarrow P [\text{W}] \qquad R \longrightarrow R_T [^{\circ}\text{C}/\text{W}]$$

Para ello, se toma el siguiente ensayo realizado:



Gráfica 9-7. Ciclo de consumo del congelador.

Donde la potencia media es 37,18 W, la temperatura media exterior es de 28,61 °C y la temperatura media interior de -20,91 °C. Así, la resistencia térmica del congelador es:

$$R_T = \frac{(28,61 - (-20,91))}{37,18} = 1,332 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{W} \qquad (32)$$

Además, según el fabricante, el consumo de energía diario es de 0,68 kWh, es decir, 248,2 kWh/año. Sin embargo, según los registros obtenidos durante los 54 días, el consumo de energía anual en base a una relación de proporcionalidad será de 267,7 kWh.

9.5.8. Frigorífico

Este electrodoméstico también está conectado las 24 h de todos los días del año. Los periodos de tiempo en los que la nevera no consume energía tienen una duración ligeramente inferior a los 20 minutos. Mientras que, los periodos en los que la nevera está consumiendo energía dependen de la temperatura exterior y de las veces que se abre la nevera.

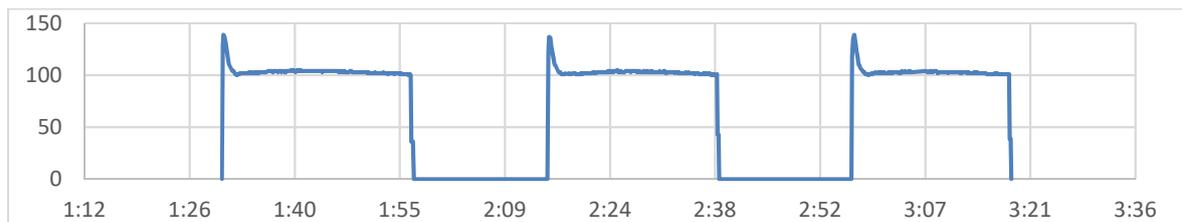
A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo realizado:

POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS DURANTE EL DÍA (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS DURANTE LA NOCHE (W)
105-150	79,2	69,8

Tabla 9-13. Comparativa de la potencia del frigorífico según el fabricante y los registros obtenidos.

En el instante en el que arranca el motor, se puede alcanzar picos de potencia superiores a los 500 W.

De la misma forma que se ha hecho con el congelador, se calcula la resistencia térmica (R_T) del frigorífico. Para ello, se toma el siguiente ensayo realizado:



Gráfica 9-8. Ciclo de consumo del frigorífico combi.

Donde la potencia media es 68,43 W, la temperatura media exterior es de 23,5 °C y la temperatura media interior de 6,7 °C. Así, la resistencia térmica del frigorífico es:

$$R_T = \frac{(23,5 - 6,7)}{68,43} = 0,246 \text{ } ^\circ\text{C/W} \quad (33)$$

Con este resultado se comprueba que la resistencia térmica del frigorífico es aproximadamente 5 veces inferior a la resistencia térmica del congelador. Esto se puede deber a que el aislante del congelador tenga un mayor espesor o bien que tenga una menor conductividad térmica.

9.5.9. Secadora

El uso de este electrodoméstico es bastante bajo en la vivienda analizada. Sin embargo, este electrodoméstico es el cuarto con mayor consumo eléctrico de los nueve receptores medidos. Esto se debe a que calentar constantemente el aire supone un elevado consumo energético.

A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo realizado:

POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS (W)
2270	1076

Tabla 9-14. Comparativa de la potencia de la secadora según el fabricante y los registros obtenidos.

9.5.10. Aspirador

Se trata de un electrodoméstico cuyo consumo se debe al ventilador mecánico que crea el vacío y permite succionar el polvo del suelo. Además, este ventilador está trabajando constantemente. A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo realizado:

POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS (W)
1100-1260	910,2

Tabla 9-15. Comparativa de la potencia del aspirador según el fabricante y los registros obtenidos

9.5.11. Secador de pelo

Se trata de un electrodoméstico cuyo consumo se debe a un motor ventilador y una resistencia que calienta el aire.

En el ensayo realizado, pasar de la temperatura mínima a la temperatura máxima supone un aumento de la potencia consumida de unos 830 W. Mientras que, cambiar de velocidad mínima a máxima, supone una diferencia de 500 W.

A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo:

POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS (W)
1930-2300	484-1765

Tabla 9-16. Comparativa de la potencia del secador de pelo según el fabricante y los registros obtenidos

9.5.12. Sandwichera

Se trata de un electrodoméstico con ciclos de trabajo cortos pero que requieren mucha potencia. A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo realizado:

POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS (W)
1500	1260

Tabla 9-17. Comparativa de la potencia de la sandwichera según el fabricante y los registros obtenidos

9.5.13. Exprimidora

A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo realizado:

POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS (W)
20	13,7

Tabla 9-18. Comparativa de la potencia de la exprimidora según el fabricante y los registros obtenidos.

9.5.14. Batidora

A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo realizado:

POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS (W)
500-600	66

Tabla 9-19. Comparativa de la potencia de la batidora según el fabricante y los registros obtenidos.

9.5.15. Tostadora

Se trata de un electrodoméstico con ciclos de trabajo cortos pero que requieren mucha potencia. A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo realizado:

POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS (W)
800	719,4

Tabla 9-20. Comparativa de la potencia de la tostadora según el fabricante y los registros obtenidos.

9.5.16. Portátil

Según la placa de características del fabricante, la potencia máxima de este electrodoméstico es 65 W. Sin embargo, según el ensayo, durante el funcionamiento normal del ordenador, este consume alrededor de 30 W. Además, se observan picos de consumo en los momentos en el que se enciende el ordenador y se inicia la sesión.

9.5.17. Estufas

A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo realizado:

POTENCIA	POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA ESTUFA HJM 301 (W)	POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA ESTUFA Equation QH-1200CR (W)
Mínima	330	302,6	500	552,5
Media	660	590,9	-	-
Máxima	1.000	889	1.000	1.018

Tabla 9-21. Comparativa de la potencia de las estufas según el fabricante y los registros obtenidos

9.5.18. Sartén eléctrica

A continuación, se muestra una comparativa entre la potencia facilitada por el fabricante y la potencia media del ensayo realizado:

POTENCIA FABRICANTE (W)	POTENCIA MEDIA SEGÚN LOS REGISTROS (W)
2500	1329

Tabla 9-22. Comparativa de la potencia de la sartén eléctrica según el fabricante y los registros obtenidos.

9.5.19. Ordenador de mesa

Según la placa de características del fabricante, la potencia máxima de este receptor es 135 W. Sin embargo, durante el funcionamiento real del ordenador, este consume alrededor de 70 W. Además, se observa un pico de consumo en el momento enciende el ordenador.

9.5.20. Ventilador

Según la placa de características del fabricante, la potencia máxima de este electrodoméstico es de 43 W. Sin embargo, las potencias medias de los diferentes programas ensayados son:

PROGRAMA	POTENCIA MEDIA (W)
Velocidad 1	26
Velocidad 2	31
Velocidad 3	36

Tabla 9-23. Potencia media del ventilador por programa según los ensayos realizados.

9.5.21. Plancha de pelo

Según la placa de características del fabricante, la potencia máxima de este electrodoméstico es de 45 W. Sin embargo, las potencias medias de los diferentes programas ensayados son:

PROGRAMA	POTENCIA MEDIA (W)
Potencia mínima	36,7
Potencia	81,8

Tabla 9-24. Comparativa de la potencia de la plancha de pelo según el fabricante y los registros obtenidos.

En el ensayo se observan picos muy elevados de consumo, debido a calentar por resistencia.

9.5.22. Extractor de aire

Según la placa de características del fabricante, la potencia máxima de este electrodoméstico es de 260 W sin contar la iluminación. Sin embargo, las potencias medias de los diferentes programas ensayados son:

PROGRAMA	POTENCIA MEDIA (W)
Velocidad 1	248,1
Velocidad 2	274,9
Velocidad 3	327,7

Tabla 9-25. Potencia media del extractor de aire por programa según los ensayos realizados.

9.5.23. Horno

El horno consume electricidad hasta que alcanza la temperatura solicitada. Una vez el horno se encuentra a esa temperatura deja de consumir energía hasta que vuelve a enfriarse y entonces se repite de nuevo el proceso de calentamiento.

Cabe destacar que mantener el horno a 250°C requiere el doble de energía eléctrica (aproximadamente 3000W) que mantener el horno a 50 °C (aproximadamente 1500W).

Según la placa de características del fabricante, la potencia de este electrodoméstico va desde los 2500 W a los 9950 W. Este último valor sorprende por lo elevado que es, ya que supera prácticamente en el doble a la potencia que tiene contratada toda la vivienda (5500W).

9.5.24. Aires acondicionados

De los resultados obtenidos para estos electrodomésticos (apartado 7.4.2.), se extrae la siguiente información:

Ambos son invertir, es decir, van aumentando su potencia poco a poco hasta alcanzar el punto de trabajo, en lugar de dar su máxima capacidad al momento de encenderlos. Además, cuando la temperatura de diseño es cercana a la exterior, el consumo eléctrico baja de forma considerable.

9.5.25. Iluminación

Según el ensayo del apartado 7.3.2. la iluminación de la toda vivienda representa un total de 415 W. Este valor se calcula restando la potencia máxima (576 W) menos la potencia consumida antes de encender la primera lámpara (161 W). Además, el ensayo se realizó encendiendo las 33 lámparas que hay en la vivienda (los flexos no se incluyen). De las cuales, existen 5 lámparas de bajo consumo y 2 halógenas. Por tanto, la potencia media de las lámparas según los registros obtenidos es:

$$\frac{415}{33} = 12,57 \text{ W/unidad} \quad (34)$$

9.6. Análisis Económico

Según los resultados obtenidos durante los 54 días de mediciones, se estima el consumo anual de los nueve receptores medidos basándose en una relación de proporcionalidad. Además, tomando el precio de la electricidad calculado en la tabla 6.4. (0,12235 €/kWh), el importe anual se muestra en la siguiente tabla:

RECEPTOR	ENERGÍA ANUAL CONSUMIDA (kWh)	IMPORTE ANUAL (€)
Nevera	870,3	106,5
Lavavajillas	417,6	51,1
Plancha	301,3	36,9
Secadora	279,9	34,3
Congelador	267,7	32,7
Despacho	259	31,7
TV	170,5	20,9
Microondas	86,1	10,5
Lavadora	76,4	9,4

Tabla 9-26. Consumo energético e importe anuales de los diferentes receptores según los registros obtenidos.

Existen dispositivos que están conectados las 24 h durante los 365 días. Por tanto, se calcula la energía consumida anual en base a los resultados obtenidos en los ensayos realizados:

$$\text{Energía anual consumida TV} = \frac{0,3 * 24 * 365}{1000} = 2,63 \text{ kWh} \quad (35)$$

$$\text{Energía anual consumida imagenio} = \frac{4,56 * 24 * 365}{1000} = 39,95 \text{ kWh} \quad (36)$$

$$\text{Energía anual consumida router} = \frac{7,71 * 24 * 365}{1000} = 67,54 \text{ kWh} \quad (37)$$

$$\text{Energía anual consumida impresora standby} = \frac{2,19 * 24 * 365}{1000} = 19,18 \text{ kWh} \quad (38)$$

Como existen dos ordenadores de mesa en la vivienda, la energía consumida anual de ambos es:

$$\text{Energía anual consumida ordenadores de mesa standby} = 2 * \left(\frac{2 * 24 * 365}{1000} \right) = 35,04 \text{ kWh} \quad (39)$$

Por tanto, el consumo anual total debido a los standbys es de 164,34 kWh. Por tanto, el 4,1% del consumo total anual (4010 kWh). Tomando el precio de la electricidad comentado (0,12235 €/kWh) se obtiene un importe anual de 20,1 € debido a los consumos standbys.

Además, cargar los portátiles o los móviles, aunque estén apagados, consumen energía. El portátil utilizado en el ensayo consume 20W mientras se carga en modo apagado. Por tanto, si dejáramos el portátil enchufado cargándose por la noche durante 8 horas, estaríamos pagando (tomando el precio de 0,12235 €/kWh):

$$\frac{20}{1000} \text{ kW} * 8 \text{ h} * 0,12235 \text{ €/kWh} = 0,0196 \text{ €} \quad (40)$$

9.7. Tolerancia del ICP

En este apartado se ha probado la tolerancia del Interruptor de Control de Potencia (ICP). Actualmente, la vivienda objeto de estudio tiene contratada una potencia de 5,5 kW. Por tanto, la vivienda tiene contratada una intensidad de 25A.

Para comprobar la tolerancia del ICP, el cual se encuentra dentro del propio contador inteligente, se van conectando electrodomésticos hasta que el ICP salta y corta el suministro eléctrico de toda la vivienda. En primer lugar, se conecta al mismo tiempo los dos aires acondicionados, el horno a máxima potencia y la secadora, alcanzándose los 7,3 kW. En principio, debería saltar el ICP si consumimos esta potencia. Sin embargo, tras 15 minutos consumiendo esa potencia, no sucede nada y sigue habiendo suministro eléctrico en la vivienda. Por tanto, se añade la televisión y el secador a máxima potencia y temperatura. De esta forma, se alcanzan los 9,5 kW y acaba saltando el ICP a los pocos segundos de estar consumiendo dicha potencia.

A continuación, se puede ver el ensayo realizado para comprobar la tolerancia del ICP:

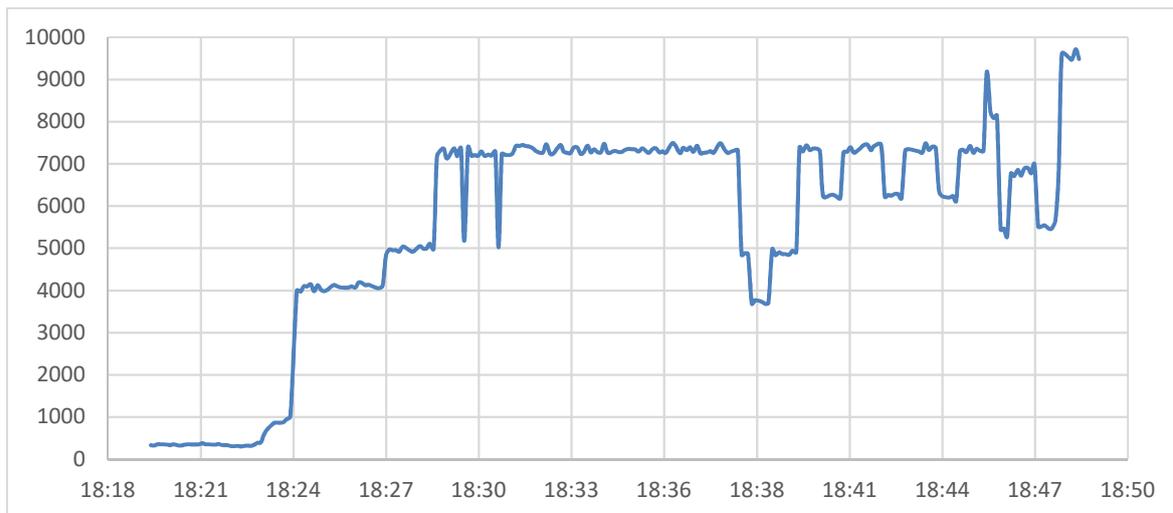


Tabla 9-27. Ensayo para medir la tolerancia del ICP de la instalación.

Por tanto, se puede concluir que es posibles consumir durante quince minutos una potencia un 32 % mayor a la potencia contratada. Sin embargo, en el momento que se consume una potencia un 73% mayor a la potencia contratada, el tiempo se reduce a unos pocos segundos.

9.8. Análisis de la encuesta elaborada

En este apartado se analiza la encuesta realizada a una muestra de 85 personas sobre los hábitos de consumo energético en el sector residencial (véase anexo F). La muestra está formada en su gran mayoría por estudiantes universitarios. En la encuesta han participado familiares, amigos, compañeros del colegio y de la universidad. Estos últimos que han estudiado el Grado en Ingeniería de la Energía. Por tanto, en un principio, son personas concienciadas con el medio ambiente.

Como se comentó en los apartados 9.5.2. y 9.5.6. el consumo energético aumenta considerablemente a medida que aumenta la temperatura de trabajo del lavavajillas y lavadora. Sin embargo, solo el 34 % de los encuestados afirman utilizar el programa de temperatura más bajo. Además, el 75 % afirma utilizar estos dos electrodomésticos a máxima carga. Por otro lado, el 18,8 % de los encuestados afirma utilizar la secadora en lugar de tender la ropa. Por tanto, aunque en algunos casos existan razones para ello, **energéticamente hablando, la mayoría de la gente no hace un buen uso del lavavajillas, lavadora y 1 de cada 5 aproximadamente, no hace un buen uso de la secadora.**

Según el IDAE ^[17], El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. – RITE estableció las condiciones de diseño para las instalaciones de refrigeración, la temperatura operativa (°C) en verano es [23,25] y en invierno [21,23]. Por tanto, según los resultados obtenidos, el 56,9 % ajusta la temperatura operativa recomendada por el RITE en invierno. Mientras que, en verano solo el 27,8% se ajusta a la temperatura recomendada. Además, el 28,2 % de los encuestados están seguros de que el cierre de ventanas no es hermético y, por tanto, hay corrientes de aire. Por último, destacar que el 33,3 % afirma poner una temperatura alta/baja al principio y luego subirla/bajarla, en lugar de mantenerlo a una temperatura constante. Por tanto, **el uso de la climatización de los hogares encuestados es muy mejorable.**

Como se vio en el apartado 9.5.25. la vivienda objeto de estudio tiene la mayoría de lámparas LED. Con esta tecnología el consumo energético se reduce considerablemente. Sin embargo, el 51,8% de los encuestados no superan el 80% de luces LED instaladas en sus hogares. Además, solo el 64,7% afirma apagar las luces cuando sale de una habitación. Aunque el 90,6% afirma fijarse en la potencia cuando compra una lámpara. Por tanto, **es probable que se puedan obtener ahorros en los hogares en iluminación.**

La concienciación energética parece que está implantándose en los hogares. El 98,8% de los encuestados afirma darse una ducha en lugar de un baño, aunque todavía el 60% afirma darse una ducha de más de 5 minutos. Además, el segundo factor que más influye en la decisión de comprar un electrodoméstico es la calificación energética, por detrás del precio y por delante de la marca o la estética (véase pregunta 8 de la encuesta).

Sin embargo, con la encuesta se ha comprobado el **desconocimiento de los usuarios** en este sector. Ejemplo de ello son que el 35,3% de los encuestados desconocen lo que es el consumo standby o que solo el 40 % de los encuestados saben que la nevera es el electrodoméstico que más energía consume a lo largo del año. Sobre todo, lo que más ha sorprendido de los resultados de la encuesta es que el 34,1 % cree que **no hay posibilidad** de reducir el importe de la factura y que el 62,3 % cree que hace un buen uso de los consumos energéticos.

10. POSIBLES MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Nota. Para los cálculos realizados en este apartado se utiliza el precio de la energía calculado en la tabla 6-4 igual a 0,12235 €/kWh.

10.1. Ajustar el contrato eléctrico (tarifa y potencia contratada)

Actualmente, la vivienda unifamiliar analizada, tiene una potencia contratada de 5,5 kW y una tarifa 2.0A, es decir, sin discriminación horaria. El simulador de la CNMC, el cual ya se comprobó su eficacia en el apartado 6.2., ofrece la oportunidad de conocer lo que se hubiera pagado (manteniendo el consumo igual) con un peaje o potencia contratada distinta.

A continuación, se detalla el ahorro obtenido y el periodo de retorno de la inversión:

MEJORA	INVERSIÓN (€)	CONSUMO ACTUAL (kWh/año)	CONSUMO TRAS LA MEJORA (kWh/año)	AHORRO (kWh/año)	AHORRO (€/año)	PERIODO DE RETORNO (años)
Reducir a 4,4 kW	0	4010	4010	0	43,18	0
Cambiar a 2.0 DHA	0	4010	4010	0	37,06	0

Tabla 10-1. Ahorro y periodo de retorno de la propuesta energética sobre el contrato de electricidad.

En la vivienda nunca ha saltado el ICP por superar la potencia contratada. Además, como no requiere inversión y el **ahorro anual es de 80,24 €**, resulta viable la propuesta de mejora.

10.2. Cambiar los electrodomésticos a otros energéticamente más eficiente

El frigorífico combi de la vivienda objeto de estudio tiene más de 10 años de antigüedad, consume al año aproximadamente 870,3 kWh y tiene una etiqueta energética B. Por tanto, se propone cambiar la nevera actual por otro frigorífico combi energéticamente más eficiente y con una capacidad lo más cercana a los 370 l de la actual. A continuación, se muestran como alternativas diferentes frigoríficos combi a precio de mercado:

MEJORA	INVERSIÓN (€)	CONSUMO ACTUAL (kWh/año)	CONSUMO TRAS LA MEJORA (kWh/año)	AHORRO (kWh/año)	AHORRO (€/año)	PERIODO DE RETORNO (años)
Indesit X18 T11 W (A+)	465	870,3	348	522,3	63,90	7,28
Samsung RB37J5005SA/F (A++)	616	870,3	259	611,3	74,79	8,24
LG GBB60SWPFS (A+++)	729	870,3	174	696,3	85,19	8,56

Tabla 10-2. Ahorro y periodo de retorno de la propuesta energética de cambiar el frigorífico actual.

El periodo de retorno de la inversión hace que no resulte interesante el cambio del frigorífico combi actual antes de que se estropee o deje de funcionar.

El lavavajillas de la vivienda tiene una calificación energética A. Sin embargo, es el segundo electrodoméstico de los nueve receptores con mayor consumo energético al año. Según el fabricante, el consumo anual del lavavajillas actual es de 327 kWh. Por tanto, se propone

cambiar el lavavajillas actual por otro energéticamente más eficiente y con una capacidad de cubiertos como la actual (12) o de 13. A continuación, se muestran como alternativas diferentes lavavajillas a precio de mercado:

MEJORA	INVERSIÓN (€)	CONSUMO ACTUAL (kWh/año)	CONSUMO TRAS LA MEJORA (kWh/año)	AHORRO (kWh/año)	AHORRO (€/año)	PERIODO DE RETORNO (años)
Beko DFN05210X (A+)	350	327,0	290	37,0	4,53	77,31
Balay 3VS572BP (A++)	399	327,0	262	65,0	7,95	50,17
Electrolux ESF5535LOX (A+++)	498	327,0	234	93,0	11,38	43,77

Tabla 10-3. Ahorro y periodo de retorno de la propuesta energética de cambiar el lavavajillas actual.

El periodo de retorno de la inversión hace que no resulte interesante el cambio. Sin embargo, el lavavajillas actual consume 4480 l al año según el fabricante. Mientras que, estos tres lavavajillas propuestos consumen 3920,2660,2775 litros respectivamente. Por tanto, se obtienen un ahorro anual de agua de 560,1820,1705 litros respectivamente.

El congelador de la vivienda tiene 12 años de antigüedad, consume al año aproximadamente 267,7 kWh y tiene una etiqueta energética B. Por tanto, se propone cambiar el congelador actual por otros energéticamente más eficiente y con una capacidad lo más cercana a los 105 l del actual. A continuación, se muestran como alternativas diferentes congeladores a precios de mercado:

MEJORA	INVERSIÓN (€)	CONSUMO ACTUAL (kWh/año)	CONSUMO TRAS LA MEJORA (kWh/año)	AHORRO (kWh/año)	AHORRO (€/año)	PERIODO DE RETORNO (años)
Jocel JCH 100 (A+)	177	267,7	168	99,7	12,20	14,51
Hisense FT124D4BW2 (A++)	212	267,7	132	285,6	34,95	12,77

Tabla 10-4. Ahorro y periodo de retorno de la propuesta energética de cambiar el congelador actual.

El periodo de retorno de la inversión hace que no resulte interesante el cambio del congelador actual antes de que se estropee o deje de funcionar.

No se propone el cambio del resto de receptores medidos, ya que el consumo energético anual de estos depende del uso que se realice. Además, no se analiza cambiar la lavadora ya que, no tiene muchos años y el consumo energético anual de la misma es muy bajo.

10.3. Cambiar todas las lámparas a LED

Como se dijo en el apartado 9.5.25. hay 3 lámparas de bajo consumo y 2 halógenas en la vivienda. A continuación, se estudia la viabilidad de cambiar estas lámparas por unas LED de menor potencia. Además, se analiza si cambiar una lámpara LED ubicada en el comedor por una de menor potencia es rentable. Las lámparas LED propuestas se obtienen a precio de mercado:

TIPO DE LÁMPARA ACTUAL	POTENCIA ACTUAL (W)	TIPO DE LÁMPARA PROPUESTA	POTENCIA (W)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO ESTIMADO (min/día)
Lámpara Bajo consumo	15	LED E14 vela mate 150 LEXMAN	4,5	10
Lámpara Bajo consumo	10	LED E14 ESFÉRICA MATE 300 LEXMAN	9	240
Lámpara Bajo consumo	15	LED E14 ESFÉRICA MATE 300 LEXMAN	9	240
Lámpara Halógena	50	Lámpara LED GU10 REFLECTORA CRISTAL 100 LEXMAN	5	20
Lámpara Halógena	50	Lámpara LED GU10 REFLECTORA CRISTAL 100 LEXMAN	5	20
Lámpara LED	12	LED E14 ESFÉRICA MATE 300 LEXMAN	9	240

Tabla 10-5. Lámparas actuales, propuestas y tiempo de funcionamiento de las mismas.

MEJORA	INVERSIÓN (€)	CONSUMO ACTUAL (kWh/año)	CONSUMO TRAS LA MEJORA (kWh/año)	AHORRO (kWh/año)	AHORRO (€/año)	PERIODO DE RETORNO (años)
LED E14 vela mate 150 LEXMAN	2,75	0,9	0,3	0,6	0,08	35,19
LED E14 ESFÉRICA MATE 300 LEXMAN	3,99	14,6	13,1	1,5	0,18	22,34
LED E14 ESFÉRICA MATE 300 LEXMAN	3,99	21,9	13,1	8,8	1,07	3,72
Lámpara LED GU10 REFLECTORA CRISTAL 100 LEXMAN	4,49	6,1	0,6	5,5	0,67	6,70
Lámpara LED GU10 REFLECTORA CRISTAL 100 LEXMAN	4,49	6,1	0,6	5,5	0,67	6,70
LED E14 ESFÉRICA MATE 300 LEXMAN	3,99	17,5	13,1	4,4	0,54	7,45

Tabla 10-6. Ahorro y periodo de retorno de la propuesta energética de cambiar las lámparas a LED.

Las dos primeras lámparas no resulta interesante cambiarlas por su alto periodo de retorno de la inversión. Sin embargo, las otras cuatro lámparas sí que es interesante cambiarlas ya que, aunque el periodo de retorno no es muy bajo, la inversión tampoco lo es y a partir de los 7,45 años el **ahorro será de 4,02 € anuales**.

10.4. Cambios en los hábitos de consumo

Como se ha comentado en el apartado 9.6, el consumo energético anual total debido a los stanbys es elevado. En la siguiente tabla se muestran las horas de funcionamiento normal y las horas en modo standby de los principales receptores causantes de este consumo fantasma:

RECEPTOR	POTENCIA EN STANDBY (W)	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (min/día)	TIEMPO EN STANDBY (min/día)
TV	0,3	300	1140
Imagenio	4,56	1440	-
Router	7,71	1440	-
Impresora	2,19	5	1435
Ordenador de mesa	2	120	1320
Ordenador de mesa	2	180	1260

Tabla 10-7. Horas de funcionamiento normal y en modo standby de los principales receptores.

Si se desconecta la televisión, la impresora y los ordenadores de mesa durante el tiempo que no están funcionando, es decir, cuando están en modo standby, se apaga el imagenio cuando no se utiliza la televisión y se desconecta el router durante ocho horas por la noche se obtienen los siguientes ahorros:

MEJORA	INVERSIÓN (€)	CONSUMO ACTUAL (kWh/año)	CONSUMO TRAS LA MEJORA ENERGÉTICA (kWh/año)	AHORRO (kWh/año)	AHORRO (€)	PERIODO DE RETORNO (años)
TV	0	2,08	0	2,1	0,25	0
Imagenio	0	39,95	8,3	31,6	3,87	0
Router	0	67,54	45,0	22,5	2,75	0
Impresora	0	19,12	0	19,1	2,34	0
Ordenador de mesa	0	16,06	0	16,1	1,96	0
Ordenador de mesa	0	15,33	0	15,3	1,88	0

Tabla 10-8. Ahorro y periodo de retorno de la propuesta energética de eliminar los consumos en standby.

Además, como se comentó también en el apartado 9.6 los cargadores de las baterías de portátiles y móvil consumen energía, aunque estén apagados. De los doce ocupantes de la vivienda, cinco de ellos aseguran cargar sus respectivos móviles durante la noche. El promedio de la potencia consumida por sus cargadores es 6,8 W.

En la siguiente tabla se muestra las consideraciones tomadas respecto al tiempo de carga y de las horas que están enchufados los móviles una vez ya se han cargado:

RECEPTOR	POTENCIA EN STANDBY MEDIA (W)	TIEMPO DE CARGA (h/día)	TIEMPO ENCHUFADO UNA VEZ CARGADO (h/día)
Cargadores de móviles (x5)	6,8	2	6

Tabla 10-9. Horas de funcionamiento de los cargadores de móviles durante la noche.

En la siguiente tabla, se muestra el ahorro que se obtendría si se desconectan los cinco cargadores durante las 6 horas en las que el móvil ya está cargado.

MEJORA	INVERSIÓN (€)	CONSUMO ACTUAL (kWh/año)	CONSUMO TRAS LA MEJORA ENERGÉTICA (kWh/año)	AHORRO (kWh/año)	AHORRO (€)	PERIODO DE RETORNO (años)
Cargadores de móviles (x5)	0	99,28	24,82	74,5	9,11	0

Tabla 10-10. Ahorro y periodo de retorno de la propuesta energética de desconectar los cargadores de móvil.

Por otro lado, tras consultarlo con todos los ocupantes de la vivienda, de media se dejan enchufados dos portátiles una vez ya están cargados durante 2 horas. Estos dos portátiles son el ASUS S200E y el TOSHIBA Satellite L50D-B-160 (véase tabla 7.1.), los cuales consumen 24W y 20 W respectivamente cuando se están cargando apagados. Por tanto, de media se consumen 22 W durante dos horas.

En la siguiente tabla, se muestra el ahorro que se obtendría si se desconectan una vez se han cargado y no se dejan enchufados durante dos horas diarias.

MEJORA	INVERSIÓN (€)	CONSUMO ACTUAL (kWh/año)	CONSUMO TRAS LA MEJORA ENERGÉTICA (kWh/año)	AHORRO (kWh/año)	AHORRO (€)	PERIODO DE RETORNO (años)
Portátiles (x2)	0	16,06	0	16,1	1,96	0

Tabla 10-11. Ahorro y periodo de retorno de la propuesta energética de desconectar los cargadores de portátil.

Como se tratan de propuestas de mejora que consisten en cambiar los hábitos de comportamiento de los ocupantes de la vivienda, no requieren inversión económica y, por tanto, el periodo de retorno es cero años. El ahorro obtenido por estos cambios de comportamiento es **24,12 € anuales**.

Por tanto, se concluye que:

- **Es posible reducir la potencia contratada a 4,4 kW y cambiarse a la tarifa de discriminación horaria 2.0DHA.**
- **Cambiar los electrodomésticos antes de que estos se estropeen o dejen de funcionar no es rentable.**
- **Cambiar dos lámparas halógenas y una de bajo consumo a LED y cambiar una lámpara LED por otra de menor potencia es económicamente interesante.**
- **Cambiar el comportamiento de los ocupantes de la vivienda, de tal forma que desconecten los equipos cuando se encuentren en modo standby, se carguen los móviles durante el día y se desconecten los cargadores de los portátiles una vez se han cargado supone un ahorro económico a tener en cuenta.**

A continuación, se muestra una tabla resumen de las tres mejoras energéticas que se pueden aplicar en la vivienda analizada:

MEJORA	INVERSIÓN (€)	CONSUMO ACTUAL (kWh/año)	CONSUMO TRAS LA MEJORA ENERGÉTICA (kWh/año)	AHORRO (kWh/año)	AHORRO (€)	PERIODO DE RETORNO (años)
Reducir a 4,4 kW	0	4.010	4.010	0	43,18	0
Cambiar a 2.0 DHA	0	4.010	4.010	0	37,06	0
LED E14 Esférica MATE 300 LEXMAN	3,99	21,9	13,1	8,8	1,07	3,72
Lámpara LED GU10 Reflectora cristal 100 LEXMAN	4,49	6,1	0,6	5,5	0,67	6,70
Lámpara LED GU10 Reflectora cristal 100 LEXMAN	4,49	6,1	0,6	5,5	0,67	6,70
LED E14 Esférica MATE 300 LEXMAN	3,99	17,5	13,1	4,4	0,54	7,45
TV	0	2,08	0	2,1	0,25	0
Imagenio	0	39,95	8,3	31,6	3,87	0
Router	0	67,54	45,0	22,5	2,75	0
Impresora	0	19,12	0	19,1	2,34	0
Ordenador de mesa	0	16,06	0	16,1	1,96	0
Ordenador de mesa	0	15,33	0	15,3	1,88	0
Móviles (x5)	0	99,28	24,82	74,5	9,11	0
Portátiles (x2)	0	16,06	0	16,1	1,96	0
	16,96			221,34	107,3	0,16

Tabla 10-12. Resumen de las propuestas de mejora energética en la vivienda objeto de estudio.

11. PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL

En caso de ser una empresa de auditoría energética para consumidores domésticos y comerciales, el presupuesto por los servicios de medición y análisis del consumo de energía eléctrica, así como su planificación temporal, sería el siguiente:

Nota. Se toma que la vivienda del cliente en cuestión se encuentra a 20 km de distancia.

1ª FASE	COSTE UNIDAD	UNIDAD	COSTE
Transporte	(€/km)	Distancia (km)	(€)
Menos de 1km	-	-	0,00
Entre 1-5km	-	-	0,00
Más de 5km	0,30	20	6,00
Servicios para conocer la instalación	(€/min)	Tiempo (min)	(€)
Entrevistas con usuarios	0,00	5	0,00
Visita a las instalaciones	0,00	10	0,00
Recopilación de información	0,00	30	0,00
SUBTOTAL			6,00

2ª FASE	COSTE UNIDAD	UNIDAD	COSTE
Servicios de análisis de la situación energética	(€/h)	Tiempo (h)	(€)
Breve análisis del trabajador y estimación del ahorro económico	5,00	3	15,00
SUBTOTAL			18,00

Toma de decisión por parte del cliente (Acepta/Rechaza)

3ª FASE	COSTE UNIDAD	UNIDAD	COSTE
Servicios de instalación	(€/min)	Tiempo (min)	(€)
Instalación de los equipos y programas informáticos	0,00	20	0,00
Periodo de medición perfiles de consumo	(€/día)	Tiempo (día)	(€)
Alquiler Transmisor inalámbrico	0,20	7	1,40
Alquiler sensor mini pinza 80A	0,20	7	1,40
Alquiler Monitor EnviR	0,20	7	1,40
Alquiler Current Cost Data Cable RJ45-USB	0,05	7	0,35
Alquiler IAM (x9)	1,35	7	9,45
Servicio telefónico para consultas o problemas	0,00	7	0,00
Fianza del material	-	7	50,00
Periodo de medición ciclos de consumo	(€/día)	Tiempo (día)	(€)
Alquiler Transmisor inalámbrico	0,20	1	0,20
Alquiler sensor mini pinza 80A	0,20	1	0,20
Alquiler Monitor EnviR	0,20	1	0,20
Alquiler Current Cost Data Cable RJ45-USB	0,05	1	0,05
Alquiler IAM (x9)	1,35	1	1,35
Servicios durante medición ciclos de consumo	(€/h)	Tiempo (h)	(€)
Trabajador	5,00	5	25,00
SUBTOTAL			41,00

4ª FASE	COSTE UNIDAD	UNIDAD	COSTE
Análisis de los resultados	(€/h)	Tiempo (h)	(€)
Trabajo ingeniero	6,50	20	130,00
SUBTOTAL			130,00

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

5ª FASE	COSTE UNIDAD	UNIDAD	COSTE
Redacción del estudio energético	(€/h)	Tiempo (h)	(€)
Trabajo ingeniero	5,00	10	50,00
Presentación al cliente	0,00	1	0,00
SUBTOTAL			50,00

FASE	TIEMPO TOTAL	COSTE TOTAL (€)
1ª Fase	45 minutos	6,00
2ª Fase	3 horas	15,00
3ª Fase	9 días	41,00
4ª Fase	20 horas	130,00
5ª Fase	11 horas	50,00
BASE IMPONIBLE		242,00
IVA (21%)		50,82
TOTAL		292,82

Para realizar este proyecto de ingeniería es necesario los siguientes recursos:

RECURSOS MATERIALES E INFORMÁTICOS:

ELEMENTO	PRECIO UNIDAD (€/UD.)	UNIDADES	COSTE (€)
Transmisor inalámbrico	22	1	22
sensor mini pinza 80A	22	1	22
Monitor EnviR + Energeniaal+C2 Terminal	31	1	31
Current Cost Data Cable RJ45 - USB	15	1	15
IAM	25	9	225
Ordenador portátil + software	507	1	507
Subtotal (€)			822

Tabla 11-1. Presupuesto de los recursos del proyecto de ingeniería.

Por tanto, el periodo de amortización de estos recursos será 2,81 clientes. Esto quiere decir que al realizar este estudio a tres clientes el coste de los recursos materiales e informáticos se habrá recuperado.

12. CONCLUSIONES

Este estudio deja en evidencia la necesidad de realizar un análisis exhaustivo y sistemático del consumo de energía eléctrica en el sector residencial. El desconocimiento de los usuarios sobre las condiciones de contratación de los suministros energéticos y sobre el funcionamiento de los diferentes receptores que consumen energía en las viviendas es un hecho.

Las facturas eléctricas facilitan un resumen sobre el consumo eléctrico del mes en cuestión. Sin embargo, a lo largo de este trabajo se ha realizado un desglose detallado del consumo eléctrico de la vivienda analizada, el cual ha permitido conocer qué receptores están consumiendo energía, cuando lo están haciendo, cuánto están consumiendo y cómo lo están haciendo.

Se ha comprobado la efectividad del simulador de la factura eléctrica de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) para los suministros acogidos al mercado regulado. Además, se ha comprobado que los datos horarios facilitados por Iberdrola Distribución se ajustan a los consumos reales medidos.

El estudio de los perfiles de consumo de los diferentes electrodomésticos de la vivienda demuestra que el proceso de calentar mediante resistencias es el proceso que requiere mayor consumo eléctrico. Además, con este estudio se comprueba que la potencia consumida real por los receptores difiere en muchos casos de la indicada en la placa de características de cada producto según el fabricante.

Con este trabajo se confirma que la nevera es el electrodoméstico de mayor consumo eléctrico y que los consumos standbys suponen un porcentaje respecto al consumo total a tener en cuenta. En el caso de la vivienda unifamiliar analizados, representan el 4,1% del consumo eléctrico anual.

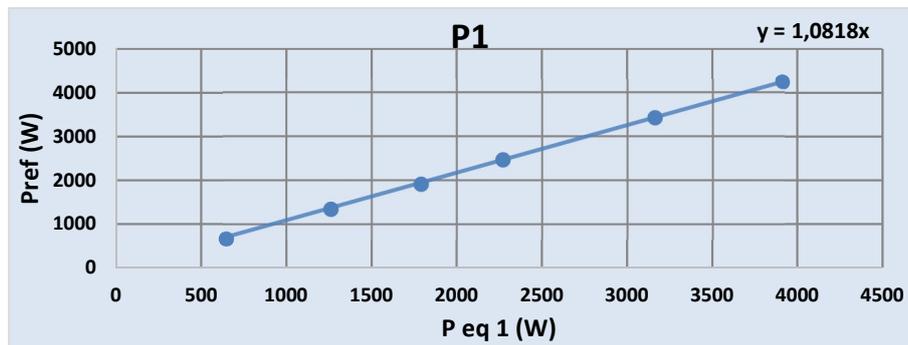
Por otro lado, con este trabajo se ha comprobado que la etiqueta energética de los diferentes electrodomésticos de la vivienda es la que corresponde. Para ello, se han realizado los cálculos que tiene que hacer el fabricante para determinar a qué clase energética pertenece su producto.

Uno de los ensayos realizados que sería interesante que se llevara a cabo en todos los hogares es medir la tolerancia del ICP puesto que permite ajustar muy bien la potencia contratada.

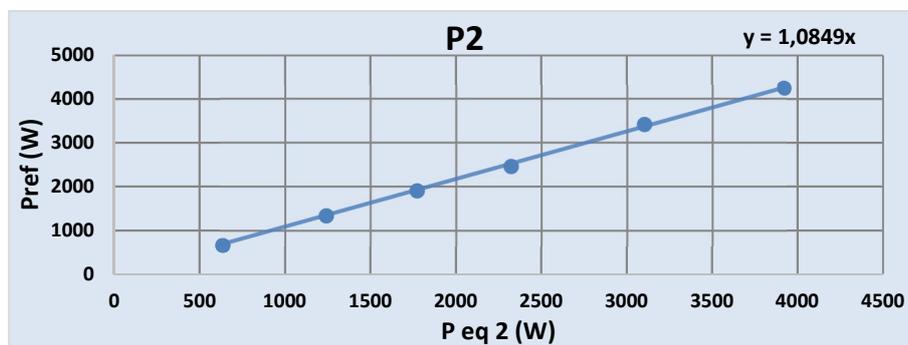
Destacar que para poder proponer mejoras energéticas en los hogares es necesario analizar primero la estructura de usos energéticos, conocer los hábitos de consumo de los ocupantes y estudiar los perfiles de los diferentes receptores.

Por último, cabe destacar que en la vivienda analizada en líneas generales se hace un buen uso de los principales receptores, como por ejemplo la lavadora, el lavavajillas o la secadora. Además, el valor de la intensidad energética de 334,17 kWh/persona y año así lo demuestra. Sin embargo, la tarifa y potencia contratada actual no se ajustan a las necesidades reales de los ocupantes de la vivienda.

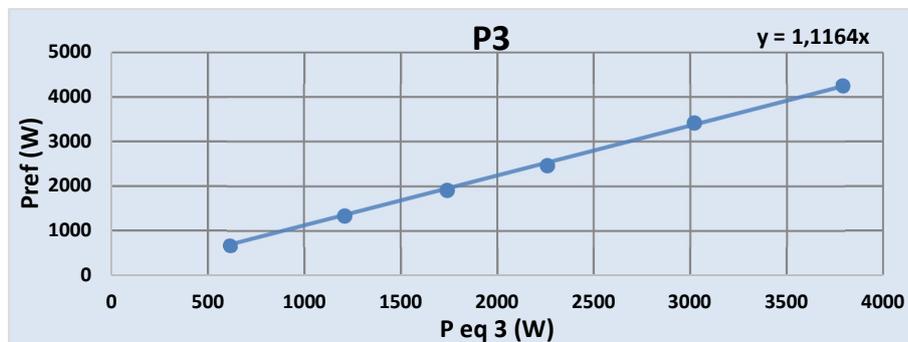
13. ANEXO A: CALIBRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA



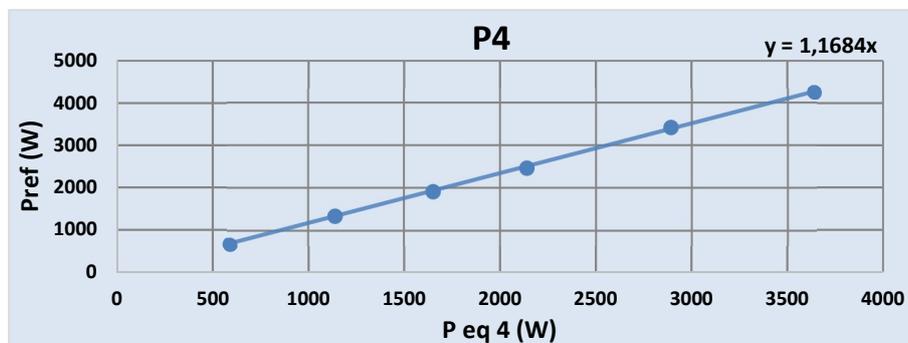
Gráfica B-1. Calibración IAM número 1.



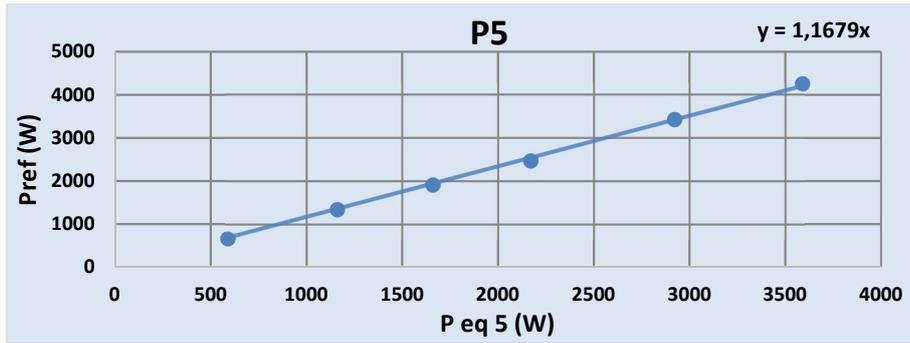
Gráfica B-13-2. Calibración IAM número 2.



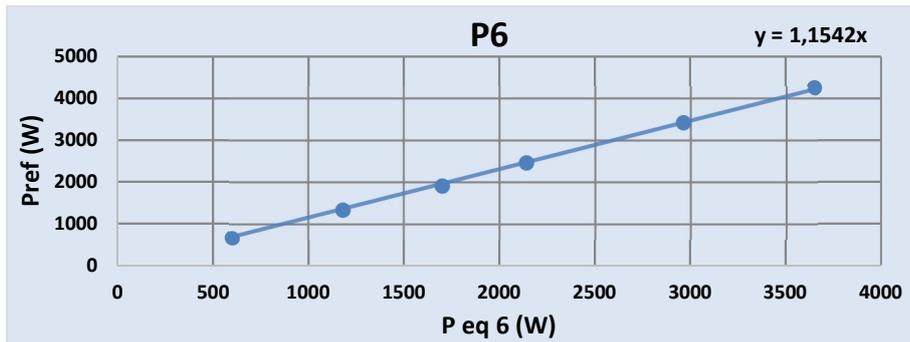
Gráfica B-13-3. Calibración IAM número 3.



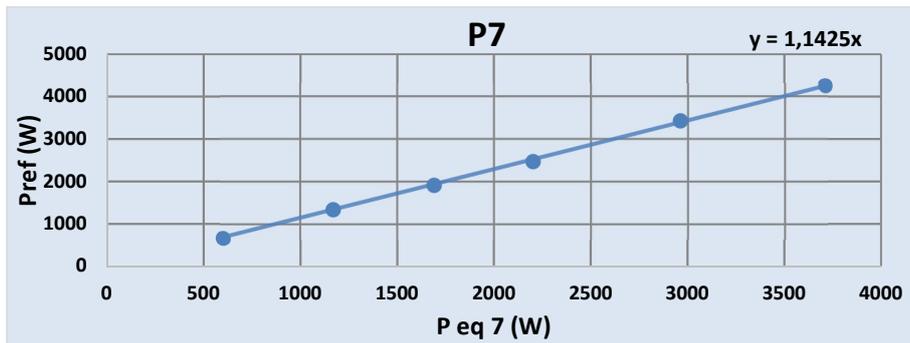
Gráfica B-13-4. Calibración IAM número 4.



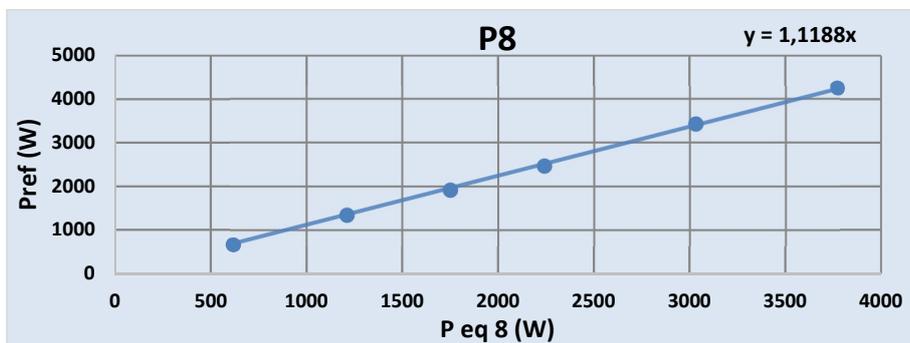
Gráfica B-13-5. Calibración IAM número 5.



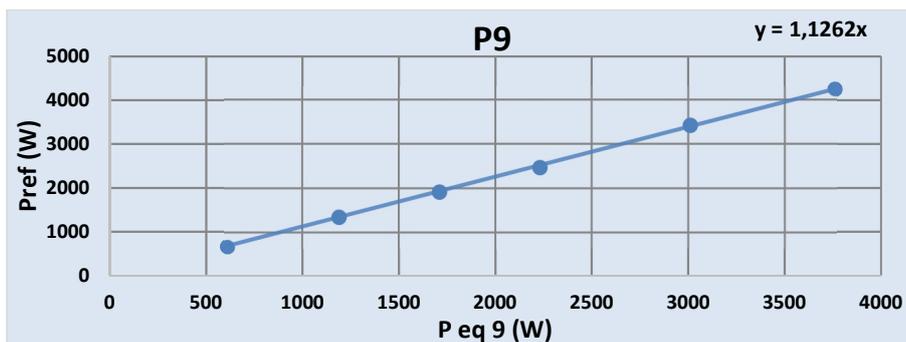
Gráfica B-13-6. Calibración IAM número 6.



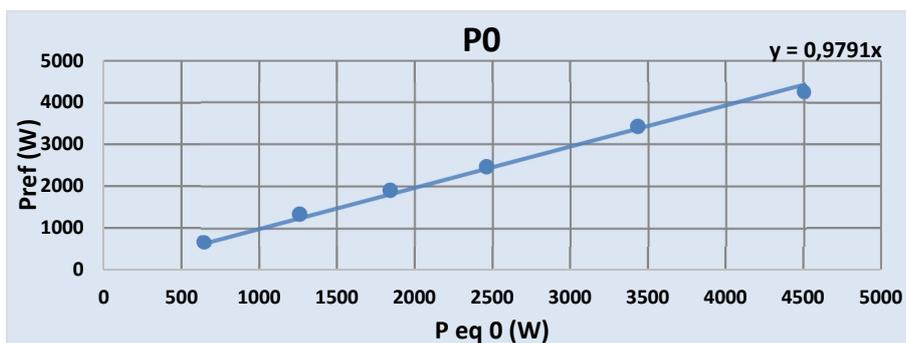
Gráfica B-13-7. Calibración IAM número 7.



Gráfica B-13-8. Calibración IAM número 8.



Gráfica B-9. Calibración IAM número 9.



Gráfica B-10. Calibración IAM número 10.

14. ANEXO B: EQUIPOS DE MEDIDA

Para medir los consumos eléctricos reales de la vivienda se emplean diferentes equipos registradores, los cuales mediante su correspondiente software permiten conocer el consumo eléctrico de forma “**in situ**”.

Para ello, se emplea el “**CurrentCostEnviR**”, el cual está formado por:

- Pantalla EnviR.
- Transmisor S² con mordaza CT.
- Adaptador de corriente para la pantalla.
- Guía del usuario del monitor.

En la siguiente imagen se muestra la caja en la que vienen todos los dispositivos mencionados anteriormente:



Ilustración C-1. Caja que contiene el Monitor EnviR, el transmisor y la pinza amperimétrica

El monitor EnviR permite visualizar el consumo en tiempo real. Esto es posible gracias a una señal inalámbrica emitida cada seis segundos desde un transmisor conectado a través de una mordaza CT al cuadro general de la vivienda. Las siguientes imágenes muestran el monitor EnviR y el transmisor instalados en la vivienda objeto de este trabajo.



Ilustración C-2. Monitor EnviR y transmisor instalados en la vivienda objeto de estudio

A continuación, se detallan los diferentes aspectos que permite visualizar la pantalla EnviR:

- Cantidad de energía que se está consumiendo en el momento.
- Dinero que se está gastando por consumir dicha energía.
- Dinero y energía que se está ahorrando cuando apaga algún electrodoméstico o lo que gasta cuando lo enciende.
- Energía usada entre las 7h y las 15h del día anterior, entre las 15h a las 23h de la tarde anterior y de las 23h a las 7h de la noche anterior.
- Energía acumulada en kWh del último día, de los últimos siete días o de los últimos treinta.
- Hora y temperatura.
- Permite ajustar el precio de la electricidad, incluso cuando el precio del kWh es distinto por tener discriminación horaria.

Por otro lado, el “CurrentCostEnviR” permite añadir IAMs (Individual Appliance Monitors). Estos dispositivos permiten conocer el consumo real de receptores específicos. Para ello, transmiten los datos registrados a la pantalla. EnviR permite conectar hasta nueve IAMs para procesar correctamente los datos. A continuación, se muestra uno de estos dispositivos, mientras que en el apartado siguiente se detalla en que receptores se conectan.



Ilustración C-3. Individual Appliance Monitors (IAMs)



Ilustración C-4. Termómetro digital

15. ANEXO C: FOTOGRAFÍAS RECEPTORES CONECTADOS



Ilustración D-1. Ubicación IAM número 1 y receptores conectados



Ilustración D-2. Ubicación IAM número 2 y receptor conectado

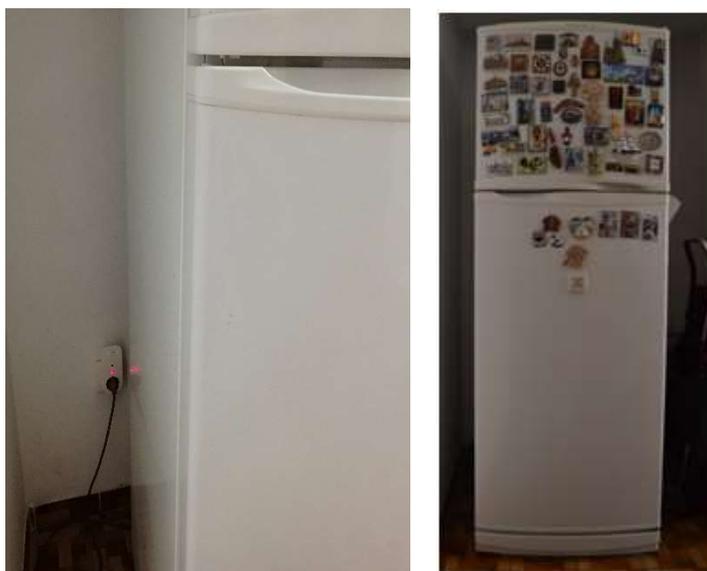


Ilustración D-3. Ubicación IAM número 3 y receptor conectado.



Ilustración D-4. Ubicación IAM número 4.



Ilustración D-5. Ubicación IAM número 5.



Ilustración D-6. Ubicación IAM número 6 y receptor conectado.



Ilustración D-7. Ubicación IAM número 7 y receptor conectado.



Ilustración D-8. Ubicación del IAM número 8 y receptor conectado.



Ilustración D-9. Ubicación IAM número 9 y receptores conectados

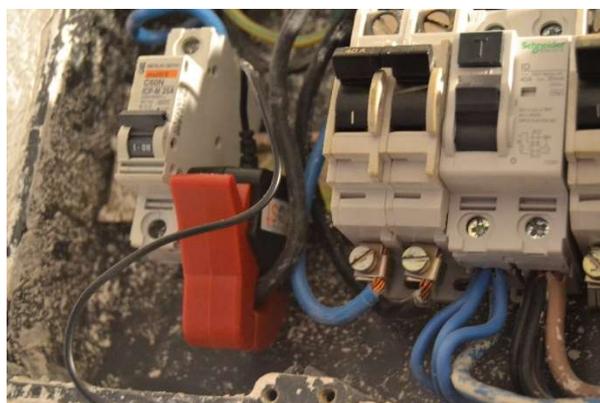


Ilustración D-10. Ubicación pinza amperimétrica.

16. ANEXO D: DATOS DE CONSUMO ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA

CONSUMO HORARIO PROMEDIO 2017 (Wh)													
HORA	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	Promedio
1:00	256	219	270	311	317	352	176	170	263	313	283	243	264
2:00	147	159	177	164	183	202	166	163	230	193	153	147	174
3:00	134	140	154	142	167	193	156	162	199	172	137	131	157
4:00	128	137	147	136	157	189	158	156	191	164	130	126	152
5:00	122	125	148	135	149	182	157	155	181	159	133	123	147
6:00	122	129	144	131	144	181	154	152	173	156	127	149	147
7:00	237	225	216	179	216	237	167	153	249	254	247	185	214
8:00	492	458	509	320	407	394	177	166	429	469	453	357	386
9:00	648	630	502	521	489	462	227	196	405	423	428	538	456
10:00	718	485	442	513	448	335	197	195	437	390	409	569	428
11:00	618	416	464	527	399	547	367	245	492	567	457	708	484
12:00	759	470	434	627	557	684	439	288	455	565	816	890	582
13:00	1.170	950	614	631	736	1.094	298	240	784	726	997	1.052	774
14:00	1.371	758	881	784	690	1.240	227	202	612	621	711	1.066	764
15:00	993	426	626	426	507	883	214	239	422	402	546	698	532
16:00	1.171	294	463	637	459	707	320	202	466	314	375	767	514
17:00	931	478	510	340	492	690	286	197	529	433	478	800	513
18:00	931	869	786	607	625	929	355	325	685	665	587	731	675
19:00	833	753	803	554	586	1.005	565	452	676	472	655	707	672
20:00	1.090	739	858	767	601	1.043	559	559	766	585	856	858	774
21:00	1.080	894	938	870	670	853	421	297	881	720	728	832	765
22:00	959	672	643	530	432	695	390	234	477	532	524	675	563
23:00	760	563	534	441	351	557	322	222	453	464	447	634	479
24:00	602	363	405	376	483	457	218	179	482	506	642	405	427

Tabla E-16-1. Consumo horario promedio 2017 (Wh)

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

CONSUMO HORARIO TOTAL ene-2017 a mar-18 (kWh)																	
Hora	ene-17	feb-17	mar-17	abr-17	may-17	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	Suma 2017	Suma 2018
1:00	7,7	6,1	8,4	9,3	9,8	10,6	5,5	5,3	7,9	9,7	8,5	7,5	8,0	6,9	6,6	96,2	21,5
2:00	4,4	4,4	5,5	4,9	5,7	6,1	5,1	5,1	6,9	6,0	4,6	4,6	5,3	4,1	5,2	63,2	14,5
3:00	4,0	3,9	4,8	4,3	5,2	5,8	4,8	5,0	6,0	5,3	4,1	4,1	4,2	3,8	4,2	57,2	12,2
4:00	3,8	3,8	4,5	4,1	4,9	5,7	4,9	4,8	5,7	5,1	3,9	3,9	3,8	3,6	4,2	55,2	11,6
5:00	3,7	3,5	4,6	4,0	4,6	5,5	4,9	4,8	5,4	4,9	4,0	3,8	3,9	3,5	4,0	53,7	11,4
6:00	3,6	3,6	4,5	3,9	4,5	5,4	4,8	4,7	5,2	4,9	3,8	4,6	4,0	4,0	4,1	53,5	12,1
7:00	7,1	6,3	6,7	5,4	6,7	7,1	5,2	4,7	7,5	7,9	7,4	5,7	7,2	6,2	6,1	77,7	19,4
8:00	14,8	12,8	15,8	9,6	12,6	11,8	5,5	5,1	12,9	14,5	13,6	11,1	13,2	13,3	14,4	140,1	40,9
9:00	19,4	17,6	15,6	15,6	15,2	13,8	7,0	6,1	12,2	13,1	12,8	16,7	14,3	15,4	15,5	165,1	45,2
10:00	21,5	13,6	13,7	15,4	13,9	10,0	6,1	6,1	13,1	12,1	12,3	17,6	14,3	15,1	12,0	155,4	41,3
11:00	18,6	11,6	14,4	15,8	12,4	16,4	11,4	7,6	14,8	17,6	13,7	22,0	16,4	15,5	18,9	176,1	50,8
12:00	22,8	13,2	13,4	18,8	17,3	20,5	13,6	8,9	13,7	17,5	24,5	27,6	19,4	16,3	15,8	211,8	51,6
13:00	35,1	26,6	19,0	18,9	22,8	32,8	9,2	7,4	23,5	22,5	29,9	32,6	27,7	22,9	23,5	280,5	74,1
14:00	41,1	21,2	27,3	23,5	21,4	37,2	7,0	6,3	18,3	19,3	21,3	33,1	30,9	26,3	25,4	277,1	82,6
15:00	29,8	11,9	19,4	12,8	15,7	26,5	6,6	7,4	12,7	12,5	16,4	21,6	19,2	18,5	16,0	193,4	53,7
16:00	35,1	8,2	14,4	19,1	14,2	21,2	9,9	6,3	14,0	9,7	11,2	23,8	19,7	19,0	13,2	187,1	51,9
17:00	27,9	13,4	15,8	10,2	15,3	20,7	8,9	6,1	15,9	13,4	14,3	24,8	14,2	18,4	12,4	186,6	45,0
18:00	27,9	24,3	24,4	18,2	19,4	27,9	11,0	10,1	20,6	20,6	17,6	22,7	18,3	22,1	22,7	244,6	63,1
19:00	25,0	21,1	24,9	16,6	18,2	30,2	17,5	14,0	20,3	14,6	19,7	21,9	17,5	18,0	25,6	244,0	61,1
20:00	32,7	20,7	26,6	23,0	18,6	31,3	17,3	17,3	23,0	18,1	25,7	26,6	19,2	25,5	28,4	281,0	73,2
21:00	32,4	25,0	29,1	26,1	20,8	25,6	13,1	9,2	26,4	22,3	21,8	25,8	21,9	27,1	20,8	277,6	69,9
22:00	28,8	18,8	19,9	15,9	13,4	20,9	12,1	7,2	14,3	16,5	15,7	20,9	19,1	16,7	14,1	204,4	49,9
23:00	22,8	15,8	16,6	13,2	10,9	16,7	10,0	6,9	13,6	14,4	13,4	19,7	19,5	16,2	13,7	173,9	49,4
24:00	18,1	10,2	12,6	11,3	15,0	13,7	6,8	5,5	14,5	15,7	19,3	12,6	11,3	15,1	13,6	155,0	39,9
	488	318	362	320	318	423	208	172	328	318	340	415	352	353	340	4.010	1.046

Tabla E-16-2. Consumo horario total de ene-17 a mar-18 (kWh)

17. ANEXO E: CLASES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Clase de eficiencia energética	Índice de Eficiencia Energética
A+++ (más eficiente)	$IEE < 50$
A++	$50 \leq IEE < 56$
A+	$56 \leq IEE < 63$
A	$63 \leq IEE < 71$
B	$71 \leq IEE < 80$
C	$80 \leq IEE < 90$
G (menos eficiente)	$IEE \geq 90$

Cuadro F-17-1. Clases de eficiencia energética del lavavajillas según el IEE.

Clase de eficiencia energética	Índice de Eficiencia Energética
A+++ (más eficiente)	$IEE < 46$
A++	$46 \leq IEE < 52$
A+	$52 \leq IEE < 59$
A	$59 \leq IEE < 68$
B	$68 \leq IEE < 77$
C	$77 \leq IEE < 87$
D (menos eficiente)	$IEE \geq 87$

Cuadro F-2. Clases de eficiencia energética de la lavadora según el IEE.

Clase de eficiencia energética	Índice de eficiencia energética
A+++ (más eficiente)	$IEE < 24$
A++	$24 \leq IEE < 32$
A+	$32 \leq IEE < 42$
A	$42 \leq IEE < 65$
B	$65 \leq IEE < 76$
C	$76 \leq IEE < 85$
D (menos eficiente)	$85 \leq IEE$

Cuadro F-3. Clases de eficiencia energética de la secadora según el IEE.

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

Categoría	Designación
1	Frigorífico con uno o más compartimentos de conservación de alimentos frescos
2	Frigorífico-bodega, bodega y armarios para la conservación de vinos
3	Frigorífico-helador y frigorífico con un compartimento sin estrellas
4	Frigorífico con un compartimento de una estrella
5	Frigorífico con un compartimento de dos estrellas
6	Frigorífico con un compartimento de tres estrellas
7	Frigorífico-congelador
8	Congelador tipo armario
9	Arcón congelador
10	Aparatos de refrigeración multiuso y de otro tipo

Cuadro F-4. Categorías de aparatos de refrigeración domésticos.

Compartimento	Temperatura nominal	$(25 - T_i)/20$
Otro compartimento	Temperatura de diseño	$\frac{(25 - T_i)}{20}$
Compartimento bodega/compartimento de conservación de vinos	+ 12 °C	0,65
Compartimento de conservación de alimentos frescos	+ 5 °C	1,00
Compartimento helador	0 °C	1,25
Compartimento de fabricación de hielo y compartimento de 0 estrellas	0 °C	1,25
Compartimento de una estrella	- 6 °C	1,55
Compartimento de dos estrellas	- 12 °C	1,85
Compartimento de tres estrellas	- 18 °C	2,15
Compartimento congelador de alimentos (compartimento de cuatro estrellas)	- 18 °C	2,15

Cuadro F-5. Factores termodinámicos aplicables a los compartimentos de los aparatos de refrigeración.

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

Factor de corrección	Valor	Condiciones
FF (libre de escarcha, <i>frost-free</i>)	1,2	Para los compartimentos de conservación de alimentos congelados libres de escarcha
	1	En los demás casos
CC (clase climática)	1,2	Para los aparatos de clase T (tropical)
	1,1	Para los aparatos de clase ST (subtropical)
	1	En los demás casos
BI (encastrable, <i>built-in</i>)	1,2	Para los aparatos encastrables de menos de 58 cm de ancho
	1	En los demás casos

Cuadro F-6. Valor de los factores de corrección de los aparatos de refrigeración.

Categoría	M	N
1	0,233	245
2	0,233	245
3	0,233	245
4	0,643	191
5	0,450	245
6	0,777	303
7	0,777	303
8	0,539	315
9	0,472	286
10	(*)	(*)

(*) Nota: Para los aparatos de refrigeración domésticos de categoría 10, los valores M y N dependen de la temperatura y del número de estrellas del compartimento con la temperatura más baja de conservación que puede ser regulada por el usuario final y mantenida continuamente con arreglo a las instrucciones del fabricante. Cuando solo haya «otro compartimento», según la definición que figura en el cuadro 2 y el anexo I, letra n), se utilizarán los valores M y N de la categoría 1. Los aparatos con compartimentos de tres estrellas o compartimentos congeladores de alimentos se consideran frigoríficos-congeladores.

Cuadro F-7. Valores M y N por categoría de aparato de refrigeración doméstico.

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

Clase	Símbolo	Temperatura ambiente media °C
Templada extendida	SN	+ 10 a + 32
Templada	N	+ 16 a + 32
Subtropical	ST	+ 16 a + 38
Tropical	T	+ 16 a + 43

Cuadro F-8. Clases de Eficiencia Energética de los hornos de uso doméstico.

Clase de eficiencia energética	Índice de Eficiencia Energética
A+++ (más eficiente)	$IEE < 22$
A++	$22 \leq IEE < 33$
A+	$33 \leq IEE < 42$
A	$42 \leq IEE < 55$
B	$55 \leq IEE < 75$
C	$75 \leq IEE < 95$
D	$95 \leq IEE < 110$
E	$110 \leq IEE < 125$
F	$125 \leq IEE < 150$
G (menos eficiente)	$IEE \geq 150$

Cuadro F-9. Clases de Eficiencia Energética a partir del 1 de julio de 2014 aparatos de refrigeración domésticos.

Clase de eficiencia energética	Índice de Eficiencia Energética ($EEl_{cavidad}$)
A+++ (máxima eficiencia)	$EEl_{cavidad} < 45$
A++	$45 \leq EEl_{cavidad} < 62$
A+	$62 \leq EEl_{cavidad} < 82$
A	$82 \leq EEl_{cavidad} < 107$
B	$107 \leq EEl_{cavidad} < 132$
C	$132 \leq EEl_{cavidad} < 159$
D (mínima eficiencia)	$EEl_{cavidad} \geq 159$

Cuadro F-10. Clases de Eficiencia Energética de los hornos de uso doméstico.

Medida y análisis del consumo de energía eléctrica en los receptores domésticos en condiciones reales de funcionamiento: Aplicación a una vivienda unifamiliar.

Clase de eficiencia energética	Índice de Eficiencia Energética
A+++ (máxima eficiencia)	$IEE < 0,10$
A++	$0,10 \leq IEE < 0,16$
A+	$0,16 \leq IEE < 0,23$
A	$0,23 \leq IEE < 0,30$
B	$0,30 \leq IEE < 0,42$
C	$0,42 \leq IEE < 0,60$
D	$0,60 \leq IEE < 0,80$
E	$0,80 \leq IEE < 0,90$
F	$0,90 \leq IEE < 1,00$
G (mínima eficiencia)	$1,00 \leq IEE$

Cuadro F-11. Clases de Eficiencia Energética de una televisión.

Clase de eficiencia energética	SEER	SCOP
A+++	$SEER \geq 8,50$	$SCOP \geq 5,10$
A++	$6,10 \leq SEER < 8,50$	$4,60 \leq SCOP < 5,10$
A+	$5,60 \leq SEER < 6,10$	$4,00 \leq SCOP < 4,60$
A	$5,10 \leq SEER < 5,60$	$3,40 \leq SCOP < 4,00$
B	$4,60 \leq SEER < 5,10$	$3,10 \leq SCOP < 3,40$
C	$4,10 \leq SEER < 4,60$	$2,80 \leq SCOP < 3,10$
D	$3,60 \leq SEER < 4,10$	$2,50 \leq SCOP < 2,80$
E	$3,10 \leq SEER < 3,60$	$2,20 \leq SCOP < 2,50$
F	$2,60 \leq SEER < 3,10$	$1,90 \leq SCOP < 2,20$
G	$SEER < 2,60$	$SCOP < 1,90$

Cuadro F-12. Clases de eficiencia energética relativas a los acondicionadores de aire, a excepción de los de conducto doble y los de conducto único.

Clase de eficiencia energética	Acondicionadores de aire de conducto doble		Acondicionadores de aire de conducto único	
	EER_{rated}	COP_{rated}	EER_{rated}	COP_{rated}
A+++	$\geq 4,10$	$\geq 4,60$	$\geq 4,10$	$\geq 3,60$
A++	$3,60 \leq EER < 4,10$	$4,10 \leq COP < 4,60$	$3,60 \leq EER < 4,10$	$3,10 \leq COP < 3,60$
A+	$3,10 \leq EER < 3,60$	$3,60 \leq COP < 4,10$	$3,10 \leq EER < 3,60$	$2,60 \leq COP < 3,10$
A	$2,60 \leq EER < 3,10$	$3,10 \leq COP < 3,60$	$2,60 \leq EER < 3,10$	$2,30 \leq COP < 2,60$
B	$2,40 \leq EER < 2,60$	$2,60 \leq COP < 3,10$	$2,40 \leq EER < 2,60$	$2,00 \leq COP < 2,30$
C	$2,10 \leq EER < 2,40$	$2,40 \leq COP < 2,60$	$2,10 \leq EER < 2,40$	$1,80 \leq COP < 2,00$
D	$1,80 \leq EER < 2,10$	$2,00 \leq COP < 2,40$	$1,80 \leq EER < 2,10$	$1,60 \leq COP < 1,80$
E	$1,60 \leq EER < 1,80$	$1,80 \leq COP < 2,00$	$1,60 \leq EER < 1,80$	$1,40 \leq COP < 1,60$
F	$1,40 \leq EER < 1,60$	$1,60 \leq COP < 1,80$	$1,40 \leq EER < 1,60$	$1,20 \leq COP < 1,40$
G	$< 1,40$	$< 1,60$	$< 1,40$	$< 1,20$

Cuadro F-13. Clases de eficiencia energética relativas a los acondicionadores de aire de conducto único y los de conducto doble.

18. ANEXO F: ENCUESTA HÁBITOS DE CONSUMO

Consumo energético en el sector residencial

Recuerda que tienes que contestar lo que realmente haces o piensas, no lo que crees que es mejor según lo que has leído y oído.

***Obligatorio**

1. En invierno ¿Qué utilizas para calentar la casa? *

- Aire acondicionado (21 respuestas)
- Radiadores (56 respuestas)
- Suelo radiante (0 respuestas)
- Otro: (9 respuestas)

2. En verano ¿Qué utilizas para enfriar la casa? *

- Aire acondicionado (61 respuestas)
- Ventilador de techo (19 respuestas)
- Ventiladores (29 respuestas)
- Otro: (4 respuestas)

3. Cuando calientas/enfrías la casa mediante un aire acondicionado ¿cómo actúas?

- Pongo una temperatura muy alta/baja al principio y luego la bajo/subo (33,3%)
- Mantengo siempre la misma temperatura (66,7%)

4. En invierno, ¿A qué temperatura sueles poner el aire acondicionado?

- Por debajo de 20°C (6,9%)
- Entre 20°C y 23°C (56,9%)
- Más de 23°C (36,1%)

5. En verano, ¿A qué temperatura sueles poner el aire acondicionado?

- Por debajo de 20°C (8,9%)
- Entre 20°C y 22°C (54,4%)
- Entre 23°C y 25°C (27,8%)
- Más de 25 °C (8,9%)

6. ¿El cierre de las puertas y ventanas es hermético y, por tanto, no hay corrientes de aire? *

- Sí (44,7%)
- No (28,2%)
- Tal vez (27,1%)

7. ¿Realizas el mantenimiento de tus aparatos de calefacción y refrigeración para garantizar que funcionen de manera eficiente? *

- Sí (45,9%)
- No (54,1%)

8. Al elegir un electrodoméstico nuevo, ¿qué influye en tu decisión? *

- Estética (16 respuestas)
- Tamaño (18 respuestas)
- Precio (72 respuestas)
- Calificación energética (46 respuestas)
- Marca (20 respuestas)

9. ¿Normalmente te das una ducha o un baño? *

- Ducha (98,8%)
- Baño (1,2%)

10. En caso de darte una ducha, ¿Cuánto dura de media? *

- Menos de 5 minutos (40%)
- Más de 5 minutos (60%)

11. De los siguientes electrodomésticos, ¿Cuál dirías que consume al año MÁS energía en tu casa? *

- Lavavajillas (9,4%)
- Lavadora (30,6%)
- Nevera (40 %)
- Secadora (5,9%)
- Televisión (4,7%)
- Plancha (2,4%)
- Microondas (2,4%)
- Otro: (4,6%)

12. De los siguientes electrodomésticos, ¿Cuál dirías que consume al año MENOS energía en tu casa? *

- Lavavajillas (5,9%)
- Lavadora (1,2%)
- Nevera (2,4%)
- Secadora (16,5%)
- Televisión (17,6%)
- Plancha (40%)
- Microondas (16,5%)

13. ¿Normalmente usas tu lavavajillas y lavadora con la máxima carga? *

- Sí (75,3%)
- No (9,4%)
- Tal vez (15,3%)

14. ¿Sueles utilizar el programa de temperatura más baja en tu lavadora y lavavajillas? *

- Sí (34,1%)
- No (25,9%)
- Tal vez (40%)

15. ¿Normalmente tiendes la ropa para que se seque o utilizas la secadora directamente? *

- Tiendo la ropa (81,2%)
- Utilizo la secadora (18,8%)

16. Después de abrir la nevera para coger algo, ¿la dejas abierta hasta que vuelves a dejar lo que has cogido? *

- Sí (18,8%)
- No (81,2%)

17. ¿Utilizas pequeños electrodomésticos de cocina en lugar del horno, por ejemplo, microondas o sartenes eléctricas? *

- Sí (69,4%)
- No (30,6%)

18. ¿Utilizas tapas en las cazuelas cuando cocinas? *

- Sí (83,5%)
- No (16,5%)

19. ¿Sabes lo que es el consumo en "standby"? *

- Sí y trato de reducirlo (40 %)
- Sí pero no hago nada al respecto (24,7%)
- No (35,3%)

20. ¿Cuándo compras un electrodoméstico nuevo te fijas en la etiqueta energética? *

- Sí (64,7%)
- No (35,3%)

21. ¿Apagas las luces cuando sales de una habitación? *

- Siempre (64,7%)
- Normalmente (31,8%)
- Pocas veces (3,5%)

22. ¿Tienes luces LED en tu vivienda? *

- Sí, todas (3,5%)
- Sí, más del 80% de las luces de la vivienda son LED (44,7%)
- Sí, menos del 80% de las luces de la vivienda son LED (31,8%)
- No (20 %)

23. En las escaleras de la finca o en el jardín, ¿la iluminación funciona con sensores de movimiento? *

- Sí (25,9%)
- No (67,1%)
- Tal vez (7,1%)

24. ¿Cuándo compras una lámpara te fijas en su potencia? *

- Sí (90,6%)
- No (9,4%)

25. ¿Crees que hay posibilidad de reducir el importe de tu factura eléctrica? *

- No, tengo contratado lo que necesito y hago un buen uso de los consumos energéticos (34,1%)
- Sí, no tengo contratado lo que necesito, pero hago un buen uso de los consumos energéticos (28,2%)
- Sí, tengo contratado lo que necesito, pero no hago un buen uso de los consumos energéticos (29,4%)
- Sí, no tengo contratado lo que necesito y no hago un buen uso de los consumos energéticos (8,2%)

19. REFERENCIAS

- [1] *Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)*. (s.f.). Recuperado el 2 de Junio de 2018, de http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes
- [2] Aranda, J., Zabalza, I., Llera-Sastresa, E., Scarpellini, S., & Alcalde, A. (2018). *Building Energy Assessment and Computer Simulation Applied to Social Housing in Spain [archivo PDF]*. Recuperado el 8 de Abril de 2018
- [3] *Comisión Europea*. (s.f.). Recuperado el 6 de Abril de 2018, de https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_es
- [4] *Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia*. (17 de Noviembre de 2017). Recuperado el 8 de Abril de 2018, de <https://www.cnmc.es/node/365511>
- [5] *Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia*. (s.f.). *Simulador de la factura de electricidad*. Recuperado el 23 de Abril de 2018, de <https://facturaluz2.cnmc.es/>
- [6] *Earth Nullschool*. (s.f.). Recuperado el 8 de Abril de 2018, de <https://earth.nullschool.net>
- [7] *Endesa*. (s.f.). Recuperado el 10 de Mayo de 2018, de <https://www.endesaclientes.com/mercado-libre-mercado-regulado-pvpc>
- [8] *Gas Natural Fenosa*. (s.f.). Recuperado el 5 de Mayo de 2018, de <https://areaprivada.gasnaturalfenosa.es/ovh-web/Login.gas>
- [9] *Global Energy Statistical Yearbook*. (2017). Recuperado el 12 de Abril de 2018, de <https://yearbook.enerdata.net/>
- [10] *Government of South Australia*. (s.f.). *Do your own home energy audit [archivo PDF]*. Recuperado el 5 de Abril de 2018, de https://www.sa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0004/75910/180615-Do-your-own-home-energy-audit-A4-WEB.pdf
- [11] *Iberdrola Comercializadora de Referencia*. (s.f.). Recuperado el 15 de Mayo de 2018, de <https://www.iberdrolacur.es/bono-social>
- [12] *Iberdrola Distribución Eléctrica*. (s.f.). Recuperado el 21 de Abril de 2018, de <https://www.iberdroladistribucionelectrica.com/consumidores/inicio.html#login>
- [13] IDAE. (2016). *Proyecto SECH-SPAHOUSEC. Análisis del consumo energético [archivo PDF]*. Planificación y Estudios. Recuperado el 5 de Abril de 2018, de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Informe_SPAHOUSEC_ACC_f68291a3.pdf
- [14] IDAE. (2017). *Informe Sintético de indicadores de eficiencia energética en España. Año 2015 [archivo PDF]*. Planificación y Estudios. Recuperado el 8 de Abril de 2018, de http://www.idae.es/sites/default/files/estudios_informes_y_estadisticas/informe_indicadores_e_e_2015_27072017.pdf
- [15] IDAE. (s.f.). *Consumos del Sector Residencial en España [archivo PDF]*. Recuperado el 6 de Abril de 2018, de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf

- [16] *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*. (s.f.). Recuperado el 20 de Mayo de 2018, de <http://www.idae.es/ahorra-energia/nuevo-reglamento-para-el-etiquetado-energetico>
- [17] *Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)*. (Junio de 2017). Recuperado el 15 de Abril de 2018, de <http://informeestadistico.idae.es/t2.htm>
- [18] International Energy Agency. (2008). *Promoting energy efficiency investments, Case studies in the residential sector [archivo PDF]*. Recuperado el 8 de Abril de 2018
- [19] *International Energy Agency*. (2015). Recuperado el 5 de Abril de 2018, de <http://www.iea.org>
- [20] Krarti, M. (2010). *Energy Audit of Building Systems*. Recuperado el 12 de Abril de 2018
- [21] *Leroy Merlin*. (s.f.). Recuperado el 13 de Junio de 2018, de <http://www.leroymerlin.es/>
- [22] *Oficina Europea de Estadística (Eurostat)*. (s.f.). Recuperado el 12 de Abril de 2018, de <http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bubblechart/energy2.html>
- [23] *Oficina Europea de Estadística (Eurostat)*. (s.f.). Recuperado el 18 de Abril de 2018, de https://europa.eu/european-union/about-eu/figures/living_es#tab-2-5
- [24] *Red Eléctrica de España*. (22 de Mayo de 2018). Obtenido de <https://www.esios.ree.es/es?locale=es>
- [25] *Sede Electrónica del Catastro*. (s.f.). Recuperado el 20 de Abril de 2018, de <https://www.sedecatastro.gob.es>
- [26] Short, W., & Ruegg, R. (s.f.). *Economics Methods*. Recuperado el 12 de Abril de 2018
- [27] *The World Bank*. (2014). Recuperado el 15 de Abril de 2018, de https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC?end=2014&name_desc=false&start=2014&view=map
- [28] *Tiendas de informática y electrónica Mediamarkt*. (s.f.). Recuperado el 13 de Junio de 2018, de <https://www.mediamarkt.es/>
- [29] Wells, Q. (2012). *Smart Grid Home (Go Green with Renewable Energy Resources)*. Recuperado el 8 de Abril de 2018
- [30] *Wikipedia*. (s.f.). Recuperado el 15 de Abril de 2018, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>